



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTADES DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

**PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN
CIENCIAS AMBIENTALES**

**UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA EL ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN LOS MUNICIPIOS DE
ÉBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALAB ANTE LA RUTA
DE EXPOSICIÓN DEL PLAGUICIDA FIPRONIL**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

PRESENTA:

GEOG. MELVA GUADALUPE HERRERA GODINA

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. CARLOS CONTRERAS SERVÍN**

**COMITÉ TUTELAR:
DRA. GUADALUPE GALINDO MENDOZA
DR. FERNANDO DÍAZ-BARRIGA MARTÍNEZ**

PROYECTO REALIZADO EN:

LA COORDINACIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

CON FINANCIAMIENTO DE:

PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR ZONAS VULNERABLES A LA SEQUÍA Y A LAS PLAGAS QUE AFECTAN A LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN LA HUASTECA POTOSINA, APOYADA EN IMÁGENES DE SATÉLITE, SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ANÁLISIS MULTIVARIADO Y UN MODELO DE SIMULACIÓN CLIMÁTICA. SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.

**CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT)
BECA-TESIS (201393)**

LA MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES ESTA INLUIDO EN EL PADRON NACIONAL DE POSGRADOS DEL CONACYT.

Agradecimientos

*Este trabajo es el resultado del
apoyo y colaboración de:
el Mtro. Juan Gallardo, la Dra. Ruth Miranda,
los Geog. Marcela Quiroz y Arturo Muñiz,
el Mtro. Armando Juárez y su equipo de
colaboradores del laboratorio de suelos de
la UdG, el Dr. Antonio Reyes, el Dr. Jesús Mejía,
mi familia y los integrantes del Comité tutelar,
para quienes sólo me queda decir Gracias.*

IN TROCUCIÓN	7
CAPÍTULO I	9
EL USO DE PLAGUICIDAS EN LA HUASTECA POTOSINA COMO MEDIO DE CONTROL DE LA PLAGA DE LA LANGOSTA	9
1.1.- LA HUASTECA POTOSINA	10
1.1.1.-Fisiografía de la Huasteca Potosina	10
1.1.2.-Hidrografía de la Huasteca Potosina.....	13
1.1.3.- El Clima de la Huasteca Potosina.....	15
1.1.4.- Edafología de la Huasteca Potosina	16
1.2.- LA PLAGA DE LA LANGOSTA Y SU DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	19
1.3.- PRÁCTICAS DE CONTROL DE LA PLAGA DE LA LANGOSTA	21
1.4.- EL PLAGUICIDA FIPRONIL	23
CAPÍTULO II	26
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y TOXICIDAD DEL PLAGUICIDA FIPRONIL Y DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS RESULTADO DE SU DEGRADACIÓN	26
2.1.- ORIGEN QUÍMICO DEL FIPRONIL	26
2.1.1.- Características físico-químicas de los compuestos químicos producto de la degradación del Fipronil	29
2.2.- MECANISMOS DE TOXICIDAD	30
2.3.- ECOTOXICIDAD DEL FIPRONIL Y DE SUS PRODUCTOS DE DEGRADACIÓN (FIPRONIL SULFONA, FIPRONIL SULFITO Y FIPRONIL DESULFINYL)	33
2.3.1.-Toxicidad del Fipronil y de sus productos de degradación en Aves.....	33
2.3.2.-Toxicidad del Fipronil y de sus productos de degradación en Peces.....	35
2.3.3.-Toxicidad del Fipronil y de sus productos de degradación en invertebrados acuáticos.....	36
2.3.4.-Toxicidad del Fipronil y de sus productos de degradación en Insectos	37
2.4.- TOXICIDAD EN RATAS.....	40
2.5.- TOXICIDAD EN HUMANOS	43
2.5.1.- El fipronil y el receptor GABA	44
2.5.2.-Metabolismo in vitro del Fipronil en humanos.....	45
2.5.3.-El papel de los plaguicidas en la inhibición e inducción de enzimas que metabolizan xenobióticos.	46
CAPÍTULO III	48
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y VULNERABILIDAD ANTE LOS PLAGUICIDAS	48
3.1.- SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y VULNERABILIDAD EN SALUD	50
3.1.2.- Vulnerabilidad ante el plaguicida fipronil	50
3.2.-PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO DE ANÁLISIS.....	54
3.2.1.- Ruta de Exposición	54
3.2.2.- Variables no ambientales que interfieren en el tiempo de la degradación del Fipronil.....	56
3.2.3.- Variables ambientales que interfieren en el tiempo de la degradación y destino del Fipronil	57
3.3.- OBTENCIÓN DE VARIABLES A GEOREFERENCIAR PARA LA REALIZACIÓN DE ANÁLISIS ESPACIAL....	65
3.3.2.- Clase Textural.....	68
3.3.3.- Coloides.....	70
3.3.4.- Empleo del Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) como herramienta para obtener la humedad en suelo.	73
3.4.- SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y ANÁLISIS ESPACIAL.....	75
CAPÍTULO IV	81
CONTROL QUÍMICO DE LA PLAGA DE LA LANGOSTA EN LOS MUNICIPIOS DE ÉBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALAB	81
4.1.- PLAGUICIDAS APLICADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO DURANTE EL AÑO 2002	81
4.2.- PLAGUICIDAS APLICADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO DURANTE EL AÑO 2003	85
4.3.- PLAGUICIDAS APLICADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO DURANTE EL AÑO 2004	87

4.4.- TENDENCIAS EN EL CONTROL DE LA LANGOSTA CON PLAGUICIDAS EN EL ÁREA DE ESTUDIOS PARA EL PERÍODO 2002-2004.....	89
4.5.- FRECUENCIA DE APLICACIÓN DEL PLAGUICIDA FIPRONIL.....	89
RESULTADOS Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	94
CONCLUSIONES.....	97
ANEXO I.....	98
ANEXO II	102
ANEXO III.....	114
ANEXO CARTOGRÁFICO	138
BIBLIOGRAFÍA.....	141

In trocucción

Este trabajo de tesis tiene como objeto identificar las áreas más vulnerables de los municipios Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab, de la Huasteca Potosina, ante la aplicación del plaguicida Fipronil desde el campo de la geografía por lo que encontrará el análisis de los factores ambientales que componen el área de estudio para con ello identificar cómo y cuáles de estos interfieren en el proceso de preservación y degradación del Fipronil. También se revisaron las características físico-químicas del Fipronil para poder entender como es que se da el papel de los factores ambientales en estos procesos químicos.

En el primer capítulo se presenta de manera general las características geográficas de la Huasteca Potosina haciendo un primer acercamiento por medio de la descripción de las grandes regiones fisiográficas de la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte, así como de la hidrografía, en especial de la Región Hidrológica Pánuco (RH26), de los climas y tipos de suelos presentes en esta zona. Posteriormente se trata la distribución geográfica de la plaga de la langosta y sus prácticas de control, ya que el plaguicida Fipronil es utiliza en el combate de dicha plaga. En la última parte de este capítulo se hace un primer contacto con las características del plaguicida Fipronil.

Siendo éste, el plaguicida Fipronil, el tema central del capítulo dos donde se investigan desde sus características físico-químicas como la presión de vapor, su capacidad de adherirse a las partículas del suelo o su solubilidad en lípidos, tanto del Fipronil como de sus productos derivados de la degradación (Fipronil Sulfona, Fipronil Sulfito, Fipronil Desulfinil y Amida), hasta los efectos tóxicos que pueden generarse en los humanos por la exposición a Fipronil, revisando los mecanismos de toxicidad en específico sus efectos en el canal de GABA en diferentes especies de aves, peces, insectos e invertebrados, destacando que estos últimos son los más sensibles a los efectos del Fipronil.

Posteriormente, en el tercer capítulo, se emplea la técnica de los sistemas de información geográfica (SIG) para el análisis espacial de las variables que intervienen

en el proceso de degradación del plaguicida Fipronil. En esta índole se presentan elementos inherentes al plaguicida como la frecuencia de aplicación y la concentración en que es aplicado, factores que influyen en el tiempo de la degradación y en la factibilidad de su absorción. También se plantea cómo y cuáles factores del ambiente tienen relevancia el tiempo en que tarda en degradarse el Fipronil así como el proceso de obtención de los mismos en laboratorio. Entre dichos elementos se analizan la materia orgánica, el pH, la temperatura, el uso de suelo, humedad del suelo, la clase textural y el contenido de material calcáreo.

Para estas variables se desarrolla un modelo cartográfico cuyo objetivo es la obtención de áreas vulnerables por la aplicación de Fipronil, por ello la primera fase es la interpolación de los datos obtenidos en campo. La siguiente fase que se presenta del modelo construido es dedicada a la búsqueda de la combinación de elementos como el empleo de diversos plaguicidas, convergencia de variables ambientales y del propio plaguicida (como frecuencia y concentración), que propicien la aceleración o disminución del tiempo de degradación del Fipronil y con ello obtener los mapas de áreas de vulnerabilidad ante cada una de estas variables.

En la fase final del modelo cartográfico se realiza la sumatoria de los mapas de vulnerabilidad para obtener un mapa de vulnerabilidad global.

El capítulo cuarto se dedica a la descripción de la aplicación del plaguicida Fipronil en el área de estudio, la revisión se hace por ejido de cada municipio donde se especifica la concentración y la cantidad total al igual que el uso de suelo que se tenía al momento de la aplicación. La temporalidad de esta revisión es anual, por un período de tres años permitiendo hacer una comparación temporal de la utilización del Fipronil.

Con todo lo anterior se encontró que la combinación de plaguicidas se presente en los tres municipios que componen en área de estudio, mientras que las áreas más vulnerables por frecuencia de aplicación y cantidad se concentran en los ejidos del municipio de Ébano.

Capítulo I

El Uso de plaguicidas en la Huasteca Potosina como medio de control de la plaga de la Langosta

El área de estudio se enclava en la unidad de paisaje que se conoce como la Huasteca. Ésta se ubica en la planicie costera del Golfo de México, limita la norte con el río Tamesí, al occidente con la Sierra Madre Oriental, y al sur con las estribaciones de la Franja Trasmexicana o Cordillera Neovolcánica, hasta la punta de Villa Rica. Incluye la parte norte del estado de Veracruz, y pequeñas porciones de los extremos occidentes de los estados de San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla. En gran parte el paisaje se identifica por llanos alargados de norte a sur cortados por valles y lomeríos transversales. Las partes más bajas se encuentran formadas por calizas del cretácico superior, y las sierras frontales del occidente de la Huasteca por calizas muy plegadas del cretácico inferior. También se reconocen algunas mesetas de origen tectónico con manifestaciones volcánicas en forma de tapones, conos, lomeríos o cadenas aisladas, estructuras que se asocian a los grandes yacimientos petrolíferos del país (Tamayo, 1984).

Además, la Huasteca se emplaza en la cuenca Baja del Río Pánuco, su vegetación y clima son propios del trópico húmedo y seco; condiciones favorables para una vegetación de selva y sabana, asociada según los pisos altitudinales de la sierra alta, la sierra media y la planicie costera. Cabe decir que desafortunadamente, la deforestación y cambios de usos del suelo en las últimas décadas han sido muy significativos, encontrando, por ejemplo, que en el periodo de 1980 al 2000, en la Huasteca Potosina, en los 20 municipios que la componen, el porcentaje de reducción de la selva y bosque fue elevado; y particularmente por la ganaderización extensiva y los megaproyectos, como la zona de riego de Pujal-Coy (Ávila, 1988). Según Reyes et al. (2006) desde que inició el proyecto Pujal-Coy¹, en 1973 hasta 1985, la tasa anual de deforestación fue del 11%, obteniendo con ello una pérdida de la cubierta forestal en un 75%.

¹ El proyecto Pujal-Coy corresponde con el plan de irrigación de la cuenca baja del río Pánuco, el cual se presumía como el distrito de riego más grande América Latina, con una superficie de 720,000 ha, de las cuales, 288,000 le corresponderían al distrito Pujal-Coy, y distribuidas en las márgenes de los ríos Tamaoán, Moctezuma y Tamesí. Su objetivo fue la transición de ganadería extensiva a agricultura de riego, para ello se planteo la redistribución de tierras, construir obras de ingeniería hidráulica, aumentar la

1.1.- La Huasteca Potosina

La Huasteca, en la porción que le corresponde al Estado de San Luis Potosí, lo que sería la Huasteca Potosina, está conformada por 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. Ésta se ubica al oriente del Estado, colindando al norte con el Estado de Tamaulipas, al sur con los Estados de Hidalgo y Querétaro, al este con el Estado de Veracruz y al oeste con la Sierra Madre Oriental. En su conjunto representan el 18.31 por ciento de la extensión del territorio del Estado de San Luis Potosí. Esta porción equivale a 11.409.46 km²

1.1.1.-Fisiografía de la Huasteca Potosina

De las quince provincias fisiográficas presentes en que se divide el país, tres de ellas se encuentran presentes en el Estado de San Luis Potosí y específicamente en el territorio que compone la Huasteca Potosina están presentes las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte (ver mapa no.1 del Anexo D).

1.1.1.1.- Provincia Sierra Madre Oriental

Un conjunto de sierras menores de estratos plegados son los que conforman la Sierra Madre Oriental. Estas sierras menores están formadas predominantemente por rocas calizas, seguidas de areniscas y lutitas, todas ellas rocas sedimentarias marinas del Cretácico y Jurásico superior.

La provincia Sierra Madre Oriental a su vez se divide en las subprovincias: Subprovincia Carso Huasteco, Subprovincia Sierras Transversales, Subprovincia Sierras y Llanuras Occidentales y Subprovincia Gran Sierra Plegada. De acuerdo con la Carta

producción y productividad de la región y fomentar la inmigración campesina de otras partes del México. La primera fase del proyecto se desarrollo en los municipios Ébano y Tamuín en San Luis Potosí, y Pánuco en Veracruz, transformando 72,000 ha (Reyes et al., 2006: 28).

Estatal Regionalización Fisiográfica (INEGI, 1996) de estas subprovincias la que mayor presencia tiene en la Huasteca Potosina, sobre todo hacia el sur, es la Subprovincia Carso Huasteco. Esta subprovincia está formada por la Sierra de Laderas Abruptas, Sierra Baja, Sierra de Laderas Convexas, Sierra Calcárea con Dolonitas, Llanura Intermontana, Valle de Laderas Tendidas, Valle Intermontano y Cañón.

1.1.1.1.1.- La Subprovincia Carso Huasteco

La Subprovincia Carso Huasteco integra la parte sur de la provincia Sierra Madre Oriental, comprende desde las cercanías del municipio de Río Verde hasta el municipio de Ciudad del Maíz, esto es en el Estado de San Luis Potosí, ya que abarca hasta las inmediaciones de Tezuitlán, en el Estado de Puebla. Ésta subprovincia es una gran sierra plegada que presenta un fuerte grado de disección, esto es gracias a la acción de los importantes ríos que fluyen en ella, como lo hace en Tampaón hacia el oriente. Así como también se ven ampliamente representados los rasgos propios del carso, región comprendida por calizas, rocas solubles en el agua donde se producen pozos y dolinas, grutas y hay una gran filtración de agua al subsuelo, mismas que emergen en manantiales en la base de la sierra sobre la Llanura Costera del Golfo Norte. Sin embargo hacia el municipio de Tamazunchale domina una constitución de rocas sedimentarias continentales antiguas que no muestran rasgos de carso.

1.1.1.1.2.- La Subprovincia Gran Sierra Plegada

La subprovincia Gran Sierra Plegada se encuentra presente principalmente en la parte noroeste de la Huasteca Potosina, abarca el 6.4 por cien del territorio potosino y se caracteriza por una morfología de estratos plegados de calizas con prominentes ejes estructurales de anticlinales y sinclinales. Cuenta con todo un sistema de fallas normales orientadas de norte-sur, que van desde Ciudad de Victoria, en Tamaulipas hasta el municipio de Ciudad Valles, en San Luis Potosí (ver mapa no.2 del Anexo I). En esta zona dominan las rocas calizas marinas con importantes rasgos de carsificación, con algunos afloramientos de rocas volcánicas. Ésta subprovincia está formada por la Sierra Pliegue, Sierra Pliegue con Mesetas, Lomerío con Bajadas, Meseta de Malpaís, Bajada con Lomeríos, Valle Intermontano y Valle intermontano con Lomeríos.

1.1.1.2.- Provincia Llanura Costera del Golfo Norte

La zona que comprende la provincia se extiende desde la frontera norte del país hasta Nautla, en Veracruz. Limita por el noroeste con la provincia Grandes Llanuras de Norteamérica, al oeste con la Sierra Madre Oriental, al este con el Golfo de México y al sur con el Eje Neovolcánico. La extensión territorial de esta provincia equivale al 7.89 por cien de la superficie del estado.

La región se caracteriza por un relieve de topografía plana, con ligera inclinación hacia la costa del Golfo de México, que se ve interrumpida por suaves lomeríos de material aluvial reciente. De ahí que las máximas elevaciones vayan de los 100 a los 150 msnm, ubicadas en el flanco oriental de la sierra Cucharas, al norte de Tamuín, así como en las inmediaciones de Tanlajás y Tampamolón de Corona, mientras que las mínimas elevación, que llegan hasta los 15 msnm, están principalmente al este de la cabecera municipal de Tamuín.

La provincia presenta una gran subprovincia llamada Subprovincia Llanuras y Lomeríos.

1.1.1.2.2.- Subprovincia Llanuras y Lomeríos.

La Subprovincia Llanuras y Lomeríos conlinda, en el estado de San Luis Potosí, son las subprovincias Gran Sierra Plegada y Carso Huasteco, de la Sierra Madre Oriental.

Dentro del estado de San Luis Potosí, esta subprovincia comprende la totalidad de los municipios de Tamuín, Ébano, San Vicente Tancuayalab y Tanquián de Escobedo, y porciones de los municipios de Ciudad Velles, Tanlajás, Tancanhuitz, San Antonio, Tampamolón Corona, Tampacán, Axila de Terrazas, San Martín Chalchicuautla y Aquismón.

Los materiales que predominan son sedimentos antiguos (mesozoicos y terciarios) arenosos y arcillos, los cuales su edad va decreciendo conforme se van acercando a la costa del Golfo de México. También cuenta con importantes afloramientos de rocas lávicas basálticas. Los sistemas de topoformas que se presentan en esta subprovincia

son: lomerío suave, lomerío suave con bajas, llanura salina con lomeríos, pequeña llanura aluvial con lomeríos, gran llanura aluvial con lomeríos.

1.1.2.-Hidrografía de la Huasteca Potosina

La hidrología en San Luis Potosí presenta grandes contrastes, los cuales están determinados principalmente por la configuración orográfica. La Sierra Madre Oriental marca dos zonas perfectamente diferenciadas, una en la zona suroriental, con climas cálido y semicálido, húmedos y subhúmedos (en la zona de la Huasteca Potosina), donde se presentan precipitaciones abundantes que contribuyen al caudal de ríos tales como el Santa María, Moctezuma y Tampaón. Por el contrario en la zona occidental predomina un clima seco y semiseco, con corrientes de agua intermitentes.

El estado de San Luis Potosí es abastecido de recursos hídricos por medio de tres regiones hidrológicas (RH), la Región Hidrológica El Salado (RH37) al noroeste, la Región Hidrológica Pánuco (RH26) al sureste y una pequeña porción de la Región Hidrológica Lerma-Santiago (RH12). De las cuales, la Huasteca Potosina se encuentra completamente incluida en la RH26 (ver mapa no.3 del Anexo I).

1.1.2.1.- Región Hidrológica Pánuco (RH26)

Está dividida en dos regiones, Alto Pánuco y Bajo Pánuco, comprende el 45.60 por cien del total del territorio del estado de San Luis Potosí, y está conformado con cuatro cuencas hidrológicas, la más grande de ellas es la Cuenca (C) Río Tamuín, cuya extensión equivale al 38.94 por ciento de la superficie total del estado. De acuerdo a las dimensiones posteriormente encontramos a la Cuenca (D) Río Moctezuma con una dimensión de 4.489 por ciento del territorio potosina. Por su parte la Cuenca (A) Río Pánuco, sólo cubre el 1.23 por ciento del área. Y por último encontramos a la Cuenca (B) Río Tamesí, cuya longitud apenas cubre el 0.54 por ciento de la extensión territorial del estado.

1.1.2.1.1.- Cuenca (A) Río Pánuco

Se encuentra en la porción oriente de la RH26 y limita al norte con la Cuenca (B) Río Tamesí y al occidente con la Cuenca (C) Río Tamuín. La precipitación total anual de esta zona va de 800 a 1000 mm y cuyo rango de escurrimiento es de 100 a 200 mm. La infraestructura hidráulica con que se cuenta es una serie de canales que distribuyen el agua hacia las zonas de cultivo del Distrito de Riego 92 (Río Pánuco-Las Ánimas-Chicayan-Pujal Coy).

1.1.2.1.2.- Cuenca (B) Río Tamesí

Se encuentra al noreste de la RH26 y limita al sur con la Cuenca (A) Río Pánuco y al suroeste con la Cuenta (C) Río Tamuín. En esta porción del territorio la precipitación total anual varía de 800 a 1200 mm, sufriendo un incremento hacia el occidente de la cuenca. El rango de escurrimiento es de 200 a 500 mm.

1.1.2.1.3.- Cuenca (C) Río Tamuín

De las cuatro cuencas de la RH26 esta cuenca es la que aporta más agua superficial, puesto que tiene red fluvial bastante compleja, de la que sobresalen los ríos Verde y Santa María, que en parte se forman por los escurrimientos provenientes de la Sierra de Álvarez.

Debido a la gran extensión con que cuenta esta cuenca, a lo largo de ella se presentan fuertes variaciones de temperatura y precipitación. La diferencia de mm de precipitación va desde los 400 mm a 1500 mm, o más aún, los 2500 mm que se registran en las cercanías del municipio El Naranjo. De igual manera el rango de escurrimiento oscila entre 200 mm y 500mm. Asimismo, la cuenca fue disgregada en varias subcuencas, debido a su gran tamaño, entre las que están: subcuenca (a) Río Tamuín, subcuenca (b) Río Valles, subcuenca (c) Río puerco, subcuenca (d) Río Mesillas, subcuenca (e) Río de los Naranjos, subcuenca (f) Drenaje subterráneo, subcuenca (g) Río Gallinas, subcuenca (h) Río Verde, subcuenca (i) Río Santa María Alto, subcuenca (j) Ríos Santa María Bajo y la subcuenca (k) Drenaje subterráneo. De

las cuales sólo las subcuencas a, b, c, d, e, g y k están dentro de zona de la Huasteca Potosina.

1.1.2.1.4.- Cuenca (D) Río Moctezuma

Cuenca que comprende la parte sureste de la Huasteca Potosina, a su vez es conformada por las subcuencas (a) Río Moctezuma, (b) Río Axila y (z) Río San Pedro. Tiene sus límites al oeste y noroeste con la Cuenca (C) Río Tamuín. En esta región la precipitación varía de los 1000 mm que se presentan en la parte noreste de la cuenca, a los 3500 mm que se registran en el sureste. Para los cuales se mide un escurrimiento de 100 a 200mm.

1.1.3.- El Clima de la Huasteca Potosina

De acuerdo con la Síntesis de Información Geográfica y la Carta Estatal de Climas del INEGI (1996) los climas que predominan en la Huasteca potosina son los del Grupo de Climas Cálidos A y el Grupo de Climas Templados C (ver mapa no.4 del Anexo I).

El subgrupo de climas cálidos A pertenece al Grupo de Climas Cálidos A y se caracteriza por presentar una temperatura media anual mayor de 22° C y una temperatura media anual del mes más frío por encima de 18° C.

En el extremo noreste de la Huasteca potosina impera un clima Aw_0 , el cual presenta menor humedad de todos los tipos cálidos subhúmedos con lluvias en verano del Grupo A los que se caracterizan por tener una precipitación menor a 60 mm en sus meses más secos. El Aw_0 se destaca por una precipitación invernal que va del 5 al 10 por ciento de la anual.

La humedad va creciendo al oeste, donde encontramos un clima del tipo Aw_1 , hacia el municipio de Ciudad Valles y más al oeste el clima cambia a Aw_2 , el cual es el más húmedo de los climas cálidos subhúmedos.

Más al oeste de la Huasteca Potosina la temperatura va disminuyendo y es donde encontramos al Grupo de Climas Templados C, en especial a los del subgrupo de climas semicálidos (A)C, los que se caracterizan por presentar una temperatura media anual mayor a los 18° C y una temperatura media del mes más frío entre -8° C y 18° C.

El clima que predomina en la Huasteca Potosina de este grupo es del tipo semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, (A)C(m)(w), con una precipitación del mes más seco menor a los 42 mm y la precipitación de invierno menor al 5 por ciento de la anual. De este grupo encontramos también al clima (A)C(w₁)(w), aunque su predominancia se ejerce en una porción menor del territorio de la Huasteca Potosina. Este clima pertenece al tipo de semicálidos subhúmedos con lluvias en verano, que se caracterizan por tener una precipitación del mes más seco menor a 40 mm, presenta una humedad media, comparada con los otros dos climas del tipo semicálidos, y una precipitación invernal menor al 5 por ciento.

Las precipitaciones más abundantes de todo el estado de San Luis Potosí se dan en la Huasteca Potosina, y estas van de los 3000 a 3500 mm, La parte más seca de la Huasteca es en la porción noreste, y aún así esta presente una precipitación anual que va de 800 a 1000 mm, muy por arriba de lo que podemos esperar en otras zonas de San Luis Potosí como en la región noreste (ver mapa no.5 del AnexoI).

Al igual que con la precipitación, las temperaturas más elevadas presentes en el estado de San Luis Potosí, tienen lugar en la Huasteca Potosina, donde domina en casi toda la región una temperatura media anual va de 24 a 26° C, y en una porción menor, la temperatura media oscila entre 22 y 24° C (ver mapa 6).

1.1.4.- Edafología de la Huasteca Potosina

En la Huasteca Potosina no existe una unidad de suelo dominante, ya que en su territorio podemos encontrar por lo menos seis de ellas, entre las que están los suelos Regosol, Litosol, Vertisol, Rendzina, Feozem y Luvisol. Gracias al papel que juegan el clima y la vegetación en la formación del suelo, en esta región los suelos son ricos en materia orgánica a causa de que sostienen exuberante vegetación, destacando las

comunidades vegetales de selvas, bosque de encino y pino, pastizales y matorral submontano.

En la provincia Llanura Costera del Golfo Norte los suelos son profundos, de origen residual y coluvio-aluvial, se desarrollan sobre los lomeríos suaves con bajadas constituidas por lutitas y llanuras con lomeríos constituidos por lutita-arenisca. Son suelos de textura fina, lenta permeabilidad y difíciles de trabajar cuando están húmedos a causa de su alto contenido de arcilla.

1.1.4.1.- Unidad de Suelos Vertisoles

Los suelos vertisoles son de origen residual y coluvio-aluvial, derivados de rocas lutita y arenisca, en áreas como Ciudad Valles, Tamuín, Ébano y San Vicente Tancuayalab; en la provincia Sierra Madre Oriental son fundamentalmente de origen aluvial.

Presentan colores oscuros, textura muy fina por su alto contenido de arcillas del tipo montmorilonita, sufren procesos de concentración y dilatación. En épocas de secas son duros y masivos, pero en época de lluvias son lodosos, plásticos y adhesivos, con tendencias a inundaciones.

En esta unidad de suelo existen dos subunidades: el Vertisol pélico de color oscuro y el Vertisol crómico con colores pardos o amarillentos.

1.1.4.2.- Unidad de Suelos Rendzinas

Son suelos que se forman gracias a las condiciones climáticas, ya que a mayor temperatura y precipitación se favorece el alto intemperismo tanto físico como químico de rocas calizas, de ahí que sean de origen residual y coluvial. Estos suelos tienen poca profundidad y un desarrollo moderado ya que presentan a una profundidad de un poco menos de 50 cm una fase lítica o petrolítica. Son de color oscuro o pardo rojizo, con alto contenido de materia orgánica y pH ligeramente alcalino, con predominio de textura fina.

1.1.4.3.- Unidad de Suelos Feozems

Suelos de origen residual coluvio-aluvial derivados de rocas riolitas, toba ácida, caliza y lutita; y en algunas áreas son de origen aluvial. Exhiben un color pardo oscuro y textura media, poseen un pH ligeramente ácido y con alto contenido de materia orgánica. Son suelos que tienen su fase lítica aproximadamente a los 100 cm de profundidad, por lo que se considera que tienen una profundidad media. Existen dentro de esta unidad tres subunidades. Una de ellas presenta un alto contenido de carbonatos dentro de los primeros 50 cm de profundidad, estos son los Feozems calcáricos. Los Feozems lúvicos tienen un alto contenido de arcillas, y por último los Feozems háplico que no presentan una característica tan distintiva como los anteriores.

1.1.4.4.- Unidad de Suelos Regosoles

Son suelos poco profundos y de poco desarrollo, presentan colores claros amarillentos muy parecidos a los de la roca de la cual se originan, pueden ser riolita, caliza, lutita y aluvión en menor proporción. Tienen un pH ligeramente alcalino y una textura media. Las subunidades de los Regosoles son el Regosol calcárico, que se caracteriza por su alto contenido de carbonatos y el Regosol eútrico los cuales tienen un alto contenido de nutrientes minerales.

1.1.4.5.- Unidad de Suelos Luvisoles

Suelos que se originan de la disgregación de roca caliza, la cual fue erosionada gracias a las fuertes precipitaciones y altas temperaturas de las zonas propias de su génesis, así como también de la acumulación de materiales finos de arcilla y óxidos de hierro y manganeso, de ahí que se considere de origen residual y coluvial. La textura que presenta puede ser fina o media. En el caso de los Luvisoles órticos tienen un color rojo pardo y para los Luvisoles crómicos es un color rojo intenso, un alto contenido de materia orgánica y un pH ácido.

1.1.4.6.- Unidad de Suelos Litosoles

Son suelos poco profundos, su espesor no va más allá de los 10 cm, este reposa directamente sobre la roca o a una fase dura y presenta bastantes afloramientos rocosos. Su origen es residual, provenientes en gran parte de rocas caliza-lutita en la sierra La Colmena en Ciudad Velles. Su color es gris oscuro, su textura es media y un pH ligeramente alcalino, por lo general estos suelos se asocian con suelos regosoles, rendzinas y feozems.

1.2.- La plaga de la Langosta y su distribución geográfica

La Huasteca Potosina es una de las regiones donde se ha registrado, durante las últimas cuatro décadas, la presencia frecuente de plagas como la Langosta, Mosca de los Frutos, Saltón y Roya del Café, entre otras.

La langosta (*S. piceifrons*) pertenece al orden orthóptera y presente las fases de desarrollo de huevo, ninfa y adulto o imago.

Los huevos son ovipositados en masas conocidos como otecas, son depositados dentro del suelo. Estos huevesillos de color crema o amarillo claro, tienen una forma alargada y miden entre 8 y 10 mm de longitud y de 1 a 2 mm de ancho.

En su etapa joven las langostas son conocidas como ninfas, en cual está compuesto de 5 a 6 estadios en base a su desarrollo. En la primera fase mide de 6 a 7 mm y cuenta con 17 segmentos en las antenas, en la segunda su tamaño se incrementa entre 4 y 7 mm más, así como también sus segmentos antenares suben a 20 y aparecen los paquetes alares, durante la tercera etapa de juventud su tamaño se encuentra ya entre los 16 y 18 mm, sus antenas presentan 22 segmentos y los paquetes alares toman una forma triangular, en el cuarto lapso tiene una dimensión que va de los 20 a los 24 mm, sus antenas adquieren 2 segmentos y en sus alas se percibe el inicio de la venación, en el quinto momento de su juventud su tamaño es de entre los 27 a los 30 mm, se incorporan otros 2 segmentos a sus antenas y su paquete alar cambia de su posición, anteriormente ventral, a una postura posterior, para el sexto instante su cuerpo mide de 35 a 45 mm, sus antenas contienen 28 segmentos.

En la última fase de desarrollo es conocida como imago a una langosta voladora joven cuyos órganos sexuales son inmaduros, un adulto es un imago cuyos órganos reproductores son funcionales. La langosta en este momento presenta dimorfismo sexual; su color cambia de forma gradual de un café rojizo en el caso de imagos a café amarillento en los adultos, lo que significa que han alcanzado la madurez sexual.

La distribución geográfica de la langosta es desde el Sureste de México, al Sur del Trópico de Cáncer, en altitudes por debajo de los 2000 metros sobre el nivel del mar (m.n.s.m.) hasta Costa Rica. Las áreas de reproducción permanente y gregarización están en México en la Península de Yucatán. En Guatemala se localizan sobre la Costa del Pacífico y en El Salvador, Honduras y Nicaragua en las zonas aledañas al Golfo de Fonseca. Estas áreas de reproducción requieren contar con altitudes iguales o menores a los 100 msnm, estaciones climáticas de secas y lluvias muy bien definidas y temperatura media entre 28 y 32° C durante todo el año.

La distribución geográfica de las plagas, a lo largo de la Huasteca Potosina, parece hacerse presente en los espacios cultivados de los 20 municipios que la componen. Sin embargo, en los datos que se tienen registrados, desde 1960 se destaca que las plagas se presentan con mayor frecuencia en los municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab. En concreto, en los registros de 1963, 1964, 1965, 1989, 1990, 1991, 1996, 1997 y 1998. Encontrando que para esta serie de años, las plagas que más se manifestaron fueron del Chapulín y la Langosta. A partir del año 2000 estas plagas han estado atacando diversos cultivos en cada uno de los municipios, por ejemplo en Tamuín se han visto afectados los pastizales, el cultivo de caña y en el 2002 también el cultivo de cítricos. En el municipio de Ébano en los últimos años han sido perturbados los cultivos de maíz, algodón, soya, sorgo, cítricos y pastizales. En San Vicente fueron generalmente pastizales los que se han visto afectados por la Langosta y el Chapulín².

² Datos tomados de la Base de Datos titulada Control Químico 2 del proyecto “Propuesta de una metodología para identificar zonas vulnerables a la sequía y a las plagas que afectan a las actividades agropecuarias en la Huasteca Potosina, apoyada en imágenes de satélite, sistemas de información geográfica, análisis multivariado y un modelo de simulación climática” Dirigido Por la Dra. María Guadalupe Galindo Académica de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Proyecto en Coordinación con SAGARPA y CONACYT.

Un elemento que es necesario tomar en cuenta para establecer el área de distribución de la plaga de la langosta en la Huasteca potosina es el clima, ya que la causa debido a la cual las plagas de la langosta y el chapulín se hacen presentes en esta región de manera continua, es porque esta zona presenta las condiciones climáticas adecuadas para estos insectos ovíparos. Las áreas de reproducción permanente de la Langosta se caracterizan por tener altitudes menores o iguales a 100 msnm, esta región debe presentar dos estaciones climáticas bien definidas, el período de secas y el de lluvias y presentar temperaturas medias oscilantes entre 28 y 32°C durante todo el año (INIFAP, SAGARPA 2005). Dentro de su ciclo biológico las hembras chapulín entierran sus huevecillos a una profundidad de 1.5 a 5.0 cm. del suelo, en praderas y agostaderos, terrenos baldíos, orillas de caminos, canales y drenes. Los huevecillos comienzan a eclosionar al iniciar la temporada de lluvias, aunque pueden retrasar el tiempo de eclosión en años secos (INIFAP, SAGARPA 2005).

1.3.- Prácticas de control de la plaga de la Langosta

Las medidas de control para la langosta son tomadas y puestas en práctica generalmente en los meses de agosto a septiembre, cuando la langosta está en etapa adulta. En este período la langosta forma mangas, altamente voraces y se desplazan rápidamente, características que dificultan su control.

El Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias, recomienda para un manejo más eficaz de la plaga de la langosta, que el control se haga en tres etapas, basadas éstas en las fases de desarrollo de la langosta. Éste tipo de manipulación tiene el objetivo de evitar la formación de mangas de langostas en fase adulta. La primera etapa va de junio a agosto, cuando la langosta está en ninfas de primera generación. La segunda atacando a las ninfas de segunda generación durante los meses de septiembre a noviembre, y por último, la tercera etapa será cuando la langosta sea imago, esto se da en el período comprendido de diciembre a junio (Inifap, 2005).

El control cultural es un método propuesto para el manejo de la plaga de la langosta sin la aplicación de químicos. Éste consiste en barbechar los terrenos a una profundidad no menor a los 30 centímetros, con lo cual se expondrá a los huevecillos a

las inclemencias del tiempo y estarán a merced de sus enemigos naturales. Para prevenir la formación de plagas, el proceso fitosanitario debe realizarse en las zonas gregarígenas.

Otra alternativa de control de la langosta es el empleo de micoinsecticidas, una opción de control considerada ambientalmente más segura. Gran Bretaña y Australia fueron los países que impulsaron el desarrollo de insecticidas biológicos para el combate de la langosta. En estos países desarrollaron dos insecticidas de este género, Green Muscle y Grenn Guard, ambos tienen como ingrediente activo un hongo hifomiceto del género *Metarhizium*.

En la Huasteca Potosina, los mejores resultados en el control de la plaga de la langosta mediante la aplicación de insecticidas biológicos, se han obtenido con aquellos cuya ingrediente activo es a base del hongo *Metarhizium anisopliae*, de la variedad *acridum*, en concentraciones de 1.2×10^{12} conidias por hectárea, con lo que se ha obtenido hasta un 100 por ciento de efectividad a los 10 días de aplicación.

En lo concerniente a la práctica del control químico en la Huasteca Potosina se han utilizado plaguicidas de diversos grupos químicos. De los organofosforados se ha empleado el Malathion y Parathion, también se han aplicado piretroides y en los últimos años el que se ha usado con más frecuencia es el Fipronil.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias pensando en una estrategia de manejo regional para la utilización de estos productos químicos, evaluaron la efectividad de los diversos insecticidas empleados, el intervalo de seguridad y toxicidad, su manejo toxicológico de la resistencia y los costos de uso y manejo. Con todo ello llegaron a la conclusión de que el Malathion y el Fipronil son los insecticidas más convenientes, debido a su efectividad, residualidad, economía y bajo impacto ambiental por su selectividad. También determinaron que las dosis de aplicación más adecuadas serían para el fipronil 5 gramos de ingrediente activo por hectárea (g a.i/ha) y para el Malathion de 1000 g ia/ha (Inifap, 2005).

1.4.- El plaguicida Fipronil

El Fipronil es un plaguicida que ha sido dado a conocer ampliamente como un plaguicida que actúa de manera selectiva en su modo de acción como inhibidor del paso de iones por el canal de GABA, este es un canal receptor del sistema nervioso que controla la actividad de las neuronas regulando el paso de iones negativos de cloro. Gunasekara (2007) menciona que el Fipronil demuestra una toxicidad selectiva hacia insectos (donde la LC_{50} puede ser menor a 24.8 nM o ~11.7 mg/L) por tener una fuerte afinidad para adherirse con mayor facilidad al canal de GABA en insecto que en mamíferos.

Bajo estos mismos lineamientos se promulga Hainzl (1996) agregando que el Fipronil es un excelente nuevo insecticida para la protección de cosechas con una buena selectividad entre insectos y mamíferos. La acción del insecticida envuelve el bloquear el canal de cloruro ácido lamda-aminobutirico con mucha más sensibilidad a insectos que a mamíferos. El Fipronil contiene una porción de trifluorometilsulfinil que es único entre los agroquímicos y por lo tanto presumiblemente importante en su excelente desempeño. Este elemento inesperadamente sufre una nueva y fácil reacción en plantas que son expuestas a la luz del sol, cediendo el paso el trifluorometilpirasol, al derivado desulfinil. La persistencia de este fotoproducto y su alta neurotoxicidad, resultado de bloquear el canal de cloro el ácido lamda-aminobutirico, sugiere que podría ser un contribuidor significativo en la efectividad del fipronil. Además, el Fipronil desulfinil no es un metabolito en mamíferos, de ahí que las evaluaciones de seguridad deben tomar en cuenta no solamente el compuesto principal sino también sus nuevos productos generados en el ambiente.

Estudios posteriores le hacen continuar con esta postura pero añadiendo que también esta selectividad depende de la tasa de conversión al metabolito sulfona que es mas persistente y menos selectivo y al desulfinil, el cual es producto de la degradación por fotólisis (Hainzl, 1998).

Por su parte, Ratra (2001) reporta que la selectividad del Fipronil se debe principalmente a la composición en subunidades que presenta el receptor GABA y a que

cada una de estas subunidades reacciona con diferente sensibilidad ante el Fipronil, éste plaguicida tiene una potencia alta para adherirse al receptor beta3 homooligomérico.

En este sentido van las aseveraciones hechas por Mohamed (2004), quien menciona que el Fipronil se adhiere al receptor GABA_A, una transmembrana compuesta por 5 subunidades de 7 familias. In Vitro fipronil se adhiere al receptor (homooligomérico) β_3 de los insectos con gran afinidad, mientras que en mamíferos ésta adherencia es débil. Esto se debe a las diferencias que presentan las subunidades β_3 , ya que el Fipronil se une a la subunidad β_3 en insectos de 150-2000 veces más que en mamíferos.

Las características de selectividad y efectividad, aunadas a los costos, son las que hacen que se prefiera la utilización del Fipronil sobre otros plaguicidas, como los organofosforados.

La selectividad mostrada nos ayudaría a pensar que el daño a la salud humana no representaría grandes probabilidades, sin embargo, fueron estos mismos estudios de selectividad los que mostraron que los productos derivados de la degradación del Fipronil no presentan la misma selectividad que su compuesto padre. Mohamed (2004) descubrió que el Fipronil Sulfona (producto de la oxidación o del metabolismo en biota del Fipronil) se adhiere al receptor GABA en humanos 6 veces más ávidamente que el Fipronil.

Así mismo el Fipronil Desulfinitil (producto de la degradación del Fipronil por medio de fotólisis), puede ligarse al canal de GABA en humanos de manera más potente, hasta 10 veces más que el Fipronil (Hainzl, 1996).

De ahí la necesidad de conocer los efectos que la utilización de plaguicidas como el Fipronil puede provocar en la salud de los humanos.

Estudios enfocados en este sentido descubrieron que el Fipronil en humanos es metabolizado por los citocromos CYP3A4 y CYP1A1 (Thang, 2004; Joo, 2007), generando como resultado de este proceso Fipronil sulfona.

Entre los efectos que genera en humanos la exposición al Fipronil están la sobre expresión de los citocromos CYP1A1 mRNA (desde 3.5 hasta 55 veces) y CYP3A4 (de 10 a 30 veces) (Rose, 2006).

El Fipronil, al igual que otros plaguicidas, incluidos chlorpirifos y permetrinas, ha mostrado ser un inductor de isoformas CYP en hepatocitos humanos, siendo el Fipronil el más potente inductor.

Por último Tingle (2000) menciona que durante el proceso de metabolización del Fipronil se eleva la excreción de hormonas en la tiroides, y esto destacó que más información era necesaria para identificar otros potenciales modos de acciones carcinógenas de tiroides.

Capítulo II

Características físico-químicas y toxicidad del plaguicida Fipronil y de los productos químicos resultado de su degradación.

En la Huasteca potosina se han empleado varios plaguicidas para combatir la plaga de la langosta, sin embargo en los últimos años se han inclinado por la utilización del Fipronil para sustituir a los que se usaron en años anteriores (Inifap, 2005), ya que consideran que el Fipronil actúa bajo cierta selectividad de acción sobre insectos y por lo tanto no generaría efectos adversos sobre mamíferos (Hainzl, 1998). Esta es una de las razones por las cuales este estudio se enfocará en el Fipronil, otra de ellas es que este plaguicida es de reciente generación, por lo que no se cuenta con gran existencia de estudios sobre sus efectos en la práctica.

2.1.- Origen químico del Fipronil

El Fipronil es un insecticida que fue descubierto y desarrollado por Rhône Poulenc Agro en 1987 (Pan-UK 2000; Connelly 2001), fue introducido en el mercado hasta 1993 y fue registrado como plaguicida en los Estados Unidos hasta el año de 1996.

El Fipronil pertenece al grupo de insecticidas denominado pirazoles y en específico a la clase de los fenilpirazoles.

Los pirazoles comprenden tanto a los compuestos orgánicos de anillo aromático simple de las series heterocíclicas caracterizadas por una estructura de anillo de 5 elementos, compuesta por 3 átomos de carbono y dos átomos de nitrógeno en adyacente posición, como a los insustituibles del compuesto padre.

Los pirazoles son producidos sintéticamente por medio de la reacción de aldehídos alfa, beta insaturados con hidracina y subsiguiente dehidrogenación.

El grupo de insecticidas fenilpirazoles está conformado por acetropole, ethioprole, pyraclofos, pyrafluprole, y fipronil (ver cuadro no.1)

Cuadro no.1. Insecticidas del grupo Fenilpirazoles

Nombre	Fórmula	Estructura
Acetropole	$C_{13}H_{10}Cl_2F_3N_3O_2S$	
Ethiprole	$C_{13}H_9Cl_2F_3N_4OS$	
Pyraclufos	$C_{14}H_{18}ClN_2O_3PS$	
Pyrafluprole	$C_{17}H_{10}Cl_2F_4N_6S$	
Fipronil	$C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$	

El último elemento que integra este grupo, el Fipronil, empleado para combatir ácaros e insectos (Word, 2006).

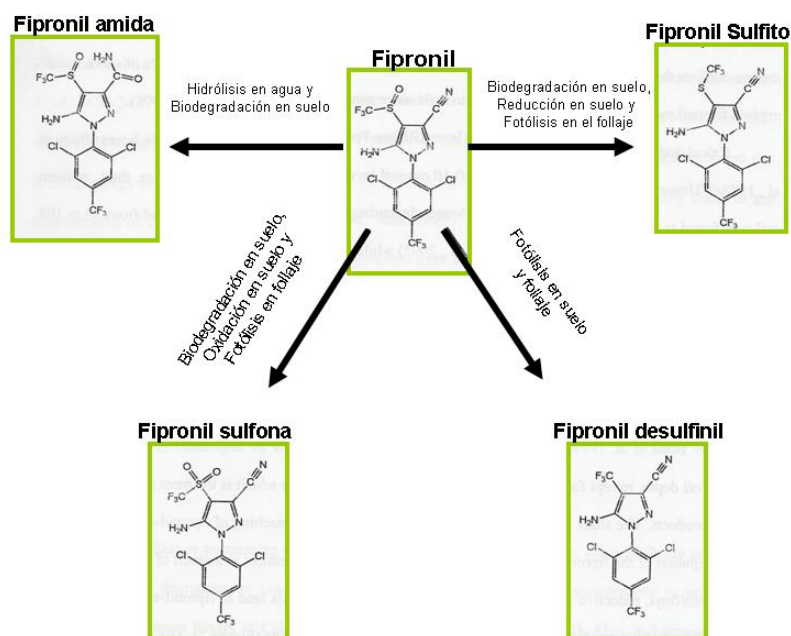
Una de las cualidades químicas del Fipronil es su potencialidad de adherirse a las partículas del suelo, esto se puede saber por su coeficiente de carbono orgánico (K_{co}), cuya constante para el fipronil corresponde a 803 ml/g de carbono orgánico y se encuentra dentro del rango de 100 a 1,000 ml/g de carbono orgánico y que está en la clase de moderadamente adherible al suelo, con lo que podemos deducir que por esta afinidad de fijarse a las partículas de carbono orgánico no vamos a encontrar filtraciones del Fipronil hacia mantos freáticos, a menos que en las áreas donde éste haya sido aplicado existan fracturas que faciliten su filtración.

Otra de sus características a considerar es su capacidad de volatilizarse, ya que con esto sabríamos si es un compuesto que vamos a encontrar suspendido en el aire en el momento en que es aplicado o posteriormente. La capacidad de volatilizar la conocemos por medio de la constante de la Ley de Henry, en este caso el fipronil tiene una constante de la Ley de Henry de 3.7×10^{-5} atm m³/mol, que corresponde al rango que va de 3×10^{-7} a 1×10^{-5} atm m³/mol y se relaciona con baja volatilidad.

La constante K_{ow} representa una característica físico- química a tomar en cuenta del fipronil para saber si este compuesto es liposoluble o hidrosoluble, esta constante corresponde a la partición octanol-agua (K_{ow}), y a su vez con el logaritmo de dicha variable comprenderemos si el fipronil tiene la capacidad de bioacumularse. El fipronil tiene un logaritmo de la constante K_{ow} de 4.01, por lo tanto tiene un valor significativo para que se dé la bioacumulación (Conelly, 2001).

El Fipronil, debido a varias características del ambiente donde se encuentre, puede sufrir diversas modificaciones en su composición química por medio de un proceso de degradación o biodegradación y con ello dar paso a otros productos químicos.

Vías y productos de degradación del Fipronil



2.1.1.- Características físico-químicas de los compuestos químicos producto de la degradación del Fipronil.

Se revisó de los compuestos derivados del Fipronil, al igual que del Fipronil, la capacidad de adherirse a las partículas del suelo, de volatilizarse y de bioacumularse, en base a la constante de carbono orgánico (K_{oc}), la Ley de Henry y el logaritmo del coeficiente de partición octanol-agua ($\log K_{ow}$), respectivamente. Los resultados se pueden observar en la tabla no.1.

Tabla no.1.-Características físico-químicas de las sustancias derivadas del Fipronil

Compuesto	K_{oc} (en ml/g de carbono orgánico)	Ley de Henry ¹ (en Pa)	$\log K_{ow}$ ²
Fipronil sulfona	4209	7.6×10^{-7}	3.8
Fipronil sulfito	2719	2.3×10^{-6}	3.7
Fipronil desulfinil	1290	0.4×10^{-5}	3.4
Fipronil amida	166		

¹ Calculada a 25° C
² Estimado a 20° C
Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO, 2001

Como podemos ver los productos derivados de la degradación del fipronil presentan características físico-químicas cuando no iguales, sí muy similares a las características de su compuesto padre, el Fipronil, ya que tienen la capacidad de bioacumularse, exhiben una baja volatilidad y moderada adherencia a las partículas del suelo, a excepción el Fipronil amida que en este último apartado tiene una mayor movilidad en suelo.

2.2.- Mecanismos de Toxicidad

El Fipronil es un insecticida de nueva generación caracterizado por su modo de acción, el cual no sigue los patrones bioquímicos comunes de los plaguicidas que fueron empleados con anterioridad en la Huasteca Potosina para el control de la plaga de la langosta, dichos plaguicidas son los piretroides (bloqueador del canal de sodio) y los organofosforados (inhibidores de la acetil colinesterasa) los cuales son insecticidas clásicos a los que algunos insectos han desarrollado resistencia (Gunasekara, 2007).

La acción diferencial de insecticidas sobre los sitios que son el objetivo receptor tanto en insectos como en mamíferos es un factor importante. De esta manera encontramos por ejemplo que los piretroides mantienen el canal de sodio abierto por un período de tiempo prolongado, causando elevación en la despolarización más allá del potencial. Una vez que el potencial alcanza el umbral para la excitación, repetitivas descargas posteriores son producidas, resultando en una hiperexcitación de los animales intoxicados.

El Fipronil es conocido por atacar al receptor ácido gamma-aminobutírico para bloquear el canal de cloruro. El Fipronil es efectivo contra ciertas especies de insectos que han llegado a ser resistentes a muchos insecticidas, incluyendo aquellos que actúan sobre el receptor ácido gamma-aminobutírico, y es mucho más tóxico para insectos que para mamíferos. Recientemente se ha encontrado que el Fipronil bloquea el canal de cloruro de glutamato activado en las neuronas de las cucarachas de manera potente. Dado que los mamíferos están desprovistos de este tipo de canal de cloro, la acción de

bloquear el canal de cloro glutamato activado es estimada a ser responsable, al menos parcialmente, por la alta selectiva toxicidad que tiene por los insectos sobre los mamíferos y por la falta de resistencia (Narahashi, 2007). Esta acción de atacar al GluCl_s (Canal activado de glutamato), también es realizada por el Fipronil sulfona, el cual es un producto de la degradación del fipronil, de igual manera esto es relacionado con la selectividad del fipronil a insectos sobre mamíferos (Zhao, 2005).

El ácido gama-aminobutirico (GABA) es un mensajero químico altamente distribuido en el cerebro. La función natural de este ácido es reducir la actividad de las neuronas a las cuales se une. Algunas investigaciones sugieren que uno de los propósitos del GABA es controlar el miedo o la ansiedad experimentada cuando las neuronas son sobre excitadas.

Los receptores GABA son probablemente los receptores que más se presentan en el sistema nervioso de los mamíferos. Se estima que cerca del 40 por ciento de las sinapsis en el cerebro de los humanos trabaja con GABA y por lo tanto tienen receptores GABA.

Cuando el ácido gama-aminobutirico (GABA) se adhiere a los receptores, hiperpolariza la neurona, modificando un poco su forma para permitir el paso de iones a través de su canal central. Este canal principalmente deja pasar iones negativos de cloro a las neuronas para con ello reducir su excitación.

El ácido gama-aminobutirico (GABA), aplica su efecto en al menos tres diferentes tipos de receptores: GABA-A, GABA-B y GABA-C. Cada uno de estos receptores es una macromolécula que está compuesta de varias subunidades.

El receptor GABA-A, es un canal receptor de iones de cloro, cuando este canal es abierto es permeable al paso de iones de cloro y de bromo.

Hay dos tipos de receptores GABA-B, GABA-B R1 y GABA-B R2, son presináptico y postsináptico. La activación del receptor presináptico GABA-B decrece la liberación del ácido gama-aminobutirico y de otros transmisores. La activación del receptor postsináptico GABA-B modula la apertura del canal de potasio, el cual induce

a una salida intracelular de potasio y consecuentemente a un hiperpolarización de la membrana.

Fipronil representa la segunda generación de insecticidas que actúan en el sistema receptor GABA como un bloqueador no competitivo. Los policlorocicloalcanos (polychlorocycloalkanes) son la primera generación de tales insecticidas, ejemplo de ella son los plaguicidas endosulfon y lindano (Conelly, 2001; Hainzl, 1998).

El Fipronil es el único entre los agroquímicos que contiene una porción de trifluoromethylsulfinil, característica que lo hace presumiblemente importante en su excelente desempeño. Sin embargo, se ha encontrado que éste trifluorometilsulfinil contenido en el fipronil, es fotodegradable y por una inusual recomposición de reacción de eliminación dirige a un nuevo agente activo, el desulfinil. El trifluoromethylsulfinil inesperadamente sufre una nueva y fácil reacción en plantas que son expuestas a la luz del sol, cediendo el paso el trifluoromethylpirazol, al derivado desulfinil. Este producto de la fotodegradación es altamente persistente y presenta una alta neurotoxicidad. La neurotoxicidad proviene del resultado de bloquear el canal de cloro el ácido lamda-aminobutirico, se sugiere que este podría ser un contribuidor significativo en la efectividad del Fipronil. Además, el Fipronil desulfinil no es un metabolito en mamíferos, de ahí que las evaluaciones de seguridad deben tomar en cuenta no solamente el compuesto principal sino también sus nuevos productos generados en el ambiente (Hainzl,1996).

Las diferencias en la sensibilidad del receptor $\beta 3$ se presentan en todo canal de GABA esto se puede constatar al observar las IC_{50} en insectos, las cuales fueron de 3-12 nM para Fipronil y sus derivados Fipronil sulfona y Fipronil desulfinyl. Mientras que en vertebrados (humanos, perros, ratones, pollos y salmón) los valores promedio del IC_{50} fueron de 1103, 175 y 129 nM para Fipronil, Fipronil sulfona y Fipronil desulfinyl respectivamente. Estas diferencias de sensibilidad parecen ser un factor para que el Fipronil sea mucho más tóxico para insectos que en vertebrados (Hainzl, 1998), (ver tabla no.2).

Tabla no.2.- Comparación de IC₅₀ entre invertebrados e insectos del Fipronil y derivados.

Compuesto	Vertebrados	Insectos
	IC ₅₀ (en nM)	
Fipronil	1103	3-12
Fipronil sulfona	175	3-12
Fipronil sulfito	129	3-12
Fuente: Elaboración propia en base a datos de Hainzl, 1998		

2.3.- Ecotoxicidad del Fipronil y de sus productos de degradación (fipronil sulfona, fipronil sulfito y fipronil desulfinyl)

La toxicidad ejercida del Fipronil sobre la fauna depende del grupo y de la especie en cuestión, ya que se pueden encontrar grandes variaciones de las dosis letales (DL₅₀) de acuerdo a la especie que se esté estudiando.

2.3.1.-Toxicidad del Fipronil y de sus productos de degradación en Aves

Colinus virginianus (Codorniz)

En estudios realizados sobre la toxicidad aguda del Fipronil en *Colinus virginianus* se determinó que la DL₅₀ de forma oral y aguda es de 11.3 mg i.a./Kg peso (Pedersen, 1990). Mientras que la DL₅₀ aguda oral del Fipronil desulfinyl para esta especie es de 5.41 mg/kg/peso (Pedersen, 1993) y la DL₅₀ oral aguda del Fipronil sulfona fue calculada en 41 mg/kg/peso (Gallagher, 2001). Cambiando la forma en que el Fipronil y sus derivados fueron suministrados a los individuos de esta especie encontraron que la concentración letal (DL₅₀) de corto tiempo para *Colinus virginianus* cuando el Fipronil fue administrado durante 22 días es de 48 mg i.a./kg dieta (Pedersen, 1990 (2)), la DL₅₀ de corto tiempo del Fipronil desulfinyl es de 110 mg/kg dieta (Gallagher, 2000) y del Fipronil sulfona fue determinada en 84 mg/kg/dieta (Gallagher, 1999).

Los estudios que efectuaron para identificar las concentraciones de Fipronil en las que se muestran efectos reproductivos adversos en esta especie determinaron una

concentración en la que no se observaron efectos (NOEC) de 10 mg i.a./kg dieta (equivalente a 0.88 mg i.a./kg dieta/día) (Pedersen, 1992), cuando el Fipronil fue suministrado durante 28 días (ver cuadro no.1).

Anas platyrhynchos (Ánade real o azulón)

La toxicidad aguda del Fipronil en *Anas platyrhynchos* fue establecida por una DL₅₀ > 2150 mg i.a./kg peso, ya que esta cantidad fue la mayor concentración probada en este estudio y por lo tanto determinan el nivel en el cual no hay un efecto adverso (NOEL) en 2150 mg i.a./kg peso (Pedersen, 1990), para el Fipronil desulfanyl la DL₅₀ fue de 437 mg/kg/peso (Helsten, 1994). La DL₅₀ del Fipronil sulfona es mayor a los 2000 mg/kg/peso (Gallagher, 2001), y en un estudio de dieta de corto tiempo (22 días) la DL₅₀ para el Fipronil excedió los 5000 mg/kg dieta (Pedersen, 1990). En estudios sobre efectos reproductivos negativos del Fipronil en *Anas platyrhynchos* fijaron una NOEC de 1000 mg/kg dieta, equivalente a 97.3 mg/kg peso/día (Pedersen, 1993) (ver cuadro no.1).

La DL₅₀ del Fipronil en forma oral y aguda en la especie *Passer domesticus* (Gorrión) la establecieron en 1120 mg i.a./kg peso (Pedersen, 1991); para el *Phasianus colchicus* (Faisán de Collar) en 31 mg i.a./kg; en la *Alectoris rufa* (Perdiz roja) y en *Columba livia* (Paloma bravía) la acoraron en 34 mg i.a./kg peso y 2000 mg i.a./kg peso respectivamente (Haking, 1992) y para la *Perdix perdix* (Perdiz pardilla) determinaron una DL₈₀ oral aguda de 30 mg/kg peso (Grolleau, 1993), (ver cuadro no.1).

Cuadro no.1.- Toxicidad del fipronil y de sus productos de degradación en Aves

Especie	Sustancia	Punto final	Duración	Valor
<i>Colinus virginianus</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)		11.3 mg i.a./Kg bw
<i>Colinus virginianus</i>	Fipronil desulfanyl	DL ₅₀ (aguda)		5.41 mg/kg/bw
<i>Colinus virginianus</i>	Fipronil sulfona	DL ₅₀ (aguda)		41 mg/kg/bw
<i>Colinus virginianus</i>	Fipronil	DL ₅₀ (corto tiempo)	22 días	de 48 mg i.a./kg dieta
<i>Colinus virginianus</i>	Fipronil desulfanyl	DL ₅₀ (corto tiempo)	22 días	110 mg/kg dieta
<i>Colinus virginianus</i>	Fipronil sulfona	DL ₅₀ (corto tiempo)	22 días	84 mg/kg/dieta
<i>Colinus virginianus</i>	Fipronil	NOEC	28 días	10 mg i.a./kg dieta
<i>Anas platyrhynchos</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)		> 2150 mg i.a./kg bw
<i>Anas platyrhynchos</i>	Fipronil desulfanyl	DL ₅₀ (aguda)		437 mg/kg/bw
<i>Anas platyrhynchos</i>	Fipronil sulfona	DL ₅₀ (aguda)		> 2000 mg/kg/bw
<i>Anas platyrhynchos</i>	Fipronil	NOEL		2150 mg i.a./kg bw
<i>Anas platyrhynchos</i>	Fipronil	NOEC		1000 mg/kg dieta
<i>Anas platyrhynchos</i>	Fipronil sulfona	DL ₅₀ (corto tiempo)		> 5000 mg/kg dieta

<i>Passer domesticus</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)	1120 mg i.a./kg bw
<i>Phasianus colchicus</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)	31 mg i.a./kg
<i>Alectoris rufa</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)	34 mg i.a./kg bw
<i>Columba livia</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)	2000 mg i.a./kg bw
<i>Perdix perdix</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)	30 mg/kg bw

2.3.2.-Toxicidad del Fipronil y de sus productos de degradación en Peces

Oncorhynchus mykiss (Trucha arco iris)

La toxicidad aguda del Fipronil y del Fipronil sulfona, Fipronil sulfito, Fipronil desulfinil y Fipronil amida, productos derivados de la degradación del Fipronil, fue investigada en la especie *Oncorhynchus mykiss* la concentración letal (CL₅₀) para con cada uno de los compuestos químicos y encontraron para Fipronil una CL₅₀ de 248 µg i.a./L (Ward, 1991), y para sus derivados sulfona, sulfito, desulfinil y amida de 39 µg/L (Bettencourt, 1992), 29.5 µg/L (Suteau, 1996), 31 µg/L (Collins, 1993) y 17 mg/L (Machado, 2001) respectivamente (ver cuadro no.2).

Lepomis macrochirus (Chopa criolla o pez blanquiazul)

La concentración letal (CL₅₀) del Fipronil en la *Lepomis macrochirus* se dio a los 85.2 µg i.a./L (Ward, 1991) y para el Fipronil sulfona y Fipronil desulfinil fue de 25 µg/L (Bettencourt, 1992) y 20 µg/L (Collins, 1993) respectivamente (ver cuadro no.2).

De igual manera estudiaron la toxicidad del Fipronil en otras especies como *Cyprinus carpio* (Carpa común), *Ictalurus punctatus* (Pez gato americano) y *Cyprinodon variegatus* (Guajacón), donde encontraron que sus CL₅₀ ascienden a 0.43 mg i.a./L (Handley, 1991), 0.56 mg i.a./L (Dionne, 1997) y 0.13 mg i.a./L (Machado, 1993) correspondientemente (ver cuadro no.2).

Cuadro no.2.- Toxicidad del fipronil y de sus productos de degradación en Peces

Especie	Sustancia	Punto final	Valor
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)	248 µg i.a./L
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Fipronil desulfinil	DL ₅₀ (aguda)	31 µg/L
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Fipronil sulfona	DL ₅₀ (aguda)	39 µg/L
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Fipronil sulfito	DL ₅₀ (aguda)	29.5 µg/L
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Amide	DL ₅₀ (aguda)	17 mg/L
<i>Lepomis macrochirus</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)	85.2 µg i.a./L
<i>Lepomis macrochirus</i>	Fipronil desulfinil	DL ₅₀ (aguda)	20 µg/L

<i>Lepomis macrochirus</i>	Fipronil sulfona	DL ₅₀ (aguda)	25 µg/L
<i>Cyprinus carpio</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)	0.43 mg i.a./L
<i>Ictalurus punctatus</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)	0.56 mg i.a./L
<i>Cyprinodon variegatus</i>	Fipronil	DL ₅₀ (aguda)	0.13 mg i.a./L

2.3.3.-Toxicidad del Fipronil y de sus productos de degradación en invertebrados acuáticos

Daphnia magna (Pulga de agua dulce)

En los estudios que realizaron para medir los efectos tóxicos del Fipronil y sus productos derivados de la degradación y con ello obtener la concentración a la cual se presenten las reacciones de inmovilización, debilitamiento y muerte (EC₅₀) para la *Daphnia magna* se mantuvo expuesta a un flujo continuo durante 48 horas y obtuvieron una EC₅₀ de 190 µg i.a./L para el Fipronil y 29 µg i.a./L, 100 µg i.a./L y 20 µg i.a./L (McNamara, 1990) pertenecientemente de Fipronil sulfona, Fipronil sulfito y Fipronil amide (ver cuadro no.3).

Mysidopsis bahia (Camarón mísido)

La toxicidad del Fipronil sobre la *Mysidopsis bahia* fue medida a un CL₅₀ de 140 ng i.a./L (Machado, 1994), así como las CL₅₀ para los productos derivados de la degradación del Fipronil a las 96 horas de exposición donde encontraron que la CL₅₀ del Fipronil sulfona para esta especie es de 56 ng i.a./L, para el Fipronil sulfito corresponde una CL₅₀ de 77 ng i.a./L y por último para el Fipronil desulfinyl determinaron una CL₅₀ de 1500 ng i.a./L (Putt, 2000), (ver cuadro no.3).

Corbicula fluminea (Almeja asiática)

En estudio realizado con Fipronil (BAS 350 1) se probaron 5 concentraciones con 2 réplicas y de 10 individuos en cada una. Los puntos finales de éste estudio fueron mortalidad y efectos subletales entre los que están anomalías físicas y de comportamiento. Concluyeron que a las 96 horas el Fipronil en una concentración de 2.0 mg i.a./L no causó muerte o efectos subletales a los individuos estudiados, por lo que definieron una CL₅₀ >2.0 mg i.a./L y una NOEC de 2.0 mg i.a./L (Putt, 2003), (ver cuadro no.3).

Lumbriculus variegatus (Gusano negro California)

También para la *Lumbriculus variegatus* estudiaron la mortalidad y efectos subletales de anomalías de comportamiento y físicas donde obtuvieron que ninguno de estos efectos fueron propiciados en esta especie a una concentración de 1.9 mg i.a./L, por lo tanto concluyeron en una NOEC de 1.9 mg i.a./L y una CL₅₀ >1.9 mg i.a./L (Putt, 2003), (ver cuadro no.3).

Procambarus clarkii (Cangrejo rojo americano)

El estudio para esta especie tuvo como punto final fue la mortalidad y determinaron una CL₅₀ de 180 µg Fipronil /L a las 96 horas de exposición y una NOEC de 60 µg Fipronil /L (Biever, 2003), (ver cuadro no.3).

Cuadro no.3.- Toxicidad del fipronil y de sus productos de degradación en invertebrados acuáticos

Especie	Sustancia	Punto final	Duración	Valor
<i>Daphnia magna</i>	Fipronil	EC ₅₀	48 h	190 µg i.a./L
<i>Daphnia magna</i>	Fipronil sulfona	EC ₅₀	48 h	29 µg i.a./L
<i>Daphnia magna</i>	Fipronil sulfito	EC ₅₀	48 h	100 µg i.a./L
<i>Daphnia magna</i>	Fipronil amida	EC ₅₀	48 h	20 µg i.a./L
<i>Mysidopsis bahia</i>	Fipronil	CL ₅₀	96 h	140 ng i.a./L
<i>Mysidopsis bahia</i>	Fipronil sulfona	CL ₅₀	96 h	56 ng i.a./L
<i>Mysidopsis bahia</i>	Fipronil sulfito	CL ₅₀	96 h	77 ng i.a./L
<i>Mysidopsis bahia</i>	Fipronil desulfonil	CL ₅₀	96 h	1500 ng i.a./L
<i>Corbicula fluminea</i>	Fipronil	CL ₅₀	96 h	> 2.0 mg i.a./L
<i>Corbicula fluminea</i>	Fipronil	NOEC	96 h	2.0 mg i.a./L
<i>Lumbriculus variegatus</i>	Fipronil	CL ₅₀	96 h	> 1.9 mg i.a./L
<i>Lumbriculus variegatus</i>	Fipronil	NOEC	96 h	1.9 mg i.a./L
<i>Procambarus clarkii</i>	Fipronil	CL ₅₀	96 h	180 µg/L
<i>Procambarus clarkii</i>	Fipronil	NOEC	96 h	60 µg/L

2.3.4.-Toxicidad del Fipronil y de sus productos de degradación en Insectos

Apis mellifera (Abeja europea)

La toxicidad aguda al contacto y oral fue determinada a partir de una DL₅₀ de 0.00593 µg i.a./abeja y 0.00417 µg i.a./abeja respectivamente, estas fueron establecidas a las 48 horas de exposición (Cole, 1991).

En estudio realizado en *Apis mellifera* para medir la toxicidad del Fipronil en campo y donde las semillas de los girasoles existentes han sido tratadas con Fipronil, este estudio fue realizado en la región de Lyon, Francia. Se instalaron las colmenas a una distancia de 1.5 km de los girasoles, esto se hizo del 27 de julio al 13 de agosto, cuando las temperaturas con altas así como también lo es la cantidad de flores presentes (un 40 por ciento). Encontraron que estas colmenas tuvieron una producción que variaba de 3.9 a 14.4 kg., cuando la producción normal de la región es de aproximadamente 15 kg./colmena, sin embargo los realizadores de este estudio no concluyen que la baja producción, mortalidad o comportamiento de la colonia de abejas se deba al hecho de que las semillas de girasol fueron tratadas con Fipronil sino al hecho de que en esa época hubo una baja producción de polen así como la alta temperatura y sequía que se presentó al final de la temporada de cosecha (Maurin, 1999).

Bajo condiciones de semi-campo realizaron otro estudio para ver la toxicidad del Fipronil sobre la *Apis mellifera*, el objetivo de éste era evaluar los efectos que se pueden presentar cuando el suelo es tratado con Fipronil, pero también cuando la semilla plantada era tratada con Fipronil. En el estudio se hicieron dos escenarios, el primero era suelo tratado con 200 g i.a./ha una semana antes de la siembra y el segundo donde las semillas fueron tratadas con Fipronil a una tasa de 4450 mg i.a./kg de semilla. El trabajo consistió de cuatro grupos, el primer grupo, el grupo control fue puesto en 4 secciones donde ni el suelo ni las semillas empleadas fueron tratadas con Fipronil; el segundo grupo lo ubicaron en la zona donde toda la semilla sembrada había sido tratada con Fipronil; al tercer grupo lo colocaron en terreno donde la mitad de la superficie había sido tratada con Fipronil y la otra mitad no, en esta área la semilla que se utilizó no contenía Fipronil; el cuarto grupo fue instalado en territorio el cual había sido tratado en toda su extensión con fipronil y la semilla sembrada no estaba tratada con Fipronil. Al final del estudio encontraron que la mortalidad que se presentó dentro del primer grupo (grupo control) era comparable con la mostrada por el segundo grupo; así como el hecho de que la mortalidad diaria manifestada por el tercer grupo era mayor que la registrada por el cuarto grupo, por lo que concluyen que las diferencias de mortalidad no pueden ser atribuidas a la exposición al fipronil (Giffard, 2001).

La DL_{50} para el Fipronil sulfona fue concluida de un estudio cuyos puntos finales eran mortalidad y comportamiento, éste estaba dirigido a abejas trabajadoras adultas

jóvenes, las cuales fueron mantenidas bajo una temperatura de 23 a 25° C, con una humedad relativa oscilante entre 62-70% y en la oscuridad. En este estudio encontraron que a una dosis oral de Fipronil sulfona de 0.012 µg/abeja a las 48 horas de exposición se presentaba un 56.3 por ciento de mortalidad, mientras que a las 96 horas había un 81.3 por ciento de mortalidad. Concluyeron que DL50 oral aguda a las 96 horas era de 0.0064 µg/abeja (Bocksh, 2004), (ver cuadro no.4).

Otras especies de insectos no se han estudiado tan a fondo como para saber los efectos que les generen los productos derivados de la degradación del Fipronil, pero sí han estimado las CL₅₀ del Fipronil para varias especies, por ejemplo un estudio realizado a la *Aphis gossypii* (Pulgón), para el cual se empleó una población mezclada de *Aphis gossypii* en la etapa de ninfa y adulta y cuyo resultado final fue una CL₅₀ de 1.2 mg/L. Para los análisis en las especies *Spodoptera eridania* (Gusano soldado sureño (Hon.), Gusano cortador (Ven.) o Gusana meridional) y *Spodoptera frugiperda* (Gusano cogollero) recurrieron a individuos que estuvieran en su segunda instancia de larva y obtuvieron una CL₅₀ de 4.0 mg/L y 3.6 mg/L respectivamente. Organismos en esa misma etapa de vida fueron utilizados en el estudio de las especies *Heliothus virescens* (Gusano cogollero del tabaco) y *Helicoverpa zea* (Gusano del jojoto) para los que estimaron una CL₅₀ de 4.3 mg/L y 1.8 mg/L relativamente. En la especie *Leptinotarsa decemlineata* (Escarabajo de la patata) el estudio fue dirigido a una población mezclada de larvas y ninfas, en la *Musca domestica* (Mosca doméstica) a ejemplares en etapa adulta y en la *Diabrotica virgifera* (Gusano afilero o Tortuguilla) en la etapa de huevo, el resultado fue la determinación de la CL₅₀ de 0.03 mg/L, 0.39 mg/L y 0.03 mg/L correspondientemente, (ver cuadro no.4).

Para otras especies calcularon un CL₉₀, como lo son las especies *Niliparvata lunges* (Saltamonte marrón) y *Nephotettix cincticeps* (Saltamonte verde), cuyos estudios estuvieron orientados a una población mezclada, donde se encontraban sujetos tanto en etapa de larva como de ninfa y de los cuales obtuvieron una CL₉₀ para la especie *Niliparvata lunges* de 0.2 mg/L y para la especie *Nephotettix cincticeps* de 5.0 mg/L. En las poblaciones de *Plutella xylostella* (Palomilla dorso de diamante) y *Heliothus armigera* (Oruga del algodón y tomate) las investigaciones estuvieron dirigidas a organismos en su segunda etapa de larva y concluyeron en un CL₉₀ de 0.3 mg/L para la

especie *Plutella xylostella* y para *Heliothus armigera* de 10.0 mg/L (Tingle, 2000), (ver cuadro no.4).

Cuadro no.4.- Toxicidad del fipronil y de sus productos de degradación en insectos

Especie	Sustancia	Punto final	Duración	Valor
<i>Apis mellifera</i>	Fipronil	DL ₅₀	48 h	0.00593 µg i.a./abeja
<i>Apis mellifera</i>	Fipronil sulfona	DL ₅₀	96 h	0.0064 µg/abeja
<i>Aphis gossypii</i>	Fipronil	CL ₅₀		1.2 mg/L
<i>Spodoptera eridania</i>	Fipronil	CL ₅₀		4.0 mg/L
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Fipronil	CL ₅₀		3.6 mg/L
<i>Heliothus virescens</i>	Fipronil	CL ₅₀		4.3 mg/L
<i>Helicoverpa zea</i>	Fipronil	CL ₅₀		1.8 mg/L
<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Fipronil	CL ₅₀		0.03 mg/L
<i>Musca domestica</i>	Fipronil	CL ₅₀		0.39 mg/L
<i>Diabrotica virgifera</i>	Fipronil	CL ₅₀		0.03 mg/L
<i>Niliparvata lunges</i>	Fipronil	CL ₉₀		0.2 mg/L
<i>Nephotettix cincticeps</i>	Fipronil	CL ₉₀		5.0 mg/L
<i>Plutella xylostella</i>	Fipronil	CL ₉₀		0.03 mg/L
<i>Heliothus armigera</i>	Fipronil	CL ₉₀		10.0 mg/L

2.4.- Toxicidad en ratas

En una evaluación realizada por la FAO para medir residuos de plaguicidas en la comida se presenta un estudio realizado a ratas para observar la adsorción, distribución, metabolismo y excreción del Fipronil. El estudio tiene tres grupos, al primero de ellos (Grupo A) le dieron una sola dosis de 4 mg/kg peso [¹⁴C]fipronil; al segundo grupo (Grupo B) le suministraron durante 14 días una dosis de 4 mg/kg peso [¹⁴C]fipronil; y al tercer grupo (Grupo C) le proporcionaron una dosis de 150 mg/kg peso [¹⁴C]fipronil (FAO, 2001). Durante siete días posteriores al tratamiento tomaron muestras de orina, heces y sangre. Al octavo día fueron sacrificadas para tomar muestras de tejido y sangre. De este estudio obtuvieron los siguientes resultados. (Ver Tabla 3 y Tabla 4).

Tabla 3. Absorción y eliminación de radioactividad de ratas después de haberseles dotado de [¹⁴C] fipronil

Grupo		Absorción (en porcentaje)	Vida Media (en horas)	Vía de eliminación		Total excretado (en porcentaje)
				Orina	Heces	
A	Hembras	50	200±59	5.6	46.0	51.6
	Machos		149±11	5.6	45.6	51.2
B	Hembras	40		13.8	61.4	75.2
	Machos			16.2	56.1	72.3
C	Hembras	30	51±10.5	22.0	75.1	97.1
	Machos		54.4±20	29.3	66.9	96.2

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la FAO, 2001.

Tabla 4. Concentraciones de radioactividad en tejido de ratas a las que se les suministró vía oral [¹⁴C] fipronil.

Muestra	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
	[¹⁴ C] Fipronil µg/g					
Grasa abdominal	14.7	18.8	5.8	5.8	29.4	54.5
Hígado	1.3	1.5	0.5	0.5	4.1	6.6
Riñón	2.3	2.7	1.1	0.97	6.5	11.2
Músculo	0.83	0.98	0.39	0.31	1.8	3.2
Páncreas	3.6	6.0	2.1	1.98	8.9	15.0
Piel	2.5	3.7	1.3	1.1	7.9	17.5
Tiroides	2.3	3.5	0.88	1.5	1.4	7.7
Ovarios		5.1		1.7		15.6
Útero		2.3		1.1		10.5

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la FAO, 2001.

De lo que se puede concluir que hay una relación inversamente proporcional entre la cantidad dotada, los porcentajes que de ésta se absorben y el tiempo en que es eliminado el Fipronil, como se puede observar al ver que el Grupo C es al que se le proporcionó más Fipronil y sin embargo fue el que menos absorbió y el que necesitó de

menos tiempo para eliminarlo. Caso contrario con el Grupo A donde a sus individuos se les racionó menos Fipronil y fueron estos quienes lo eliminaran en período de tiempo más largo en comparación con el Grupo C. La eliminación de la radioactividad en todos los grupos se da principalmente por las heces, sin que haya diferencia entre machos o hembras, sin embargo si hay una variación en la proporción que es eliminada, ésta va acorde con la dosis aplicada.

También cabe destacar el hecho de que las mayores concentraciones de radioactividad se dan en tejido graso, independientemente del sexo de los individuos y de la dosis que haya sido provista.

Los efectos tóxicos que el Fipronil puede generar en ratas fue estudiado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA, 1996), este análisis se enfocó en una alimentación crónica de fipronil a ratas, cuya NOEL fue de 0.5 ppm y la LOEL fue de 1.5 ppm basada en un incremento en la presencia de síntomas clínicos y alteraciones en la química clínica y en los parámetros de la tiroides. Un efecto observado durante este estudio fue la manifestación de convulsiones, estas fueron en un grado tal que resultaban en la muerte del individuo. Otras consecuencias fueron el decremento del peso corporal, también de la cantidad de alimentos que consumían así como su capacidad de asimilarlos. Se distinguió una disminución en las medidas hematológicas, alteraciones en la química clínica como en el colesterol, calcio y en proteínas, de igual manera se advirtieron alteraciones en las hormonas de la tiroides y en la química de la orina, al igual que un incremento en el peso del hígado y de la tiroides.

Incluso pudieron relacionar al Fipronil con efectos reproductivos, fijando una NOEL para efectos reproductivos en 300 ppm, lo que equivale a 2.54 mg/kg/día para machos y 2,74 mg/kg/día para hembras y una LOEL, también para repercusiones reproductivas, de 300 ppm (26.03 mg/kg/día para machos y 28.40 mg/kg/día para hembras) estos datos se basaron en los síntomas clínicos de toxicidad, la disminución del tamaño de la camada, en el peso corporal, en el porcentaje de parejas, en el índice de fertilidad y en la sobre vivencia de descendencia, así como un retraso en el desarrollo físico.

Otro estudio sobre los efectos reproductivos del Fipronil en ratas fue realizado por la Comisión Europea para lo cual se basaron en un análisis de reproducción multi-generación el que abarcaba a tres generaciones y establecieron una NOEL para efectos reproductivos en 30 mg/kg dieta. La Comisión Europea también realizó estudios para obtener una DL50 del Fipronil y de sus productos derivados de degradación en ratas, encontrando que la DL50 de Fipronil varía un poco dependiendo si es una rata macho o hembra. Para las hembras se obtuvo una DL50 de 91 mg/kg peso y para los machos de 98 mg/kg peso. Sin embargo las variaciones entre las DL50 de los productos derivados del Fipronil es aún más marcada, por ejemplo encontraron que el Fipronil sulfona es menos tóxico que el propio Fipronil ya que su DL50 fue de 218 mg/kg peso, caso contrario del Fipronil sulfito y Fipronil desulfinitil cuyas valores de DL50 son menores, 83 mg/kg peso y 16 mg/kg peso (Comisión Europea, 2006), respectivamente.

El Fipronil en ratas tiene una vida media de 8.5 horas, éste es metabolizado, por cuya acción se produce Fipronil sulfona, el cuál tiene una vida media de 208 horas, con lo que se pudiera decir que los metabolitos del Fipronil son más persistentes que el propio Fipronil, algunos autores como Mohamed atribuyen su lenta eliminación en parte a que estos químicos se acumulan en el tejido graso, así como a su alto grado de recirculación entero hepática (Mohamed, 2004).

2.5.- Toxicidad en humanos

El Fipronil, al ser un plaguicida de reciente aplicación, no cuenta con una gran variedad de estudios donde se hayan analizado los posibles efectos adversos que pudiera ocasionar en la salud a humanos. De ahí que en la literatura revisada se mencione que es necesario se realicen más estudios, como por ejemplo cuando se alude que el fipronil parece incrementar el metabolismo hepático y la excreción de hormonas en la tiroides, pero que sin embargo se necesita más información para identificar otras acciones potenciales cancerígenas en la tiroides (Tingle, 2000).

2.5.1.- El fipronil y el receptor GABA

En el afán de establecer los efectos en salud que puede generar el uso del plaguicida Fipronil, el objeto de análisis de estudios posteriores ha sido más específico, como el llevado a cabo por Ratra, donde prueba que la composición en subunidades del receptor GABA(A) determina la sensibilidad y selectividad de la toxicidad de los insecticidas. El estudio consistió en medir la acción bloqueadora del Fipronil, alfa-endosulfan y el lindano al canal de cloruro. Midió la adherencia con [(3)H]ethynylbicycloorthobenzoate([(3)H]EBOB) en subtipos de receptores humanos que fueron expresados individualmente, estos fueron alfa1, alfa6, beta1, beta3 y gama 2 y encontró que los parámetros de adherencia fueron similares para [(3)H]EBOB) en el beta3 homooligomer, alfa1beta3gama2 heterooligomer y en las membranas locales del cerebro, pero los perfiles toxicológicos fueron muy diferentes.

Los tres, alfa-endosulfan, lindano y Fipronil fueron extraordinariamente potentes en el receptor recombinante beta3 homooligomeric (los valores de la concentración de inhibición (CI₅₀) fueron de 0.5 a 2.4 nM), mientras que ellos tuvieron una potencia similar en el subtipo alfa1beta3gama2 heterooligomer (los valores del CI₅₀ fueron de 16 a 33 nM). La selectividad que estos plaguicidas tienen en base a los valores CI₅₀ en el receptor local es variante, siendo el más selectivo el alfa-endosulfan, seguido por el lindano y por el último el Fipronil (los valores del IC₅₀ fueron 7.3, 306 y 2470 nM, respectivamente) (Ratra, 2001).

Este mismo autor señala que también el receptor GABA(C) es un objetivo potencial de la acción tóxica de muchos convulsionantes y plaguicidas que bloquean el ácido gama-aminobutirico. En este caso encontró que el receptor humano GABA(C) homomeric rho 1 expresadas en células embrionarias de riñón (HEK293) experimenta una alta afinidad de adherencia de 4-n-[3H]propyl-4' -ethynylbicycloorthobenzoate ([3H]EBOB) usando un ciano análogo (CNBOB) para determinar adherencias no específicas. Este receptor GABA(C) rho 1 es muy sensible al CNBOB y al lindano, y relativo a alfa-endosulfan, tert-butilbicyclofosforothionate, picrotoxina y Fipronil con base en los valores CI₅₀ de 23, 91, 800, 1080, 4000 y >10000 nM, respectivamente, sustituyendo ([3H]EBOB) (Ratra, 2002).

2.5.2.-Metabolismo in vitro del Fipronil en humanos

Por su parte Tang menciona que a pesar de que el Fipronil es ampliamente utilizado como insecticida y acaricida poca información sobre su destino metabólico y disposición en mamíferos esta disponible, así como el hecho de que muy pocos estudios metabólicos indican que el patrón predominante de metabolismo del Fipronil es la S-oxidación a la forma de sulfona. Por lo que diseña un estudio para investigar el metabolismo humano in vitro del fipronil y examinar las posibles interacciones metabólicas que el fipronil pudiera tener con otros elementos.

En una comparación de 15 diferentes isoformas de citocromo y tres variantes polimórficas, solamente los citocromos 2C19 y 3A4 mostraron actividad sustancial hacia el Fipronil. La actividad del citocromo 3A4 hacia el Fipronil fue 5 veces más que la del citocromo 2C19. La alta actividad del citocromo 3A4 dependió de la co-expresión de b5. En la ausencia del co-expresado b5 la actividad del citocromo 3A4 hacia el Fipronil decreció drásticamente.

Para determinar el papel que juega el citocromo 3A4 en el metabolismo del Fipronil en microsomas de hígado humano (0.5 mg de proteína), un inhibidor específico del citocromo 3A4, ketoconazole (concentraciones finales 0-20 μ M) fue adicionado a la mezcla simultáneamente con 10 μ M de Fipronil. Al incrementar las concentraciones de ketoconazole inhibió significativamente el metabolismo de 10 μ M de Fipronil, resultando en un 78 por ciento de inhibición a los 2 μ M de ketoconazole.

El efecto de la testosterona en el metabolismo del Fipronil fue estudiado en microsomas de hígado humano (0.4 mg de proteína) o Supersomes® CYP3A4 (10 pmol CYP) por co-incubación con Fipronil (concentración final 1.25, 5 o 20 μ M) con testosterona (concentraciones finales de 0-200 μ M) por 15 minutos. El efecto del fipronil sobre la testosterona 6 β -hidroxilata fue probado en microsomas de hígado humano (0.4 mg de proteína) por co-incubación de testosterona (concentración final 4, 20 o 100 μ M) con Fipronil (concentración final de 0-160 μ M) por 10 minutos. Efectos metabólicos del Fipronil y la testosterona sobre sus metabolismos fueron determinados mediante el monitoreo del Fipronil sulfona y la testosterona 6 β -hidroxilata.

La incubación conjunta de varias concentraciones de Fipronil con crecientes concentraciones de testosterona en un conjunto de microsomas de hígado humano, resultó en incremento en la producción de Fipronil sulfona en los tres niveles de concentración de Fipronil que fueron probados. El mayor nivel de activación fue observado en la concentración más baja de Fipronil (1.25 μM) en combinación con una concentración de testosterona de 20 μM .

En contraste al Fipronil, el metabolismo de la testosterona fue inhibido al incrementar las concentraciones en los tres niveles de Fipronil analizados.

La co-incubación de microsomas de hígado humano con varias concentraciones de diazepam, un conocido elemento del citocromo 3A4, en la presencia de de tres dosis de Fipronil generó sólo un ligero incremento en los niveles de Fipronil sulfona en la dosis más alta examinada, pero tuvo pocos efectos en bajas concentraciones de Fipronil.

El Fipronil sulfona fue el único metabolito detectado durante la incubación de Fipronil con microsomas de hígado de rata o un conjunto de microsomas de hígado de humano (Tang, 2004). A su vez, este metabolito tiene la capacidad de adherirse al receptor GABA de humanos y ratones con 6 veces más avidéz que el fipronil (Mohamed, 2004)

2.5.3.-El papel de los plaguicidas en la inhibición e inducción de enzimas que metabolizan xenobióticos.

Ciertos plaguicidas incluyendo chlorpirifos, Fipronil y permetrinas, y el repelente DEET han demostrado ser inductores de isoformas de citocromos en hepatocitos humanos, siendo el fipronil el más potente. Muchos agroquímicos, incluyendo el Fipronil, los piretroides, la permetrina y la deltametrina muestran toxicidad hacia hepatocitos humanos, de los cuales es el Fipronil el más agresivo(Hodgson, 2007).

Joo realizó experimentos de interacciones metabólicas, tanto de co-incubación como de preincubación, donde encontró que los chlorpirifos inhibieron el metabolismo del Fipronil por los microsomas de hígado humano (Joo, 2007).

Los efectos citotóxicos del Fipronil y Fipronil sulfona fueron examinados utilizando las enzimas adenilato cinasa y azul de tripano en análisis de exclusión en células HepG2 y hepatocitos humanos. Los resultados indicaron que tanto las células HepG2 como los hepatocitos humanos son sensibles a los efectos citotóxicos del Fipronil. Una dependencia importante entre el tiempo y la dosis con la inducción de actividad de la adenilato cinasa en las células HepG2 fue percibida de 0.1 a 12.5 μM de Fipronil seguido por una disminución de actividad a los 25 y 50 μM . Para el Fipronil sulfona los efectos citotóxicos incrementan con el tamaño de la dosis. La posibilidad de que los efectos citotóxicos fueran debidos a apoptosis fue indicado por la significativa dependencia del tiempo y la dosis con la inducción de la actividad de la caspase-3/7 en ambos, las células HepG2 y los hepatocitos humanos.

Capítulo III

Sistemas de Información Geográfica (SIG) y vulnerabilidad ante los plaguicidas

Existen muy diversas acepciones sobre los Sistemas de Información Geográfica (SIG), éstas dependen de la profesión desde la cual fueron concebidas, de ahí que no encontremos una definición única. Por ejemplo Demers (2000) opina que el definir a los SIG como “herramientas que permiten el procesamiento de datos espaciales en información, generalmente información explícitamente unida a, y usada para la toma de decisiones de, alguna porción de la tierra”, es imprecisa e incomprensible. Más aún menciona que el concepto de los SIG a llegado a ser un híbrido modificado de acuerdo a los objetivos intelectuales, culturales, políticos y económicos, lo que puede llevar a un completo desentendimiento de lo que en realidad son, lo que se puede hacer con ellos y en especial los sistemas que pueden ser empleados, hasta el hecho de creer que no existe diferencia alguna entre la Cartografía Asistida por Computadora (CAC), el Diseño Asistido por Computadora (CAD) y los SIG. Por lo que él propone que el concepto que manejan Marble y Peuquet como una mejor aproximación a la explicación sobre los SIG. Ellos plantean que los SIG es un sistema integrado por una serie de subsistemas y que éste maneja datos espaciales y temporales, que no necesariamente deben ser manipulados con sistemas computacionales de hardware y software.

Los subsistemas de los que está compuesto un SIG, de acuerdo a la definición de Marble y Peuquet, son:

- Un sistema de alimentación de datos el cual recoge y procesa datos espaciales procedentes de diversas fuentes e incluso es donde se lleva a cabo la transformación de diferentes tipos de datos espaciales.
- Un sistema de almacenamiento y recuperación de datos, aquí se organizan los datos espaciales de tal manera que nos sea fácil su recuperación, actualización y edición.
- Un sistema de manipulación y análisis de datos, donde se desempeñan tareas sobre los datos como la agregación o separación, estimación de parámetros y funciones de modelado. Y por último;

- Un sistema que despliega, en su totalidad o por partes, la base de datos de forma tabular, gráfica o en mapa.

Al contrario de lo que plantea Demers, para Burrough (1996) las computadoras juegan un papel primordial en los SIG y como el lo menciona éstos tienen tres componentes importantes – sistemas computacionales de hardware, un juego de aplicación de módulos de software y un contexto organizacional adecuado – los cuales deben estar en equilibrio para lograr un funcionamiento satisfactorio.

Burrough expone que el desarrollo de los SIG fue gracias a los múltiples esfuerzos de diversas disciplinas de campos relativamente cercanos lo que contribuyó a la posibilidad de ligar y procesar una gran variedad de datos espaciales. Estos esfuerzos disciplinarios resultaron en la creación de los SIG los que define como un conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar, transformar y visualizar los datos espaciales.

Bosques (1992) por su parte considera que es necesario tener presente la conceptualización de SIG que maneja el manual sobre éste tema que creó el National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) de USA, en la cual se perciben a los SIG como un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

La aseveración que hace Bosques es que en las definiciones anteriores no queda demasiado claro el propósito práctico de éstas herramientas, lo que es fundamental, ya que, como se puede ver en las definiciones anteriores, los SIG se pueden considerar como una tecnología que se aplica específicamente a la resolución de problemas de territorio.

En un principio, las áreas de uso práctico de los SIG iban desde el inventario de los recursos naturales y humanos hasta el control y gestión de los datos catastrales de propiedad urbana, la planificación y gestión del equipamiento urbano e instalaciones como redes telefónicas, de abastecimiento y de transporte, así como también el

marketing geográfico. Con lo que queda claro que la aplicación de los SIG puede ser de gran ayuda en cualquier ámbito donde se lleve a cabo el manejo de información espacial.

3.1.- Sistemas de Información geográfica (SIG) y vulnerabilidad en salud

El papel que desempeñan los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el ámbito de la salud y la vulnerabilidad ha sido muy diversificado, sin embargo, generalmente han sido empleados como herramientas para entender la relevancia de las características ambientales en la distribución de enfermedades, los niveles de expectativa de vida, las probabilidades de exposición a algún determinado riesgo, etc, entre otros como se muestra en la Tabla No.1 del Anexo II donde se presenta de manera sintetizada una revisión del empleo de los SIG en el campo de la medicina.

En este trabajo emplearemos los SIG para determinar las zonas más vulnerables ante la aplicación del plaguicida Fipronil dentro de nuestra área de estudio, para ello tomaremos en cuenta tanto factores ambientales como factores propios del plaguicida, y los SIG serán nuestra herramienta para analizar estas variables espacialmente.

3.1.2.- Vulnerabilidad ante el plaguicida fipronil

Existen varias líneas de investigación que han conceptualizado la vulnerabilidad dependiendo de su objeto de estudio, de ahí que podemos encontrar enfoques económicos, sociales, políticos, aunque en su gran mayoría definen a la vulnerabilidad dentro de cuestionamientos del ámbito de los desastres naturales y con especial atención en hacen referencia a factores materiales como vivienda o equipamiento urbano .

Por ejemplo Frederick C. Cuny, en *Disasters and Development* define vulnerabilidad como la condición en la cual los asentamientos humanos o las edificaciones se encuentran en peligro en virtud de su proximidad a una amenaza, la calidad de la construcción o ambos factores.

Por su parte Cardona y Sarmiento en "Análisis de Vulnerabilidad y Evaluación de Riesgo para la Salud de una Población en caso de Desastre" precisan a la vulnerabilidad como el nivel o grado al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza, donde el sujeto amenazado es aquel que compone el contexto social o material de una comunidad, como los habitantes y sus propiedades, una actividad económica, los servicios públicos, etc.

Para Paul Oliver y Yasemin Aysan en *Housing and Culture After Earthquakers*, vulnerabilidad es el grado de exposición a un riesgo, o más específicamente, la condición en la cual los asentamientos humanos o las edificaciones se hallan en peligro debido a su proximidad a una amenaza, ya sea debido a su localización o a la calidad de su construcción (Wilches-Chaux, 1993).

El comité sobre Evaluación del Riesgo de Deslizamientos del Grupo de trabajo de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) ha propuesto términos y definiciones para el uso de los estudios de inestabilidad de ladera (CENAPRED, 2004). Estos son:

Vulnerabilidad: El grado de pérdida de un elemento dado o de un conjunto de elementos dentro del área afectada por inestabilidad de laderas. Se expresa en una escala de 0 (ninguna pérdida) a 1 (pérdida total). Para el caso de una propiedad, la pérdida será el valor de la propiedad; para personas será la probabilidad de que una vida en particular (el elemento en riesgo), sea pérdida, dada(s) la(s) persona(S) que sean afectadas por el deslizamiento.

Susceptibilidad: en la terminología de los riesgos la palabra susceptibilidad se define como, "la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno" (Suárez, 1998). Otro significado puede ser la "predisposición del terreno a la ocurrencia de un fenómeno peligroso y no implica el aspecto temporal de este" (Santacana, 2001). Un concepto más amplio menciona que es; "la propensión o tendencia de una zona a ser afectada físicamente por un peligro, determinada a través de un análisis comparativo de factores condicionantes y/o desencadenantes, cualitativos o cuantitativos, con las áreas que han sido afectadas en el

pasado. Es un concepto relacionado con la probabilidad pero distinto, y normalmente se plasma en un mapa de susceptibilidad” (Ayala-Carcedo, 2002). Por lo que un estudio de susceptibilidad puede ser entendido como el determinar las zonas potenciales a la ocurrencia de un fenómeno peligroso debido a la existencia de los factores que inciden en que este pueda suceder.

Para evaluar la susceptibilidad a fenómenos de inestabilidad de ladera se identifican dos formas (Suárez, 1998): Sistemas de experiencia donde se utiliza observación directa de deslizamiento ocurridos y el análisis se efectúa con la relación entre los eventos de inestabilidad y la geomorfología del terreno. Y el Sistema teórico para el cual se deben de mapear los factores que se considera que puedan afectar en la ocurrencia de procesos de inestabilidad de laderas, y con ello analizar la posible contribución de cada factor considerado.

En estudios de evaluación de vulnerabilidad ante riesgos naturales hechos por Annie-Catherine menciona que en una situación de exposición al riesgo en un medio urbano, intervienen dos componentes principales: el fenómeno natural que puede ocasionar algún daño (la amenaza) y una sociedad amenazada que es susceptible de sufrir daño (la sociedad vulnerable). Delimita la vulnerabilidad a las pérdidas potenciales sufridas por el conjunto complejo de elementos expuestos durante el desencadenamiento del fenómeno, menciona que los factores que componen la vulnerabilidad pertenecen a campos diversos (naturales, materiales, sociales, funcionales, en materia de decisiones, etc.) y que su influencia no es sólo de manera individual sino también en una interacción entre todos los factores conformando de esta manera un sistema (Chardon, 1998). De ahí que el estudio de la vulnerabilidad debe tener un enfoque sistémico y considerar variables cuya influencia sobre la vulnerabilidad es difícil cuantificar, estos son los factores socioculturales entre los cuales están los elementos relacionados con el conocimiento y la percepción que se tiene tanto del riesgo como de la vulnerabilidad, así como el comportamiento ante estos de la población expuesta (Chardon, 1997).

Lo que encontramos en común en estas definiciones de la vulnerabilidad es la existencia de una amenaza en la fórmula, y como lo menciona Lavel es imposible hablar de vulnerabilidad sin la presencia de una amenaza y viceversa. Entendiendo como

amenaza la probabilidad de ocurrencia de un evento físico dañino para la sociedad. Sino existe una propensión de sufrir daño al encontrarse frente a un evento físico determinado, no hay amenaza, sino solamente un evento físico natural, social o tecnológico sin repercusiones en la sociedad, concluyendo con el hecho de que la vulnerabilidad es socialmente construida y expresada en condiciones de inseguridad (Lavell, 1999).

Wilches-Chaux al igual que Chardon percibe a la vulnerabilidad como un sistema dinámico que surge como consecuencia de la interacción de diversos factores, cuya interacción tiene como resultado la incapacidad de la comunidad para responder de manera adecuada ante un riesgo determinado, por lo que se generará un desastre. A esta interrelación de factores es a lo que el llama vulnerabilidad global. Esta vulnerabilidad global es la sumatoria de una serie factores de distintos índoles que a su vez definen una vulnerabilidad específica, por ejemplo el ingreso económico por medio del cual se evalúa la vulnerabilidad económico. De esta manera delimita y analiza los elementos propiciadores de algún tipo de vulnerabilidad. Para Wilches-Chaux la vulnerabilidad global esta compuesta por la vulnerabilidad física, económica, natural, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica e institucional (Wilches-Chaux, 1993).

Como hemos visto la construcción del concepto de vulnerabilidad tiene ciertos elementos en común pero a su vez se va generando y delimitando de acuerdo a las necesidades de cada investigación. Por lo que para este proyecto comenzaremos por identificar la amenaza para posteriormente poder definir en que consiste la vulnerabilidad ante la ruta de exposición del plaguicida fipronil.

La principal amenaza en esta evaluación es la toxicidad del fipronil, por lo que determinaremos como vulnerabilidad a todo elemento que haga más susceptible a la población ante el daño que pueda generar el plaguicida fipronil, así como también aquellas condiciones que pueden provocar que la amenaza sea mayor.

Al basarnos en el modelo que presenta Wilches-Chaux nuestra vulnerabilidad global estaría compuesta por la vulnerabilidad ambiental, las reacciones que se provocan al mezclar diversos plaguicidas, condición socioeconómica y biológica. Donde entenderemos como vulnerabilidad ambiental al estar en un espacio donde fue

aplicado el fipronil y cuyas características geográficas al entrar en contacto con éste contribuyen a que el plaguicida se degrade a una sustancia más tóxica. La vulnerabilidad socioeconómica estará constituida por factores que faciliten que los individuos entre en contacto o estén expuestos al fipronil.

Las características propias del individuo, como género y edad serán consideradas en la vulnerabilidad biológica, ya que estas y en relación con las características químicas del plaguicida pueden contribuir a que la susceptibilidad de un organismo ante la toxicidad incremente o disminuya.

3.2.-Planteamiento metodológico de análisis.

Parte fundamental de este trabajo es el conocimiento de la forma en como se comporta el Fipronil (plaguicida que se está analizando) en el ambiente, descifrar cuales son las variables o componentes físicos del ambiente en el que se encuentra y el efecto que éstos tienen en el tiempo y forma en que el Fipronil se degrada.

3.2.1.- Ruta de Exposición

Desde el campo de estudio de la Toxicología Ambiental y lo descrito por Peña (2001) la ruta de exposición es el camino que sigue un agente químico en el ambiente desde el lugar donde se emite hasta que llega a establecer contacto con la población o individuo expuesto.

La ruta de exposición consiste generalmente de cinco elementos:

- Fuentes y mecanismos de emisión de tóxicos
- Medio de retención y transporte
- Punto de contacto potencial entre el medio contaminado y los individuos
- Vía de ingreso al organismo
- Receptor

Como ya se mencionaba anteriormente cuando se citó a Freed, el destino que tendrá el plaguicida Fipronil está fuertemente relacionado con sus características químicas y las condiciones ambientales del espacio.

Retomando las propiedades químicas presentadas en el capítulo II, se definió cual será la ruta de exposición para el Fipronil en el Huasteca Potosina.

En especial se consideró la capacidad del Fipronil para fijarse a las partículas del suelo, la cual es medida a través de la afinidad que tiene con el carbono orgánico presente en suelo y es representado por el valor de la constante Koc. El Fipronil tiene una constante Koc de 803 ml/g de carbono orgánico, enmarcada en el rango de 100 a 1000 ml/g de carbono orgánico correspondiente a la clase de moderadamente adherible a las partículas del suelo, de ahí que varios autores comuniquen que no habrá filtraciones de Fipronil al manto freático, ya que éste se quedará unido a las partículas del suelo, a lo que Sharma (2007) menciona en su estudio “Persistent and vertical distribution of termiticide fipronil in modified ground borrad test” que el Fipronil no pasó más allá de los 30 cm de profundidad, dicha medida es la más amplia de varias propuestas, ya que por ejemplo en el trabajo de Raveton (2007) se encontró el fipronil a los 11 cm a partir de donde la semilla, asperjada con Fipronil, fue plantada. Por su parte en el trabajo de Fenet (2001) muestreó y encontró Fipronil en las capas que van de los 0-5 cm y de 5-20 cm de profundidad.

De toda la bibliografía consultada sólo hubo un autor (Chiovarou, 2008) que menciona la posibilidad de que el Fipronil pueda encontrarse en agua subterráneas depende en gran medida de la fecha en cuando el plaguicida es aplicado y la presencia de precipitaciones, en su estudio “Comparison of storm intensity and application timing on modeled transport and fate of six contaminants” encontró que las concentraciones de Fipronil más altas en aguas subterráneas se presentaron cuando éste fue aplicado 16 días antes de presentarse la precipitación, por lo que no se puede negar por completo la posibilidad de que haya filtraciones de Fipronil hacia mantos freáticos.

Una segunda característica química a observar para analizar la movilidad del Fipronil es su capacidad de volatilizarse, estimada por su constante de la Ley de Henry, cuyo valor para el Fipronil asciende a 3.7×10^{-5} atm m³/mol (3.7×10^{-12} Pa), que corresponde al rango comprendido entre 3×10^{-7} a 1×10^{-5} atm m³/mol, parámetro que se relaciona con una baja volatilidad. Esta medida puede variar en relación a la temperatura, conforme ésta se incrementa, la capacidad de volatilizarse también, por lo que Gael (2007) usando cromatografía de gases calculó la constante de la Ley de Henry

para el Fipronil a diferentes temperaturas, obteniendo como resultado una constante equivalente a 1.82×10^{-7} Pa, graduación con la cual nos damos cuenta que su volatilidad aumenta.

Por último es necesario valorar la capacidad del Fipronil de bioacumularse, esto depende de si nuestro compuesto es liposoluble o hidrosoluble lo que puede saberse por medio del logaritmo de la constante de la relación octanol- agua (K_{ow}), cuya estimación para el Fipronil es $\log K_{ow}$ equivalente a 4.01 y se considera que todas aquellas sustancias que tengan un $\log K_{ow}$ superior a 3 tienen la cualidad de bioacumularse.

De esta manera podemos decir que los puntos potenciales de contacto de los individuos con el Fipronil son las partículas del suelo, el agua, suspendido en el aire y ciertas especies bióticas.

Mientras que las vías de ingreso pueden ser la ingesta de partículas de polvo, agua y ciertos alimentos, así como la adsorción por la epidermis al momento de ser aplicado. Inicialmente se descartaba la vía inhalatoria ya que como vimos por su constante de vapor de presión no era probable que el Fipronil se encontrara suspendido en el aire o se evaporara una vez que ha sido asperjado, pero debido a las altas temperaturas de nuestra área de estudio, su constante de presión de vapor cambia, haciendo que estos fenómenos físicos sean posibles.

3.2.2.- Variables no ambientales que interfieren en el tiempo de la degradación del Fipronil

Un factor ajeno a las características ambientales, pero que sin embargo resultó ser importante en la duración de la vida media del Fipronil, fue la concentración y frecuencia en la que éste fue aplicado.

Ying (2006) descubrió que la persistencia del fipronil y sus metabolitos fue afectada por la tasa de aplicación. El tiempo para la pérdida del 50% del total de los componentes tóxicos en la capa metamórfica a una baja tasa de aplicación (0.15 g de

ingrediente activo por m²) fue de 200 a 326 días y para una tasa alta de aplicación (3 g de ingrediente activo por m²) fue de 633 a 674 días.

Mientras que Masutti (2007) incluso evaluó el tiempo durante el cual se estuvo aplicando el Fipronil, donde evidenció que la tasa de degradación del fipronil parece ser bifásica. La degradación del fipronil en un experimento de corta duración, con una concentración de 978 ng g(-1), fue de 83 días, en comparación con los 200 días que tardó en degradarse en un estudio de larga duración y con una concentración de 689 ng g(-1).

3.2.3.- Variables ambientales que interfieren en el tiempo de la degradación y destino del Fipronil

El comportamiento, destino y algunos de los efectos producidos por el plaguicida Fipronil son el resultado de una compleja interacción de las propiedades químicas del propio plaguicida con los varios procesos que gobiernan el transporte, la degradación, captura y la respuesta de los organismos (Freed, 1977).

También están influenciados por las condiciones ambientales tales como temperatura, movimiento del aire, humedad en suelo, la presencia de otros químicos, la concentración en la que fue aplicado, tipo de suelo, uso de suelo y propiedades del químico en cuestión.

3.2.3.1.- Variables ambientales que interfieren en el tiempo y productos de degradación del Fipronil en suelo

Diversos estudios se han hecho con el propósito de analizar los elementos que intervienen en la persistencia y degradación del Fipronil, enfocándose en factores como materia orgánica, humedad, cantidad de arcilla, pH, uso de suelo, contenido de carbono orgánico y tipo de carbono orgánico.

Todas estas variables guardan una cercana relación, ya que por ejemplo dependiendo del pH y de la clase textural, será el cultivo capaz de progresar en ese territorio. Así como también de la clase textural dependerá la capacidad de almacenar humedad en suelo.

3.2.3.1.1.- La Materia Orgánica como factor de degradación

Shen (2001) al evaluar las potencialidades que ofrece, la materia orgánica (MO) y el contenido de arcillas en el suelo, para la adsorción de plaguicidas menciona que al considerar a la MO en suelo como la fase adsorbente dominante para contaminantes orgánicos y pesticidas en el sistema suelo-agua se estaría ignorando la contribución potencial de los minerales del suelo en la adsorción. Considera que, aunque la simple relación entre la adsorción de atrazine por diferentes minerales del grupo de arcillas montmorilonitas y las cargas de propiedades de la arcilla no fue observada, la carga de arcilla más alta fue la adsorbente menos afectiva; una carga de más alta densidad resultaría en una pérdida de campos de adsorción. Estos resultados indican que para ciertos plaguicidas, las arcillas expandibles tienen el potencial de ser igual o más adsorbentes cuando se comparan con la MO para la retención de plaguicidas en suelo.

Lui (2002) agrega que no sólo es considerar la cantidad de materia orgánica presente en suelo para determinar la adsorción de plaguicidas, sino también es necesario tomar en cuenta las características propias de la MO, ya que él encontró que la MO natural antigua de la superficie muestra una afinidad más alta a la absorción de contaminantes orgánicos que la que presentan en los suelos jóvenes. La adsorción se incrementa cuando aumenta la aromaticidad y decrece la polaridad. Así, el coeficiente de adsorción de contaminantes orgánicos no puede ser pronosticado de forma precisa sin considerar las características de la MO natural.

3.2.3.1.2.- El pH y la temperatura como factores de degradación

En estudios que realizó Oliver (2005) para ver el papel que desempeña el pH y otras características del suelo, en la adsorción de los plaguicidas, encontró que no hubo diferencias significantes de adsorción de thiacloprid, diuron e imidacloprid en suelos tropicales de Filipinas y los suelos templados de Australia. La adsorción incluso no fue significativamente relacionada con las características del suelo, para ser exactos con el contenido de carbono orgánico (OC), contenido de arcilla, y pH. Cuando los datos fueron clasificados por el uso de suelo, la adsorción de los 3 químicos fue altamente correlacionado ($P < 0.001$) con OC para el suelo de los arrozales de Filipinas. El

coeficiente de adsorción para los 3 químicos fue altamente correlacionado con OC en templados.

Este estudio demuestra que el origen de los suelos (templados versus tropicales) no tiene un efecto significativo en el comportamiento de adsorción, pero en algunos casos el uso de del suelo afectó significativamente el comportamiento de adsorción de los 3 plaguicidas.

3.2.3.1.3.- El Uso de Suelo como factor de degradación

El uso de suelo es un factor importante en el tiempo que tardará en degradarse el Fipronil así como en los productos que se derivarán de esta degradación.

Por ejemplo los valores reportados por Connelly (2001) para la disipación del fipronil en campo en suelo sin vegetación oscilan entre 33 y 75 días, mientras que en suelo con vegetación se lleva a cabo de 12 a 15 días. Ésta duración es parecida a la reportada por la U.S. Environmental Protection Agency (1996), quienes mencionan que la vida media para el fipronil de 1.1 a 1.5 meses para suelos sin vegetación y de 0.4 a 0.5 meses para suelo con vegetación.

Esta variabilidad en la persistencia también se hace evidente con la diversidad de los cultivos presentes en las áreas donde aplicó el Fipronil, por ejemplo en zonas donde se asperjó en cultivos de arroz, específicamente en el estado de California, EE.UU., el insecticida Fipronil tiene una vida media de 10.5 a 125 horas en agua y de 44.5 a 533 horas en suelo, dependiendo de la formulación aplicada (Kenley, 2001). Otro estudio realizado por Ngim (2001), también en el estado de California donde se cultiva arroz arrojaron las mismas cifras para la vida media del Fipronil, tanto en agua como en suelo.

A lo que Doran (2006) agrega que la absorción del fipronil en campos donde se cultiva arroz tiende a ser mayor en la capa que va de 0-10 mm., en comparación con lo encontrada de los 10 a 20 mm. En estos suelos el fipronil se degrada rápidamente en los primeros días y posteriormente disminuye la velocidad de degradación, este fenómeno fue atribuido al co-metabolismo de los microorganismos que se encuentran en el suelo.

Por su parte también el tipo de cultivo es un factor en la formación de productos derivados de la degradación, pero principalmente por las condiciones de humedad que se propician. En este caso en el cultivo de arroz se formó el destiofipronil en agua y Fipronil sulfito en suelo, su concentración fue mayor bajo condiciones de inundación anaeróbicas, posiblemente como resultado de una exclusión de oxígeno en el suelo, por el hecho de que los suelos están inundados, mientras que el Fipronil sulfona y Fipronil amida fueron menos abundantes.

En suelos donde se cultiva caña de azúcar en Northeastem, Brasil, Masutti (2007) llevó a cabo experimentos, bajo condiciones de temperatura y luz controladas, donde se incubó, en suelos estériles y no estériles y bajo condiciones de humedad del 55 % de capacidad de contención de agua donde se analizó la desaparición del fipronil y la formación de metabolitos.

La tasa de degradación del fipronil parece ser bifásica, y cuya vida media del Fipronil fue de 83-200 días. La duración dependió de la concentración en que fue empleado y la frecuencia de aplicación.

En estos suelos el metabolito predominante fue el fipronil sulfona, aunque el fipronil sulfito y el fipronil amida fueron también formados bajo condiciones de suelo no estéril después de 120 días de incubación. El potencial redox fue importante para la formación de metabolitos, a pesar de la textura fina de los suelos, más sitios aeróbicos estuvieron presentes, lo que favoreció la formación de fipronil sulfona sobre el fipronil sulfito. Por lo tanto la microagregación que se da en suelos con alto contenido de arcilla, jugó un importante rol en la determinación de los metabolitos a formar.

3.2.3.1.4.- La clase textural como factor de degradación

En los estudios realizados por Gunarasekara (2007) determinó que la vida media calculada para el Fipronil en suelo en la capa de 0-10 cm fue aproximadamente de 36 horas, así mismo encontró que la duración puede ser prolongada dependiendo del suelo donde fue aplicado. Por ejemplo, la vida media en suelo franco fue de 34 días, mientras que en suelo franco arenoso, la vida media del Fipronil va de 30 a 194 días.

Contrario a lo que reportaba Guang-Gou (2001) con respecto a la relación que existía entre el contenido de carbono orgánico y el coeficiente Freundlich tocante a la adsorción de plaguicidas a las partículas del suelo, mencionó que el coeficiente Freundlich estaba más relacionado con el carbono orgánico que con el contenido de arcilla, Gunarasekara (2007) opinaba que en realidad se presentaba lo opuesto.

En consecuencia, descubrió que la tasa de degradación del Fipronil es dependiente de la naturaleza del suelo y correlacionada con el coeficiente de adsorción Freundlich (KF), ya que éste coeficiente se relaciona con el contenido de arcilla y no tan fuertemente vinculado al carbono orgánico en suelo.

Asimismo la clase textural juega un papel principal en la capacidad de retención de humedad en los suelos, en especial el contenido de arcilla y el tipo, ya que su comportamiento mecánico es altamente influenciado por su estructura y constitución mineralógica.

Las arcillas se componen básicamente por silicatos de aluminio hidratados y en algunas ocasiones por silicatos de magnesio, hierro u otros metales, generalmente presenta una estructura cristalina definida, donde los átomos se acomodan en láminas, de las cuales existen dos tipos: la silícica y la lumínica.

Existen tres grandes grupos de arcillas de acuerdo a su estructura reticular. Las caolinitas que están formadas por una lámina de silícica y una de lumínica, cuyas uniones son fuertes y no permiten la filtración de moléculas de agua entre ellas. Por otro lado están las montmorilonitas, constituidas por dos láminas de silícica y en medio de ellas una lámina de lumínica, las uniones entre ellas son débiles lo que permiten que la estructura se penetra por un gran número de moléculas de agua. El último grupo, las bentonitas, son arcillas del grupo montmorilonítico, se originan a partir de la descomposición química de las cenizas, su comportamiento de expansión es el peculiar de las arcillas montmorilonitas, sólo que en las bentonitas es más agudo y por lo tanto presentan un comportamiento mecánico crítico.

3.2.3.1.5.- La humedad en suelo como factor de degradación y de productos derivados de la degradación.

Estudios de laboratorio realizados por Guang-Gou (2002) mostraron que el contenido de humedad en suelo tiene un gran efecto en la tasa de degradación del fipronil así como en los productos que se forman posteriormente. Un alto contenido de humedad (superior al 50 %) favoreció la formación del fipronil sulfito derivado del fipronil por reducción, mientras que un bajo contenido de humedad (menor al 50 %) y condiciones de buena aireación favoreció la formación de fipronil sulfona por oxidación.

A esta conclusión se llegó también en el trabajo realizado por Gunasekara (2007) al estudiar el destino del Fipronil en el ambiente donde encontró que la humedad en el suelo determina el tipo de producto resultado de la degradación. Por ejemplo, suelos con un contenido de humedad superior al 50 % tienden a formar Fipronil sulfito; resultado del patrón de reducción, debido a la falta de aireación. En contraste, en suelos con buena aireación se produce más Fipronil sulfona. Agregando que la humedad es un factor importante al considerar la disipación del Fipronil. La vida media del Fipronil fue de 68-198 días dependiendo del contenido de humedad del suelo.

3.2.3.1.6.- Los Coloides del suelo como factor de degradación

El interés en el comportamiento de los coloides se ha incrementado a partir de recientes estudios que muestran como los contaminantes orgánicos e inorgánicos son transportados por medio de las partículas de coloides. Para entender los procesos de absorción, floculación, dispersión y transporte en suelo, es necesario conocer las características de tamaño, forma, área de superficie y cambios en la carga de la superficie de los coloides ya que con todo ello se generan los cambios en las propiedades hidráulicas del suelo y la migración química (Goldberg, 2000).

Las partículas de arcilla y humos en suelo son referidas indistintamente como fracciones coloidales debido a su tamaño tan pequeño y a su comportamiento como coloide. Mientras más pequeñas son las partículas del suelo, mayor es el área expuesta a la absorción, catálisis, precipitación y colonización microbiana.

Los coloides no son solamente fragmentos pequeños de roca y materia orgánica. Los coloides son materiales altamente reactivos con una superficie cargada eléctricamente y es gracias a su tamaño y forma que le dan al suelo una cantidad enorme de superficie reactiva. Entre las reacciones más importantes que se llevan a cabo en el suelo es el intercambio de iones entre las soluciones del suelo y la superficie de los coloides. Los coloides no sólo retienen los iones de los nutrientes de las plantas, sino también moléculas de agua, biomoléculas, virus, metales tóxicos, plaguicidas y huéspedes de otros minerales y sustancias orgánicas (Weil, 2002).

3.2.3.2.- Variables ambientales que interfieren en el tiempo y productos de degradación del Fipronil en agua.

Estudios realizados por la Agencia del Protección Ambiental, a cargo de Connelly (2001), con el objeto de conocer el comportamiento y persistencia del Fipronil en sistemas acuáticos, analizaron el metabolismo acuático usando fipronil y suelo franco arenoso, con un contenido de materia orgánica del 8 % y con pH de 5.80 en promedio, la radioactividad rápidamente fue transferida a los sedimentos.

En incubaciones aeróbicas conteniendo sedimento y agua de estanque fueron tratadas con fipronil proporcionado a una concentración inicial de 0.05 ppm, el cual es basado en un contenido total de agua de 50 ml en cada contenedor. La radioactividad promedio en agua decreció el día cero de una nivel inicial de 21.06 % a 4.0% a los 7 días y quedó en 1.6-3.8 % para el balance del estudio. El fipronil radioactivo extraíble decreció del 99.46 % de la dosis aplicada a 4.07% a los 60 días y ya no fue detectable a los 12 meses.

El metabolito principal en sedimento fue identificado como el sulfito degradado, el cual se incrementó rápidamente de un nivel inicial del 17.67 % a los 7 días pasa a un 78.89 % a los 60 días de haber sido aplicado. Incrementando de 80-87 % para el final del estudio.

El patrón de transferencia rápida del plaguicida en los cuerpos de agua al sedimento también se presentó en el Río Mermentau, donde la Agencia de Protección

Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, 2002) analizaba las cargas diarias máximas totales del Fipronil.

Los metabolitos del Fipronil fueron detectados en los sedimentos del Río Mermentau, el cual se encuentra dentro de una región de cultivos de arroz en Louisiana, siendo el Fipronil sulfito el metabolito predominante, en un rango de 0.636-24.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, mientras que las concentraciones de Fipronil desulfinyl oscilaron entre 0.55-7.01 $\mu\text{g}/\text{kg}$. También fue detectado Fipronil sulfona en los sedimentos, además había una tendencia creciente en la concentración de los productos degradados en los sedimentos de aguas abajo del río.

Los mismos datos fueron reportados por el U.S. G.S (United State Geological Survey) en estudios realizados en el Río Mermentau sobre el Fipronil y sus productos derivados de la degradación (USGS, 2003), pero además al analizar el comportamiento del fipronil en los cuerpos de agua y sedimentos encontraron que la concentración en sedimentos suspendidos de Fipronil y de sus productos derivados se encontraban en una concentración que va de 1-10 por ciento de la concentración de los productos en agua.

3.2.3.2.1.- El pH y la temperatura como factores de degradación

Con base en estudios reportados por la Agencia de Protección Ambiental donde se expone que tanto el pH como la temperatura juegan un papel relevante en el tiempo de degradación del Fipronil, entre el pH y el tiempo de degradación presenta una relación inversamente proporcional, mostrando que en soluciones acuosas con un pH de 4.1 y a una temperatura de 22° C la vida media del Fipronil fue de 1660 días, en un pH de 7.1 la vida media fue de 1390 días y en presencia de un pH de 9.1 la vida media fue de 1100 días. Estos valores de vida media del Fipronil se ven ampliamente reducidos con el incremento de la temperatura, a una temperatura de 32° C, a los 16 días en un pH de 4.1 el Fipronil se había reducido hasta un 80 por ciento, con un pH de 7.1, en ese mismo tiempo se había logrado una reducción del 92 por ciento, mientras que en presencia de un pH de 9.1 la reducción alcanzada era de un 98 por ciento. Esta tendencia se continúa cuando la temperatura es incrementada a 50° C y la eliminación total del fipronil en pH de 4.1 fue de 20 días, el mismo tiempo fue requerido para un pH

de 7.1, no así para soluciones acuosas con pH de 9.1, cuya supresión se dio a los 15 días (ver Tabla No. 2), (Connelly, 2001).

Tabla 2.- Relación entre la vida media del Fipronil con respecto a la temperatura y el pH.

pH	Temperatura en ° C	Vida media en días	
4.1	22	1660	
7.1	22	1390	
9.1	22	1100	
4.1	32	Al día 16	80 % de reducción
7.1	32		92 % de reducción
9.1	32		98 % de reducción
4.1	50	Al día 20	100 %
7.1	50		100 %
9.1	50	Al día 15	100 %

En lo concerniente al pH Conelly (2001) concluye que los datos de laboratorio indican que el fipronil es más susceptible de degradarse por fotólisis que por hidrólisis en agua. El fipronil es estable a hidrólisis a pH de 7.1 a una temperatura de 22° C con una vida media de 1390 días, estos datos sugieren que la hidrólisis no será un patrón principal de degradación para el fipronil en ambientes con típicos pH.

3.3.- Obtención de variables a georeferenciar para la realización de análisis espacial.

Inicialmente se pensaban utilizar los datos de pH y clase textural que proporciona el INIFAP en su documento Requerimientos Agroecológicos de Cultivos (Ruiz,1999), donde ellos estudian los requerimientos óptimos de temperatura, precipitación, luz, fotoperíodo, altitud, profundidad de suelo, textura, pH y conductividad eléctrica para el desarrollo de diferentes cultivos, por lo que de acuerdo a los cultivos que se tengan en el área se les asignaría el pH y la clase textural, sin embargo se hizo un muestreo para analizar en el laboratorio estas características y corroborar si concordaban con los datos plateadas por el INIFAP. Las muestras fueron obtenidas en diferentes cultivos y a su vez se abarcaran los tres municipios que comprende nuestra área de estudio.

No se realizó un perfil de suelo para tomar la muestra, ya que como antes se menciona, no se tienen registros de que el Fipronil exceda una profundidad de 5 a 6

pulgadas, de ahí que nuestras muestras sean de la parte superficial del suelo (ver fotografía 1).



Fotografía 1.- Muestreo en la Huasteca Potosina en cultivo de soya, en el ejido Plan de Iguala en el municipio de Ébano.

3.3.1.- pH

El proceso para la obtención del pH de nuestras muestras requirió de triturar el material en mortero y tamizarlo en una malla no. 10, para posteriormente pesar 10 gramos, mismos que fueron mezclados con 20 ml de agua destilada. Estas mezclas se dejaron reposar por 30 minutos y fueron agitadas en dos ocasiones durante este período de reposo (ver fotografías de 2-6).



Fotografía No. 2 Proceso de secado de las muestras de suelo



Fotografía No. 3 Las muestras fueron trituradas en el mortero



Fotografía No. 4 Tamizado del suelo triturado



Fotografía No. 5 Se separaron 10 gramos de la muestra.



Fotografía No. 6 Las muestras fueron mezcladas con 20 ml de agua destilada y se dejaron en reposo.

Al pasar los 30 minutos las muestras fueron sometidas al potenciómetro y cuyas lecturas en su totalidad arrojaron resultados de suelos alcalinos, el valor inferior obtenido fue de 8.01 y el valor más alto fue de 8.64, valores que se encuentran en el rango de ligero a moderadamente alcalino (ver fotografía No. 7 y Tabla No. 3).



Fotografía No. 7 Lectura de las muestras en el potenciómetro.

Tabla 3.- Resultados de pH obtenidos en los puntos de muestreo

Punto de muestro	pH	Clase
489	8.36	Ligeramente alcalino
486	8.53	Moderadamente alcalino
482	8.40	Ligeramente alcalino
481	8.35	Ligeramente alcalino
478	8.01	Ligeramente alcalino
477	8.45	Ligeramente alcalino
476 (2)	8.64	Moderadamente alcalino
476	8.64	Moderadamente alcalino
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos por trabajo de laboratorio		

3.3.2.- Clase Textural

Para conocer la clase textural de nuestras muestras fue necesario pulverizar y tamizar 50 gr de suelo, mismos que fueron mezclados con 100 ml de hexametáfosfato de sodio y 40 ml de agua oxigenada, dejaron reposar durante 10 minutos para posteriormente ser agitados en una batidora durante 3 minutos. La mezcla fue vertida en una probeta boulluco y se le agregó agua hasta los 1100 ml. El siguiente paso fue agitar

manualmente durante un minuto y se dejó reposar durante 40 segundos para tomar la primera medida de temperatura y la relación de densidad suelo agua con el densitometro de boulluco. Al pasar 2 horas se hicieron las mediciones nuevamente para realizar los cálculos de contenido de arena, arcilla y limos (ver fotografías 8 y 9).



Fotografía No. 8 Mezcla de las muestras de suelos con el hexametáfosfato de sodio y agua oxigenada.



Fotografía No. 9 Muestras en reposo en la probeta boulluco.

El cálculo se inició por hacer una corrección en la temperatura, si en nuestra primera medición la temperatura excedió los 20°C, los grados que sobrepasaron fueron multiplicados por 0.36 y sumados a la primera lectura del densitometro de boulluco. Por el contrario si en nuestra lectura inicial de temperatura estuvo por debajo de 20°C, estos grados faltantes de igual manera fueron multiplicados por 0.36 pero en esta ocasión el resultado fue restado de la primera medida de grados boullucos. La cantidad resultante se multiplicó por 2 y ésta se le restó al 100 por ciento, para obtener el contenido de arena en porcentaje. Se repitió el procedimiento anterior con la segunda lectura, con lo que se obtuvo el contenido de arcilla en porcentaje. Para calcular el contenido de limos de nuestra muestra se sumó el porcentaje de arena y arcilla, la sumatoria fue restada al 100 por ciento y el resultado fue el contenido de limos.

Ejemplo de cálculo realizado para el punto de muestreo 476 realizado en tierras de cultivo de maíz pertenecientes al ejido El Laurel en el municipio de San Vicente:

Primera lectura:

43°B y 23°C

Corrección por temperatura:

$$(3^{\circ}\text{C})(0.36) = 1.08$$

$$43^{\circ}\text{B} + 1.08 = 44.08 \quad \longrightarrow \quad (44.08 * 2) = 88.16$$

Primer Lectura= $(100 - 88.16) = 11.84$ % de Arena

Segunda Lectura:

24°B y 23°C

Corrección por temperatura:

$$(3^{\circ}\text{C})(0.36) = 1.08$$

$$24^{\circ}\text{B} + 1.08 = 25.08 \quad \longrightarrow \quad (25.08 * 2) = 50.16$$

Segunda Lectura= 50.16 % de Arcilla

Limos = $100 - (\text{Arena} + \text{Arcilla})$

$$100 - (11.84 + 50.16)$$

$$100 - (62)$$

38 % de Limos

Tabla 4.- Resultado de análisis de textura de suelo.

Punto	Primera Lectura		Segunda Lectura		Porcentaje de			Textura ³
	° B	° C	° B	° C	Arena	Arcilla	Limos	
476	43	23	24	23	11.84	50.16	38	Arcillosa
478	39	23.5	27	23.5	19.48	56.52	24	Arcillosa
481	42	23.5	18	23.5	13.48	38.52	48	Franco-limo-arcillosa
482	41	23	16	23	15.84	34.16	50	Franco-limo-arcillosa
486	38	23	38	23	21.84	36.32	41.24	Franco-arcillosa
489	40	23	31	23	17.84	64.16	18	Arcillosa

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos por trabajo de laboratorio

3.3.3.- Coloides

Al terminar los análisis de textura de nuestras muestras de suelo nos percatamos que tenían altos contenidos de arcilla y consideramos importante determinar si eran coloides o no, por lo que dejamos las muestras en reposo por 15 días, al pasar el período

³ Textura definida en base a los porcentajes obtenidos y a la Guía para la clasificación de textura por el U.S. System for Texture Designations.

de reposo observamos que en casi todas nuestras muestras (a excepción de una) aún existía material en suspensión en las probetas de boulluco (ver fotografías 10-12).



Fotografía No.10 Muestras de suelo después de 15 días en reposo posterior al proceso de obtención de la textura.



Fotografía No.11 Muestras de suelo con menor cantidad de material suspendido.



Fotografía No.12 Muestras de suelo con mayor cantidad de material suspendido.

Se preparó más material de las muestras para ser expuesto al ácido clorhídrico, dependiendo de que tan calcáreo fuera el material analizado, fue la fuerza de la reacción de éste ante el ácido clorhídrico (ver fotografías 13-15)



Fotografía No. 13 Material listo para ser expuesto al ácido clorhídrico.



Fotografía No. 14 Ejemplo de material altamente calcáreo, ya que presenta una alta efervescencia.



Fotografía No. 15 Ejemplo de material no calcáreo ya que no presenta reacción alguna ante el ácido clorhídrico.

Tabla 5.- Resultado de análisis de coloides en suelo.

Punto	Coloides	Material calcáreo
476	D	Altamente Calcáreo
477	D	Altamente Calcáreo
478	A	No Calcáreo

481	D	Altamente Calcáreo
482	D	Altamente Calcáreo
486	D	Altamente Calcáreo
489	C	Calcáreo.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos por trabajo de laboratorio		

3.3.4.- Empleo del Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) como herramienta para obtener la humedad en suelo.

Para Larry (1997) el índice de vegetación de diferencia normalizado (NDVI), es un cálculo basado en varias bandas espectrales de la salida fotosintética (cantidad de material verde) en un píxel de la imagen de satélite. Esto mide la cantidad de vegetación verde en un área.

Como lo menciona Chuvieco (1996) el cálculo del índice de vegetación es una técnica de uso habitual en teledetección, comúnmente utilizada para mejorar la discriminación entre dos cubiertas que presenten un comportamiento reflectivo muy distinto en dos o más bandas del espectro.

Éste cálculo tiene su base en el particular comportamiento radiométrico de la vegetación, por ejemplo una masa vegetal saludable posee una firma espectral que se caracteriza por un claro contraste entre las bandas visibles, y en especial la banda que corresponde al rojo (0.6 a 0.7 μm) y el infrarrojo cercano (0.7 a 1.1 μm). Esto se debe a que la mayor parte de la radiación solar recibida por la planta en el rango del espectro visible, es absorbida por los pigmentos de las hojas, fenómeno contrario se presenta con radiación recibida del infrarrojo cercano, por lo que se presenta un alto contraste entre una baja reflectividad en el visible y una alta reflectividad en el infrarrojo cercano.

De acuerdo con Larry (1997) el concepto de firma espectral de la vegetación está basado en este principio de donde se obtiene el Valor de radiación activa fotosintética

de un píxel (PAR) y el Valor de radiación del infrarrojo cercano de un píxel (NIR), valores necesarios para el cálculo del NDVI por medio de la fórmula:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{PAR}}{\text{NIR} + \text{PAR}}$$

Chuvieco (1996) establece la fórmula para obtener el NDVI como:

$$0 + \frac{C4 - C3}{C4 + C3} * 256$$

Donde: C4 es la banda 4 (infrarrojo cercano) y C3 es la banda 3 (rojo visible) de nuestra imagen original, mientras que el valor de 256 son los niveles de visualización, es decir los niveles de gris con que se visualizará el resultado. Se elige 256 para que concuerde con los niveles de visualización de la imagen satelital original de 8 bits (0 – 255).

Mientras que para Yuan (2006) el índice de vegetación de diferencia normalizada se derivado de la fórmula:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{RNIR} - \text{Rred}}{\text{RNIR} + \text{Rred}}$$

Donde RNIR y Rred son la reflectancia espectral en las imagines Lansat

Aplicaciones del NDVI

Entre otras aplicaciones prácticas de esta técnica Chuvieco (1996) menciona que con el NDVI es posible:

- Identificar áreas forestadas-deforestadas;
- Evaluar el estado de la vegetación y su grado de estrés;
- Separar entre distintos tipos de masas vegetales;
- Monitoreo de plagas y
- Evaluar los riesgos de incendio.

Además de las numerosas variables que se pueden derivar de este índice como por ejemplo: contenido de agua en las hojas, productividad neta de la vegetación, contenido de clorofila en la hoja, dinámica fenológica, evapotranspiración potencial, etc.

Un aspecto interesante del NDVI es que varía dentro de márgenes conocidos (-1 a +1), lo que facilita notablemente su interpretación. A lo que Youn (2006) agrega que los valores positivos indican áreas con vegetación y valores negativos significan espacios sin vegetación tales como agua, tierras áridas, nubes y nieve.

3.4.- Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Análisis Espacial

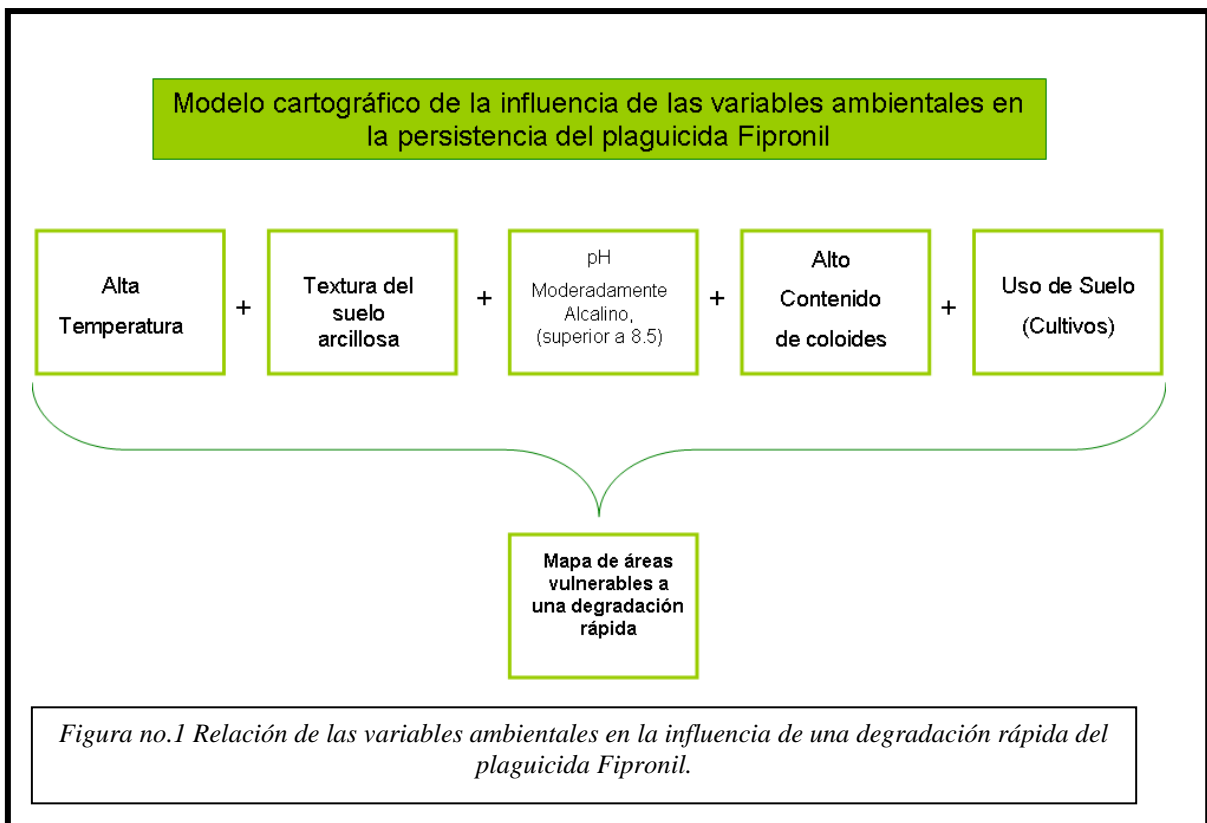
Con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica, hicimos el análisis espacial de la distribución y degradación del plaguicida Fipronil en nuestra área de estudio, para con ello detectar las zonas más vulnerables a una degradación rápida y lenta, así como también aquellas superficies donde se ha dado la combinación de diversos plaguicidas e identificar las poblaciones que se encuentran en contacto con ellos.

Para lograr esto fue necesario hacer una interpolación de nuestros datos, tanto de las características ambientales como de la aplicación de los plaguicidas, ya que se tenían de manera puntual. Las herramientas de interpolación crean una superficie continua de valores de muestras discretas, tales como elevación o concentración química. Hay muchas herramientas de interpolación y cada una tiene una variedad de parámetros que influyen en la superficie resultante. Estas herramientas se basan en el análisis de las propiedades de la superficie por las locaciones vecinas. En términos generales, las cosas que están más cerca tienden a ser más parecidas que las que están más distantes. Éste es un principio fundamental geográfico. Considerar un punto muy alejado del que se va a predecir podría ser ciertamente perjudicial porque el punto puede estar localizado en un área que es drásticamente diferente del punto que se quiere predecir. Una solución es considerar los puntos suficientes para dar una buena predicción, pero lo poco suficientes para ser práctico.

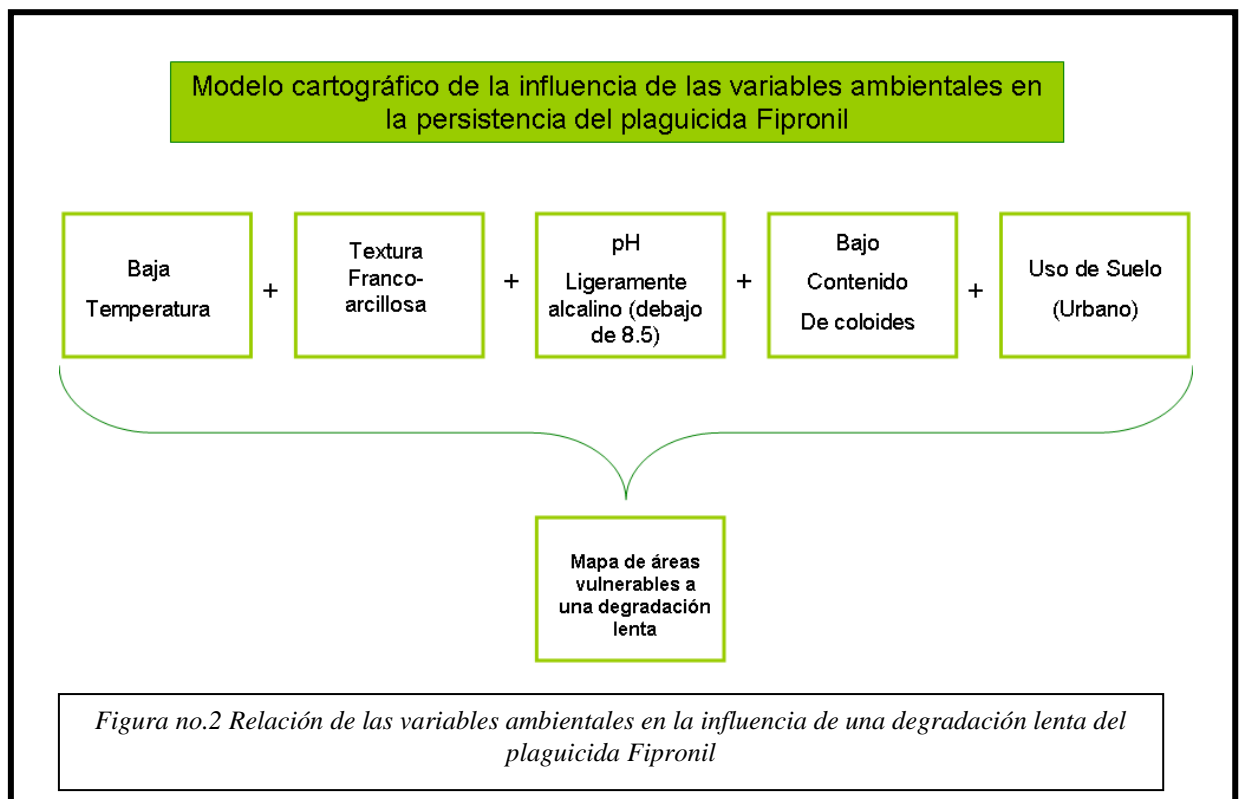
Para la interpolación de nuestros datos se empleó el método Inverse Distance Weighted (IDW) cuyos valores interpolados son un promedio del peso de los valores de un juego de puntos vecinos, donde la influencia de los puntos cercanos es mayor que la de los puntos distantes (esto es, con la inversa de la distancia).

El IDW emplea un simple logaritmo basado en la distancia, el método IDW es referido como método determinista de interpolación porque está directamente basado en los valores de alrededor o en fórmulas matemáticas específicas que determinan la suavidad de la superficie resultante.

Posterior a la interpolación se desarrollaron modelos cartográficos. El primero de estos modelos cartográfico fue diseñado para conocer las zonas donde se da una degradación del plaguicida Fipronil de manera más rápida debido a los factores ambientales (ver figura no.1), fue realizado en base a las referencias bibliográficas revisadas a lo largo de este trabajo, donde hemos encontrado que la combinación de altas temperaturas, textura de suelo con altos contenidos de arcilla, pH alcalino (que en este caso se consideró superior a 8.5 que dentro de la clasificación pertenece a moderadamente alcalino y en este rango se encuentran los valores más altos encontrados en nuestra zona de estudio), alto contenido de coloides y un uso de suelo que no fuera zonas urbanas generan las condiciones propicias para una rápida degradación del plaguicida Fipronil.



Por otro lado bajas temperaturas, textura de suelo con bajo contenidos de arcilla, pH menos alcalino (que en este caso se consideró menor a 8.5 que dentro de la clasificación pertenece a ligeramente alcalino), bajo contenido de coloides y un uso de suelo que fuera de zonas urbanas conformaron las variables que nos ayudaron a desarrollar el modelo cartográfico para una degradación lenta del plaguicida Fipronil por factores ambientales (ver figura no.2).



Dentro de las variables no ambientales que interfieren en el tiempo de degradación del plaguicida Fipronil se encuentran la frecuencia con que fue aplicado y la concentración del mismo. Bajas concentraciones y baja frecuencia de aplicación generan una degradación rápida (ver figura no.3), por el contrario altas concentraciones y alta frecuencia de aplicación desembocan en un degradación lenta (ver figura no.4).

Modelo cartográfico de la influencia de las variables no ambientales en la persistencia del plaguicida Fipronil

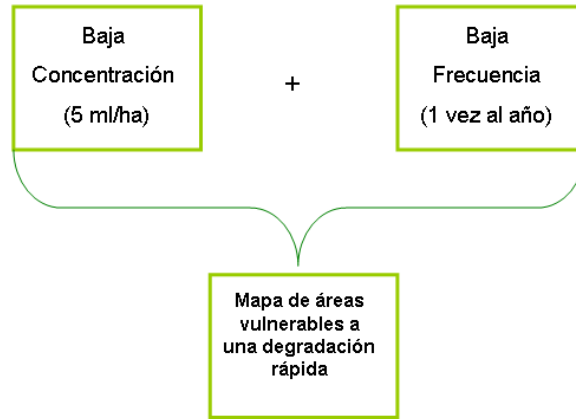


Figura no.3 Relación de las variables no ambientales en la influencia de una degradación rápida del plaguicida Fipronil.

Modelo cartográfico de la influencia de las variables no ambientales en la persistencia del plaguicida Fipronil

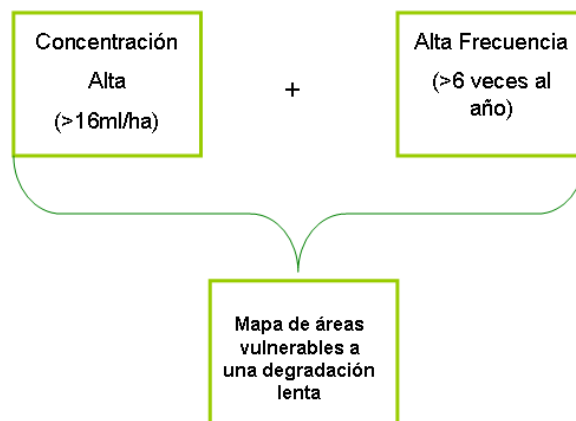
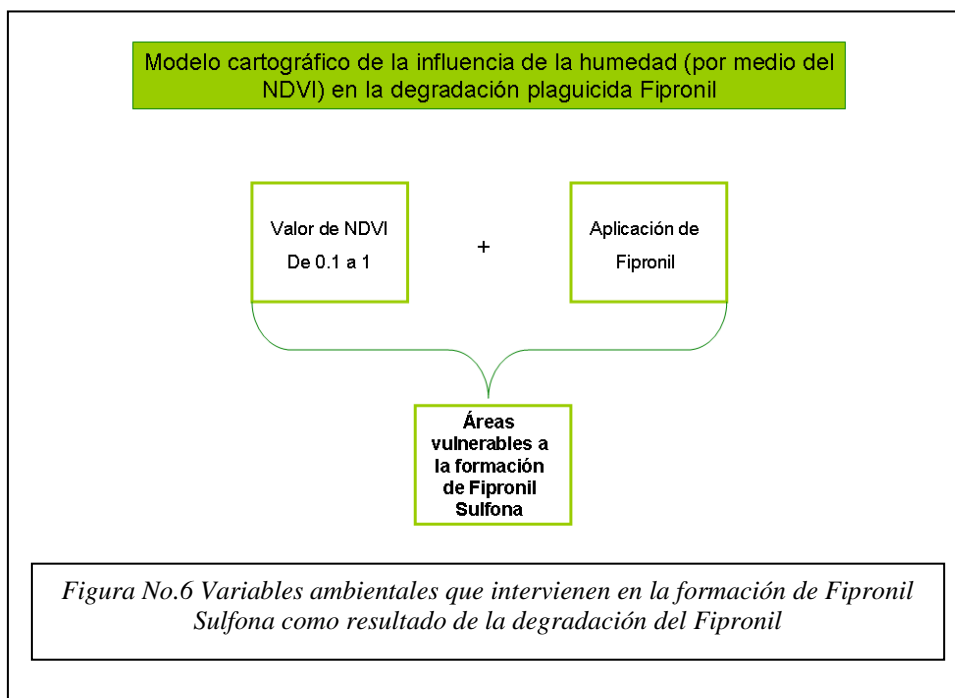
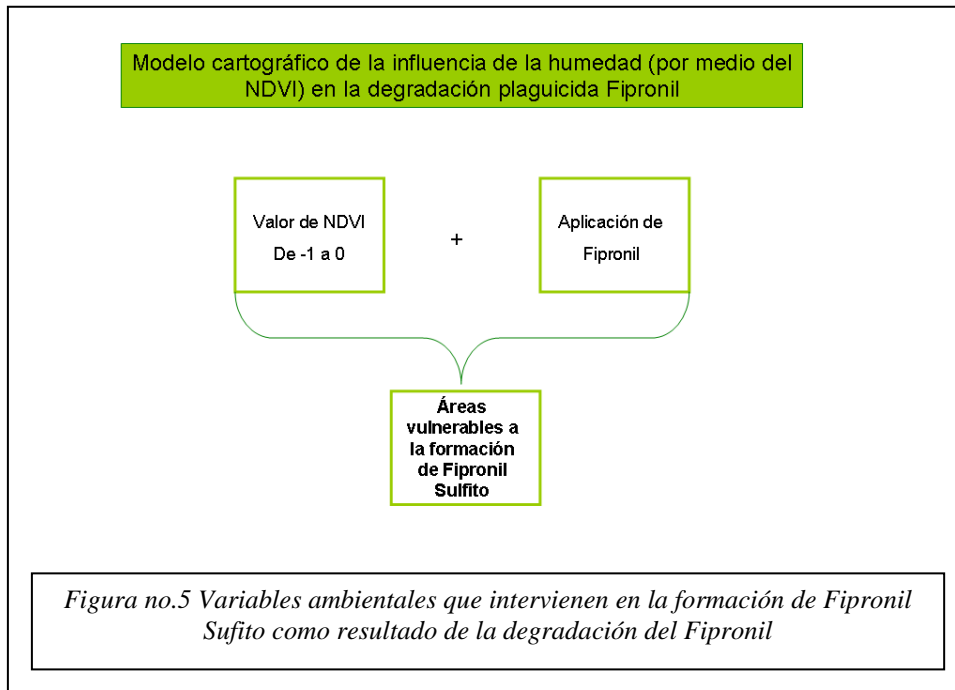
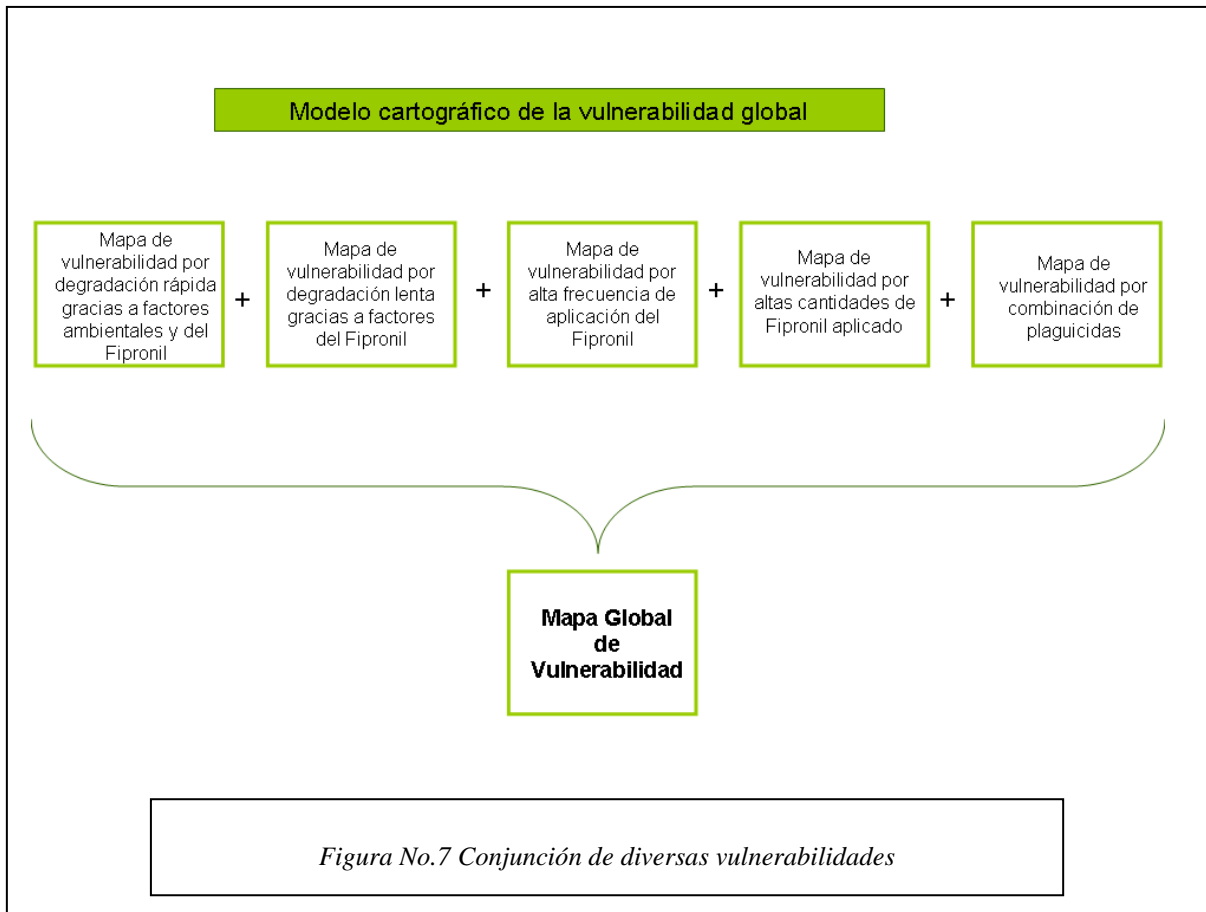


Figura No.4 Relación de las variables no ambientales en la influencia de una degradación lenta del plaguicida Fipronil.

También se desarrolló un modelo cartográfico para encontrar, por medio de las características ambientales (en específico la humedad en suelo), los productos químicos que resultarán de la degradación del plaguicida Fipronil. Para este modelo se empleó el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) en combinación de un mapa de interpolación de los puntos donde se aplicó Fipronil, como ya se mencionaba anteriormente gracias al NDVI obtenemos las zonas más húmedas de nuestra área de estudio, característica que propicia la formación de Fipronil Sulfito (ver figura no.5). Mientras que, bajos contenidos de humedad, contribuyen a la formación de Fipronil Sulfona (ver figura no.6).



La última etapa del modelo cartográfico fue diseñada para buscar esas zonas en que no sólo se pueden ver afectadas por alguno de los elementos analizados, sino donde coincidan una variedad de ellos, haciendo a estos espacios más vulnerables (ver figura no. 7)



Capítulo IV

Control químico de la plaga de la Langosta en los municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab.

En la Huasteca Potosina y en específico en nuestra área de estudio (compuesta por los municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab), a pesar de cómo lo menciona el Inifap (2005) existen varios métodos, de diversos órdenes, para el control de la plaga de la Langosta el predominante durante el 2002 al 2004 fue el control a base de químicos, debido a que otros medios de regulación, como el control cultural y biológico, no fueron tan efectivos como se esperaba, esto en parte se debió al hecho de que no se estaba utilizando el hongo base adecuado para la creación del compuesto empleado como control biológico.

En el periodo que comprende este estudio (2002-2004), en los municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab se aplicaron diversos químicos y en diferentes concentraciones, del orden organofosforados se emplearon el Malathion y Parathion, de los fenilpirazoles el Fipronil y por último, aunque en menores proporciones, la Cipermetrina.

De los plaguicidas antes mencionados del que más se ha hecho uso en los municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab para el período comprendido del 2002 al 2004 fue el Fipronil.

4.1.- Plaguicidas aplicados en el área de estudio durante el año 2002

A lo largo del año 2002 en el municipio de Ébano se recurrió a 210,165.55 ml de Fipronil, que fueron distribuidos en 22,485 ha. El Fipronil no fue aplicado en las mismas concentraciones en este territorio, de ahí que encontremos concentraciones de aplicación más bajas de lo recomendado por el Inifap (2005) de 5 ml por Ha, aunque en su mayoría excedió esta concentración. De las 22,485 ha que fueron rociadas con

Fipronil, sólo en 5,653.5 ha se utilizó la concentración recomendada. En 14,280 ha se empleó el doble de la concentración establecida, en 1,721.5 ha el triple, en 373 ha el cuádruplo y en 80 ha el quíntuplo. En otras 200 ha se aplicó a una concentración del 250 % de lo sugerido y tan sólo en 4.5 ha la concentración fue menor a la fijada por el Inifap, en estas hectáreas fue esparcido a una concentración de 4.9 ml/ha (ver cuadro no.1 del Anexo III).

En Ébano el Fipronil fue distribuido principalmente en áreas en las que se cultivó soya y sorgo y de las cuales encontramos que en 9,103.5 ha había soya y sorgo en 5,763.5 ha. En las 7,632 ha restantes donde en éste año se aplicó el fipronil principalmente pertenecían a cultivos de pasto y maíz y en menor proporción cultivos de fríjol, chile y camote. Cabe destacar que también se hizo una importante aplicación del plaguicida Fipronil en drenes, para ser más específicos 2,455 ha de drenes fueron asperjadas en concentraciones que van desde la recomendada por el Inifap hasta 4 o 5 veces superior a ésta.

En este municipio durante el año 2002 no sólo se recurrió al Fipronil, sino también a otros químicos, como el Malathion, Paration Met. 720, Paration Metílico 3% y Cipermetrina, de los cuales el que se usó más fue el Paration Met. 720 con un total de 2'513,000 ml aplicados en 690.5 ha a diferentes concentraciones. En 587 ha a una concentración de 1000 ml/ha, en 94.5 a 18,000 ml/ha y en 9 ha 25,000 ml/ha.

La distribución del Paration Met. 720 coincide con la del Fipronil, al ser los cultivos de sorgo, soya y maíz donde este plaguicida fue principalmente asperjado ya que de las 690.5 ha totales, 123 ha corresponde a cultivos de maíz, 307.5 ha a cultivos de sorgo y 117 ha a soya.

El Malathion en el municipio de Ébano también fue aplicado en diferentes concentraciones, 381.25 ha a la concentración recomendada por el Inifap para el control de la Langosta, la cual asciende a 1000ml/ha, además en 20 ha se manejo a una concentración de 500 ml/ha, sumando un total de 391,250 ml de Malathion dedicados para este municipio durante el año 2002.

La concentración menor de Malathion se empleó en su totalidad para cultivos de soya, siendo éste uno de los rociados con este plaguicida, ya que en otras 91 ha el Malathion se administró a 1000 ml/ha. El segundo cultivo que más se trató con Malathion fue el maíz con 77.5 ha. Del total de la superficie donde se utilizó el Malathion, 180 ha están dedicadas a drenes.

La Cipermetrina, como ya se mencionaba anteriormente, fue uno de los químicos a los que se recurrió en menores proporciones, ya que sólo en 97.5 ha, de las 23,718.25 Ha del municipio de Ébano donde se valió de algún control químico, fueron rociadas con Cipermetrina, correspondiendo 87.5 ha a cultivo de sorgo y 10 ha a cultivo de soya.

Por su parte, de Paration Metílico 3% se irrigan 30 ha, 4 de ellas en una concentración de 18,000 ml/ha y 26 Ha a 25,000 ml/ha, empleándose así un total de 722,000 ml de Paration Metílico 3% en el municipio de Ébano en el año 2002, el cual fue distribuido en 16 ha donde se cultivaba sorgo, 8 ha de pasto y 6 ha de maíz (ver cuadro no.4 del Anexo III).

En el municipio de Tamuín, al igual que en Ébano el plaguicida que más se administró fue el Fipronil, ya que de las 12,406 ha donde se aprovechó de algún plaguicida como control de la Langosta, en 11,709.5 ha el Fipronil fue destinado para dicho control, lo que representa el 94.38 por ciento del total de hectáreas tratadas.

Tamuín no fue la excepción para sobrepasar las concentraciones de aplicación recomendadas por el Inifap, donde se encontró que sólo en el 23.27 por ciento (equivalente a 2724.5 ha) de la superficie donde se administró Fipronil se hizo a una concentración de 5 ml/ha, el resto del área a la que se le proveyó de Fipronil la concentración sugerida se sobrepasó desde 1 ml hasta 25 ml por hectárea, quedando de la siguiente manera; en 150 ha se utilizó a una concentración de 6 ml/ha, en 180 ha a 7.5 ml/ha y en 6882.5 ha fue al doble de la concentración sugerida. La concentración del fipronil aplicado en 50 ha, 40 ha, 420 ha y 30 ha fue de 12 ml/ha, 12.5 ml/ha, 15 ml/ha y 17 ml/ha respectivamente. En las 1232.5 ha restantes, la concentración de Fipronil que se empleó sobrepasó los 5 ml/ha en proporciones que van desde 4 hasta 6 veces.

La superficie del municipio de Tamuín donde no se aplicó fipronil asciende a 696.5 ha, de las cuales 387.5 ha fueron tratadas con malathion a una concentración de 1000 ml/ha y 309 ha con Paration met. 720 a la misma concentración que el Malathion.

El uso de suelo donde se vio una mayor aplicación de algún plaguicida en el municipio de Tamuín fue en las áreas de cultivo de pasto, en las cuales 4,234.5 ha fueron dotadas de Fipronil, 78 ha de Malathion y 160 ha de Paration Met. 720, estas 4,472.5 ha representan el 36.05 por ciento de las 12,405.8 ha de toda la zona tratada. Le siguen la caña de azúcar con 1906 ha, lo que significa el 15.36 por ciento y el sorgo y la soya con 1,367 ha y 1,272 ha respectivamente. Entre el 27.32 por ciento restante están usos de suelo como drenes, cabeceras y cultivos como maíz, sandía, frijol, cítricos y papaya entre otros (ver cuadro no.5 del Anexo III).

De igual manera que en el municipio de Tamuín, en San Vicente fueron utilizados los plaguicidas Malathion y Parathion met. 720 a una concentración de 1000 ml/ha regados en 270 ha y 186 ha, respectivamente, usando en total 270,000 ml de Malathion y 186,000 ml de Paration met. 720. Además en el municipio de Tamuín se aplicó cipermetrina, pero sólo en una hectárea a una concentración de 240 ml/Ha.

En este municipio de San Vicente se presenta el mismo fenómeno que en los otros dos municipios que conforman nuestra área de estudio, donde el plaguicida que se administra en la mayoría de la superficie tratada con algún químico para el control de la langosta es el fipronil, con el cual se rociaron 2,711.5 ha a una concentración variable, 116 ha a 5 ml/ha, 1,775.5 a 10 ml/ha, 90 ha a 11 ml/ha, 140 Ha a 15 ml/ha, 250 ha a 20 ml/ha y 340 ha a 25 ml/ha, aplicando un total de 34,925 ml de fipronil en el municipio de San Vicente para el año 2002.

Se observó que para éste año en el municipio de San Vicente el uso de suelo que se favoreció de la ejecución del control químico contra la plaga de la langosta fueron las áreas cultivadas con caña de azúcar las que suman 1,198 ha conformado el 44.18 por ciento de la extensión total asperjada, posteriormente le sigue el maíz, los cítricos y el pasto con 646.5 ha, 532 ha, 424 ha, sucesivamente (ver cuadro no.6 del Anexo III).

La inversión económica empleada durante el año 2002 para llevar a cabo el control de la langosta por medio de plaguicidas en el área conformada por los municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente ascendió a 938,129.5 pesos. De los que 23,712 pesos fueron para la compra de plaguicidas, el gobierno federal y estatal aportó el 28.58 por cien y los 16,935 pesos restantes fueron proporcionados por los productores. El resto de la inversión fue destinado a la aplicación de los plaguicidas.

En el municipio de Ébano, se hizo la mayor inversión de los tres municipio que componen nuestra área de estudio, en total se invirtió 734,057.5 pesos, mismos que fueron destinados en su totalidad a la aplicación del plaguicida.

En segundo lugar está el municipio de Tamuín con 158,355 pesos, la mayoría, 139,335 pesos, fueron utilizados en la aplicación y tan sólo 19,020 pesos fueron para la compra del plaguicida. De estos 19,020 pesos, el gobierno federal aportó 4335 y el gobierno estatal contribuyó con los 14, 685 pesos restantes.

Y por último está el municipio de San Vicente donde el gobierno federal cooperó con 2,442 pesos y el gobierno estatal con 2,250 pesos, lo que suma 4,692 pesos que fueron destinados exclusivamente para la compra del plaguicida, mientras que para la aplicación se gastaron en este año 41,025 pesos lo que da un total de 45,717 pesos aplicados en el municipios de San Vicente para el control de la langosta durante el año 2002.

4.2.- Plaguicidas aplicados en el área de estudio durante el año 2003

Para el año 2003 disminuyó la cantidad de plaguicida que dedicaron al control de la Langosta en los municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente en comparación con las proporciones del año 2002, así como la variedad de plaguicidas empleados (ver cuadro no.2 del Anexo III). De los cuatro plaguicidas a los que se recurrió durante el año 2002, para el 2003 sólo se sirvieron del Fipronil y Malathion, de hecho éste último sólo se

aplicó en el municipio de Ébano a una concentración de 1000 ml/ha, con el que dotaron a 140 ha, de las cuales 90 ha con un uso de suelo de cultivo de sorgo y 40 ha de laguna.

En lo concerniente al Fipronil se pudo apreciar que las concentraciones en las que era aplicado, en ninguno de los municipios ni usos se hizo en las concentraciones recomendadas por el Inifap. Así por ejemplo al municipio de Ébano se le proveyó de 83,975 ml, que equivale al 39.96 por cien de lo destinado durante el año 2002. Con esta cantidad de plaguicida fueron protegidas 3,385 ha, las que representan sólo el 15.04 por cien de la superficie tratada en el 2002. La concentración que prevaleció en el 2003 fue de 25 ml/ha con la que se dotó a 2,755 ha, las cuales tienen un uso de suelo predominante de cuerpos de agua, 1,095 ha de drenes y 430 ha de laguna. El uso de suelo subsiguiente fue el monte del que se asperjaron 610 ha con Fipronil.

Otras concentraciones utilizadas fueron 20 ml/ha y 30 ml/ha y de la misma manera que en la concentración de 25 ml/ha al uso de suelo que más se le suministraron fue en drenes (ver cuadro no.7 del Anexo III).

En el municipio de Tamuín se rociaron 40, 020 ml de Fipronil en una extensión de 2,266 ha, en 740 ha a una concentración de 25 ml/ha y a 20 ml/ha en 1,526 ha, predominantemente en cultivos de caña de azúcar. En proporciones menores, que van de las 100 a 250 ha, el Fipronil fue aplicado en usos de suelo como drenes, monte, laguna y cultivo de cítricos, a una concentración generalizada en estos usos de 25 ml/ha (ver cuadro no.8 del Anexo III).

Durante el año 2003 en el municipio de San Vicente la aplicación de plaguicida se da a una concentración homogénea de 25 ml/Ha en toda su extensión territorial, de la cuál se aplicó en 464 ha, principalmente destinadas a al cultivo de maíz, con 264 Ha y 160 ha a uso de suelo de cuerpos de agua, laguna en este caso y las últimas 90 ha tienen un uso de cultivo de pasto (ver cuadro no.9 del Anexo III).

Para esta protección contra la Langosta con plaguicidas, en el municipio de Ébano, Tamuín y San Vicente, durante el año 2003, el gobierno federal invirtió 166,188.45 pesos en la compra de plaguicidas. Mientras que los gastos de aplicación fueron absorbidos por diversos actores, siendo de igual manera el gobierno federal el que

mayor aportación hizo. Los participantes del municipio de Tamuín fueron los ingenios, cuya cooperación fue de 117,700 pesos, los jornales colaboraron con 6,760 pesos, la contribución de los productores fue de 13,050 y por último el gobierno federal auxilió con 45,600 pesos. Del municipio de Ébano sólo participaron los productores con 6,520 pesos y el gobierno federal con 293,830 pesos. En el municipio de San Vicente el gasto para la aplicación de plaguicidas fue absorbido en su totalidad por el gobierno federal empleando 42,560 pesos.

En total la cuenta del año 2003 para el control con plaguicidas de la Langosta sumó 692,208.45 pesos.

4.3.- Plaguicidas aplicados en el área de estudio durante el año 2004

Las características de concentración de los plaguicidas, así como la variación de los mismos para el 2004, en los municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente fueron más heterogéneas que en el 2003, por ejemplo el Fipronil se administró en concentraciones que iban desde los 10 hasta los 35 ml/Ha (ver cuadro no.3 del Anexo III).

En el municipio de Ébano en éste año sólo se recurrió a la utilización del Fipronil, el cual fue suministrado a 519 ha, destinando para ello un total de 13,690 ml. En 20 de éstas hectáreas se hizo con la concentración más baja empleada durante el año 2004, que fue de 10 ml/ha. En 20 ha se aplicó a una concentración de 15 ml/ha, en 105 ha a 20 ml/ha, en 30 ha a 25 ml/ha. A la concentración que más se acudió contaba de 30 ml/ha con la que fueron asperjadas 320 ha, superficie que equivale al 61.66 por cien del total de terreno tratado en éste municipio. Con la concentración más alta adoptada, que en este año alcanzó los 35 ml/ha, sólo se rociaron 20 ha.

En este año no hubo una tendencia marcada, como en años anteriores, a la aplicación de plaguicida hacia algún cultivo o uso en específica, ya que también el área protegida fue mucho menor en comparación con la superficie del 2002 o 2003. En esta

ocasión las 519 hectáreas salvaguardadas estuvieron distribuidas en cultivos como maíz, sorgo, soya, tomate, pasto, chile, cártamo así como en drenes, canales, caminos y monte (ver cuadro no.10 del Anexo III).

Por su parte en el municipio de Tamuín para controlar a la Langosta aparte del Fipronil, se valieron también de la Cipermetrina, la cual aplicaron en dos concentraciones la menor fue 333 ml/ha, con dicha condensación 1 ha fue tratada, las 8 hectáreas restantes, para las que se adoptó la Cipermetrina como medida de tratamiento, la concentración asignada fue de 500 ml/ha, con lo que consumieron un total de 4,333 ml. de Cipermetrina, ésta se aplicó casi en su totalidad, a excepción de 333 ml, a cultivo de maíz.

En cuanto al Fipronil, éste fue, en su gran mayoría aplicado a cultivo de pasto y a una concentración de 25 ml/ha, ya que de las 410 hectáreas cuidadas con Fipronil, 272 fueron en donde había pasto, de las cuales en 178 el Fipronil fue utilizado a una concentración de 25 ml/ha, en 48 ha a 30 ml/ha y en 46 a 35 ml/ha. Las 138 hectáreas protegidas restantes se encontraban distribuidas 51 de ellas en cultivo de maíz, 39 en cultivo caña de azúcar, 40 en monte y 8 en cultivo de sorgo (ver cuadro no.11 del Anexo III).

Al igual que en el municipio de Ébano y Tamuín, en San Vicente el plaguicida más solicitado para el control de la plaga de la Langosta fue el Fipronil con el que se cubrieron 190 hectáreas, de las que en 20 hectáreas se hizo a una concentración de 20 ml/ha, en 83 hectáreas a 25 ml/ha, y en 87 hectáreas a 30 ml/ha. El Fipronil utilizado en San Vicente se destinó principalmente a áreas de cultivo de pasto (ver cuadro no.12 del Anexo III).

El Malathion y la Cipermetrina componen el resto de plaguicidas a lo que se acudió durante el 2004, con ambos se asperjaron 42 hectáreas, el Malathion a una concentración de 1000 ml/ha y la Cipermetrina a 325 ml/ha.

4.4.- Tendencias en el control de la Langosta con plaguicidas en el área de estudios para el período 2002-2004

De acuerdo con las cifras analizadas de cada uno de los años que comprende el estudio, es evidente una tendencia a la disminución en la cantidad de plaguicida aplicado, así como las superficies protegidas en cada uno de los municipios.

En el 2002 se asperjaron en toda el área de estudio 39, 292 ha con algún plaguicida, de las cuales en 36, 920 ha fue con Fipronil, 1,058.75 ha con Malathion, 1185.5 con Paration Met. 720, 30 ha con Paration Metílico 3% y 98.5 ha con Cipermetrina. Para lo que fue necesario 363,598.05 ml de Fipronil, 1'048,550 ml de Malathion, 3'008,000 ml de Paration Met. 720, 722,000 ml de Paration Metílico 3% y 29,490 ml de Cipermetrina.

La cantidad de hectáreas rociadas con plaguicida para el 2003 disminuyó drásticamente hasta un total de 6,255, empleando 144,595 ml de Fipronil en 6115 ha y 140,000 ml de Malathion en 140 ha.

Dicha decremento se hace aún mayor para el año 2004 ya que sólo se aplicó plaguicida a 1,170 ha en toda el área de estudio, cantidad que comparada con la superficie protegida durante el 2002 apenas representa el 2.98 por ciento. A lo largo del 2004 se dispuso de 30,088 ml de Fipronil, 21,000 ml de Malathion y 11,158 ml de Cipermetrina.

4.5.- Frecuencia de aplicación del plaguicida Fipronil

Para el año 2002, el empleo del Fipronil se inició en el mes de agosto y se continuó hasta diciembre, en algunos ejidos se recurrió al plaguicida en más de una ocasión por mes, mientras que en otros, sólo se empleó una vez durante todo el año.

Encontramos así que durante el año 2002 el municipio donde se usó con más frecuencia el plaguicida Fipronil fue el de Ébano, municipio en el cual 127 ejidos

fueron tratados. En 69 de ellos se utilizó el Fipronil en sólo una ocasión, en 21 de estos ejidos la aplicación del fipronil se hizo a una concentración de 5 ml/ha, entre estos ejidos están: Ej. Nuevo Temalacaco, R. Los Pinitos, Ej. Valles, Ej. 3era Generación Jalpilla, Ej. Bajo el Cielo de Sonora, Ej. Chacas, Ej. El Naranjo, Ej. Gilberto Flores, Ej. Ignacio Allende, Ej. Juan de la Barrera, Ej. La Paz, Ej. Medio Oriente, Ej. Moreles, Ej. Nuevo Toconala, Ej. Patricio Jiménez 2, El Rincón, Las Gaviotas, Miguel de la Madrid, Ponciano Arriaga, R. Los Pinos y R. El Tolillo.

De todos los ejidos donde se aplicó el fipronil en una sola ocasión durante este año, en Los Pavos fue el único ejido en que la concentración suministrada fue de 7.5 ml/ha.

Por su parte en los siguientes 44 ejidos forman parte de los que fueron asperjados sólo una vez durante el año 2002, pero la concentración fue de 10 ml/ha, estos son: Canal Ébano, Colonia Obrera, Ej. Framboyanes, Ej. Guadalupe Victoria, Ej. Adolfo López Mateos, Ej. Ampliación 20 de Noviembre, Ej. Ampliación Tampacoy, Ej. Antonio Ponce, Ej. Aquiles Serdan, Ej. Ayotoxco, Ej. Benitez Ángeles, Ej. Carlos A. Madrazo, Ej. Cerro de la Concepción, Ej. El Limón, Ej. Jalpilla, Ej. Marcelino Balderas, Ej. Nuevo Ojox, Ej. Nvo. Tampaón, Ej. Nuevo Temalacaco, Ej. Ruiz Cortinez II, Ej. Ruiz Cortinez III, Ej. Lerdo de Tejada, Ej. San Pedro de las A. Ej. Tanchanaco, Ej. Zapata, Ej. Zapata I, Ignacio Zaragoza, La Reforma, Las Glorias, N.C.P.E. Ponciano Arriaga, P.P. Auza, P.P. Casas Blancas. P.P. CEEBA., P.P. Higuierón, P.P. Los Pinitos, P.P. Montecillo, P.P. Santo Domingo, P.P. Tecolotes, Pedro J. Méndez, P.P. Capulín, P.P. El Encanto, Rcho. El Cinco, Rcho. Laguna Seca, Rcho. Los Pinitos.

A una concentración de 15 ml/ha se hizo en los ejidos: Ej. Adolfo Ruiz Cortinez III, Ej. Nuevo Progreso y P.P. Estación Auza.

En 23 ejidos del municipio de Ébano durante el año 2002 se suministró el fipronil en 2 ocasiones, en 9 ejidos se asperjó en 3 veces, en 6 ejidos se administró en 4 momentos y en 4 de los 127 ejidos se empleó en 5 fechas, mientras que en 4, 4, 1, y 1 de ellos se hizo la aplicación del Fipronil en 6, 7, 8 y 9 oportunidades sucesivamente.

Donde más plaguicida se aplicó en el municipio de Ébano fue en ejidos como Emiliano Zapata II, donde se recurrió al Fipronil en 10 ocasiones, durante los cinco

meses del año que se estuvo empleando el plaguicida. En los ejidos de Vichinchijol y Plan de Iguala se acudió al Fipronil en 11 veces, en el ejido de Reforma se usó en 12 ocasiones. Mientras que el ejido que más apeló a la utilización del Fipronil en el año 2002 fue el ejido de Alfredo V. Bonfil y Plan de San Luis, ya que lo aplicaron en estas zonas en 13 ocasiones.

En los ejidos del municipio de San Vicente Tancuayalab que se valieron del Fipronil para el control de la Langosta, no se hizo tan frecuentemente como en el municipios de Ébano, ya que en el municipio de San Vicente Tancuayalab sólo en 33 de sus ejidos se aplicó el Fipronil y donde más veces se utilizó fue en los ejidos de Tamabolon y San Juan de las Vegas contando tres ocasiones en su haber y dos en los ejidos de Buenos Aires y Piedras Chinas. En los 29 ejidos restantes se hizo una aplicación única, en 4 de ellos a una concentración de 5 ml/ha, en 19 a 10ml/ha, en 1 ejido (Rancho el Dólar) a 11 ml/ha, en dos ejidos (Ej. La Bolsa y PP Rancho Largo) a 15 ml/ha, en los ejidos P.P. El Bárbaro y PP. Santa Marta la aplicación se hizo en 20 ml/ha y por último en el ejido PP. El Hule donde se suministró a 25 ml/ha.

En el municipio de Tamuín el plaguicida Fipronil se aplicó en 102 ejidos, en el ejido donde con más frecuencia se aplicó el Fipronil fue en San José del Limón (8 veces), y en el ejido El Palmar (5 veces), mientras que en los ejidos Aquiles Serdan, Graciano Sánchez, Herminio Salas G.L., Emiliano Zapata II, Las Flores, P.P. La Montaña, P.P. Uruapan, P.P. Zocohuite y Unión Campesina se recurrió al fipronil en 4 ocasiones durante este año. En 10 ejidos lo aplicaron en 3 momentos y en 16 ejidos en 2. En 65 de los ejidos restantes se administró en una sola ocasión, en su gran mayoría (en un 53.84 por ciento) a una concentración de 10 ml/Ha, en el 26.15 por ciento de ellos a una concentración de 5 ml/ha ml/ha, y en una minoría del 1.53 por ciento a una concentración de 25 ml/ha (ver cuadro no.13 del Anexo III).

Para el año 2003 disminuyó tanto la frecuencia de aplicación como los ejidos en los cuales se les administró el plaguicida Fipronil, ya que durante el año 2002, en el área conformada por los municipios de Ébano, San Vicente Tancuayalab y Tamuín, 262 ejidos se vieron favorecidos por la utilización del plaguicida para el control de la langosta, cifras que para el año 2003 disminuyeron hasta los 56 ejidos. Sin embargo continúa la tendencia a ser el municipio de Ébano donde se usa con más frecuencia, ya

que para este año se reportan 38 ejidos. De dichos ejidos son Reforma y Estación Auza donde se empleó con más frecuencia (en 4 ocasiones), mientras que en el ejido de La Reforma se aplicó en 3 oportunidades. En los ejidos restantes la frecuencia de aplicación varió de 1 vez (en 29 ejidos) a 2 veces (en 6 ejidos).

En el municipio de San Vicente Tancuayalab la cantidad de ejidos a los que se destinó el Fipronil, pasó de 33 en el 2002 a 3 en el 2003 y en todos ellos sólo se asperjó en una ocasión. Al igual que en el año anterior la aplicación del plaguicida se hizo del mes de agosto a diciembre y la concentración se generalizó a 25 ml/ha.

Del Municipio de Tamuín, aparece el ejido El Palmar, al igual que en el año anterior, como uno de los ejidos donde más frecuentemente se utilizó el Fipronil, que para éste año fue en dos ocasiones, frecuencia baja comparada con las 5 ocasiones que presentaba en el año 2002. En los 14 ejidos restantes donde se aplicó el Fipronil en una ocasión la concentración fue de 20 ml/ha en el 33 por ciento de ellos, la otra concentración empleada fue de 25 ml/ha (ver cuadro 14).

En el año 2004 el tiempo en que se hace la aspersion pasó de hacerse entre los meses de agosto a diciembre a los meses de enero a julio, período en el cual se mantuvo la tendencia a concentrar su utilización principalmente en los ejidos de los municipios de Ébano y Tamuín, ya que de los 55 ejidos que fueron tratados en este año 22 corresponden al municipio de Ébano y 25 al municipio de Tamuín, a su vez, año con año, se incrementa la concentración en la cual el plaguicida es distribuido, por ejemplo en el 2004 en ningún ejido se aplicó en la concentración que recomienda el INIFAP (a 5 ml/ha) y sin embargo en la mayoría de los ejidos (en 29 de 55 lo cual representa el 52.77 por ciento) se suministró a una concentración de 30 ml/ha. Y por primera vez en estos tres años del estudio se aplica a una concentración de 35 ml/ha, en esta medida se hizo en 7 ejidos (representan el 12.72 por ciento) y la concentración más baja usada fue de 10 ml/ha en el 14.54 por ciento (8 ejidos) de los ejidos tratados.

En el municipio de Ébano en 17 ejidos sólo se administró el Fipronil en una ocasión, dos veces en los ejidos Francisco Villa, Pujal Coy y P.P. Santo Domingo y en tres ocasiones en los ejidos de La Reforma y 3^{era} Generación Jalpilla.

Por tercera ocasión el municipio de San Vicente fue donde menos ejidos se trataron con el plaguicida, en este año la sumatoria ascendió a 8, en 7 de los cuales se asperjó una sola vez y en 1 se aplicó en 2 ocasiones.

En este año, en el municipio de Tamuín fue donde más ejidos se asperjaron con plaguicida (25 de un total de 55 del área de estudio), en 15 de ellos se hizo en una ocasión, en 9 ejidos se empleó 2 veces y en el ejido Aquiles Serdan se hicieron tres aplicaciones, en cual fue el mayor suministro que se hizo (ver cuadro no.15 del Anexo III).

Resultados y Futuras líneas de Investigación

Del desarrollo de nuestros modelos cartográficos obtuvimos áreas que son vulnerables ante el plaguicida Fipronil por diversos factores, entre ellos están las características ambientales y las inherentes al plaguicida, así como la combinación de plaguicidas.

Primero obtuvimos dentro de nuestra área de estudio zonas donde, por factores relacionados solamente con el plaguicida Fipronil como la frecuencia y la concentración, la degradación se hace de una manera más rápida. Estas zonas no presentan una tendencia a verse agrupadas en algún municipio en específico, sino que se encuentran distribuidos por toda nuestra área de estudio.

Áreas de una rápida degradación también fueron resaltadas pero por coincidencia de factores ambientales que favorecen el proceso, como lo son las altas temperaturas, pH alcalinos (superior a 8.5), suelos con altos contenidos de arcilla, material calcáreo y un uso que no sea de asentamientos urbanos, estas características sólo coincidieron en la porción sur del municipio de Ébano, pero principalmente al norte del municipio de Tamuín y en absoluto en el municipio de San Vicente Tancuayalab.

Es importante resaltar que estas zonas donde la degradación del Fipronil se produce de una manera más rápida requieren de atención, ya que la presencia de los productos derivados de la degradación del Fipronil se presentarán más rápidamente y éstos a su vez pueden ser mucho más tóxicos que el propio Fipronil por su superior capacidad de adherirse al canal de GABA.

Encontramos también que de igual manera los elementos del ambiente interfieren de manera activa para que el Fipronil se degrade de una manera más lenta, para ello es necesario temperaturas bajas, pH neutros o ácidos, suelos arenosos con poco o nulo material calcáreo y un uso de asentamientos humanos, estas características en su conjunto no se hicieron presentes en algún punto de nuestra área de estudio, por lo que en nuestros resultados no encontramos áreas vulnerables a una mayor persistencia debido a la degradación lenta por factores ambientales. Sin embargo, sí encontramos

zonas donde se congregan los elementos necesarios para una degradación lenta pero por características del plaguicida, como lo son las altas concentraciones en que es aplicado el Fipronil y la alta frecuencia, estas características sólo las encontramos durante el año 2003 y 2004 de nuestro período de estudio, dando como resultado las áreas de mayor vulnerabilidad por la persistencia del Fipronil, dichas zonas se encuentran en el ejido de Aquiles Serdán del municipio de Tamuín y en el ejido de La Reforma en el municipio de Ébano.

Las características de cantidades de aplicación y la frecuencia nos determinaron las áreas de vulnerabilidad por mayor exposición encontrando que dichas zonas se encuentran en su totalidad en el municipio de Ébano, en los ejidos de La Reforma, Alfredo G. Bonfil, Pedro J. Mendez, Plan de San Luis y Vichinchijol.

Como hemos visto a lo largo del trabajo existen otros factores de riesgo que incrementan la vulnerabilidad en nuestra área de estudio como lo es la combinación de plaguicidas, en esta campo obtuvimos que durante el 2002 se aplicó, aparte del Fipronil, Cipermetrina (en el municipio de Ébano), Malathion (en los tres municipios que conforman nuestra área de estudio), Parathion metílico 720 (en Tamuín y Ébano) y Parathion metílico al 3% (principalmente en Ébano), de esta manera encontramos que no sólo hubo combinación de Fipronil con algún otro plaguicida, sino que además se presentó combinación entre plaguicidas extras al Fipronil, entre ellos está la combinación de Cipermetrina con Parathion metílico al 3% en el municipio de Ébano, de Malathion y Parathion metílico 720 en el municipio de Tamuín, de Parathion metílico 720 y Parathion metílico al 3% en el municipio de Ébano y también en este municipio de dio la combinación de malathion y Parathion metílico al 3%.

Para el año 2003 no hubo este tipo de combinación de plaguicidas ya que sólo se aplicó, aparte del Fipronil, Malathion. Durante el año 2004 se utilizó, aparte del Fipronil, Cipermetrina y Malathion, generando áreas de combinación de estos elementos en el municipio de Tamuín.

De la conjunción de estos mapas obtuvimos las áreas vulnerables por combinaciones de plaguicidas las cuales se hacen presentes en su mayoría dentro del

municipio de Ébano (5 de los 7 puntos de conjunción), dos polígonos de mezcla de plaguicidas están en el municipio de Tamuín, lo que deja al municipio de San Vicente Tancuayalab libre de la presencia de mezcla de plaguicidas durante el período de estudio. En este territorio están enclavadas 21 localidades, las cuales concentran una población de 2383 habitantes. La relevancia de esta información radica en el hecho de que los plaguicidas organofosforados, que asperjaron en los mismos espacios que el Fipronil, son inhibidores del metabolismo del Fipronil.

Con estos elementos encontramos que en ninguno de los ejidos del área de estudio se conjuntan todos los elementos que conforman nuestra vulnerabilidad global, encontrando de esta manera que en los ejidos de Aurelio Manriquez, Plan de Iguala y Alfredo G. Bonfil coinciden los elementos de mezclas de plaguicidas, altas cantidades de Fipronil y alta frecuencia de aplicación, mientras que en el municipio de La Reforma convergen la degradación lenta, altas cantidades de Fipronil y constantes aplicaciones.

Para futuras líneas de investigación se recomienda hacer una validación de las áreas que en este trabajo se concluyen como de degradación rápida o degradación lenta del plaguicida Fipronil.

De igual manera el trabajo se enriquecería con estudios de biogeografía, ya que no se conoce la distribución espacial de las especies presentes en el área de estudio, así mismo sería bastante fructífera la realización de estudios en el área de toxicología ambiental.

Conclusiones

Los factores geográficos juegan un papel muy importante en el desempeño, duración y degradación del plaguicida Fipromil, hecho que se hace latente en los municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab de la Huasteca Potosina, donde este plaguicida se degrada muy rápidamente, velocidad de degradación que no se compara con la presente en territorios de Sevilla, California o Washington donde la vida media del Fipronil supera los 100 días.

En lo particular, el área de estudio cuenta con las características ambientales propicias para que el Fipronil tenga una rápida degradación, por lo que se espera que al momento ya no queden residuos del Fipronil aplicado durante el 2002-2004.

Estas mismas características ambientales (como la temperatura), hacen que se modifiquen algunas características físicas, como lo es la presión de vapor, generando que otras rutas de exposición que generalmente no se esperarían en otros ambientes con climas más templados.

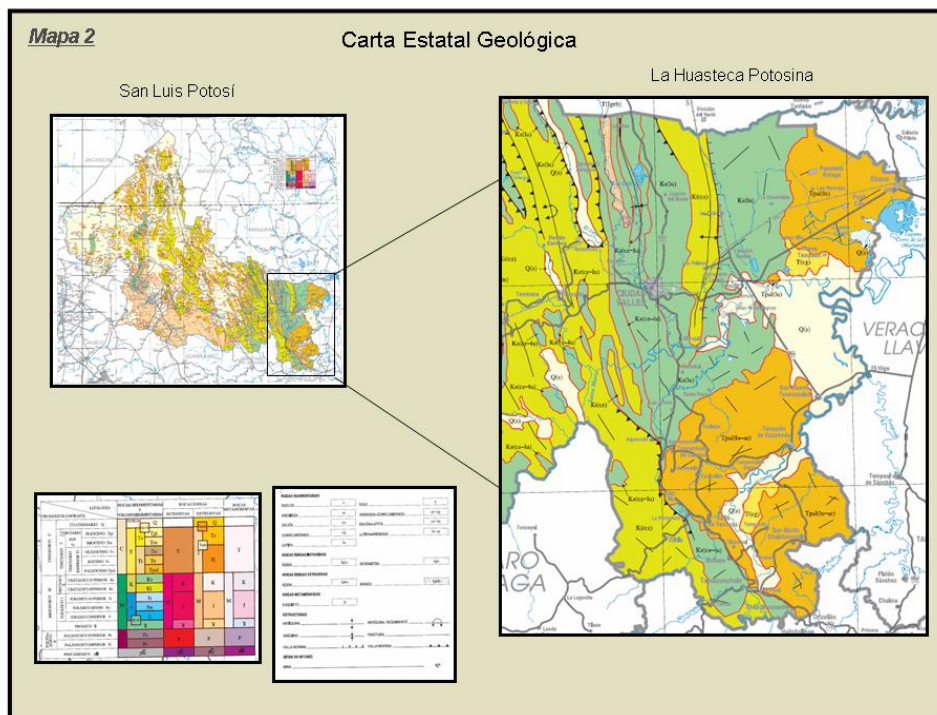
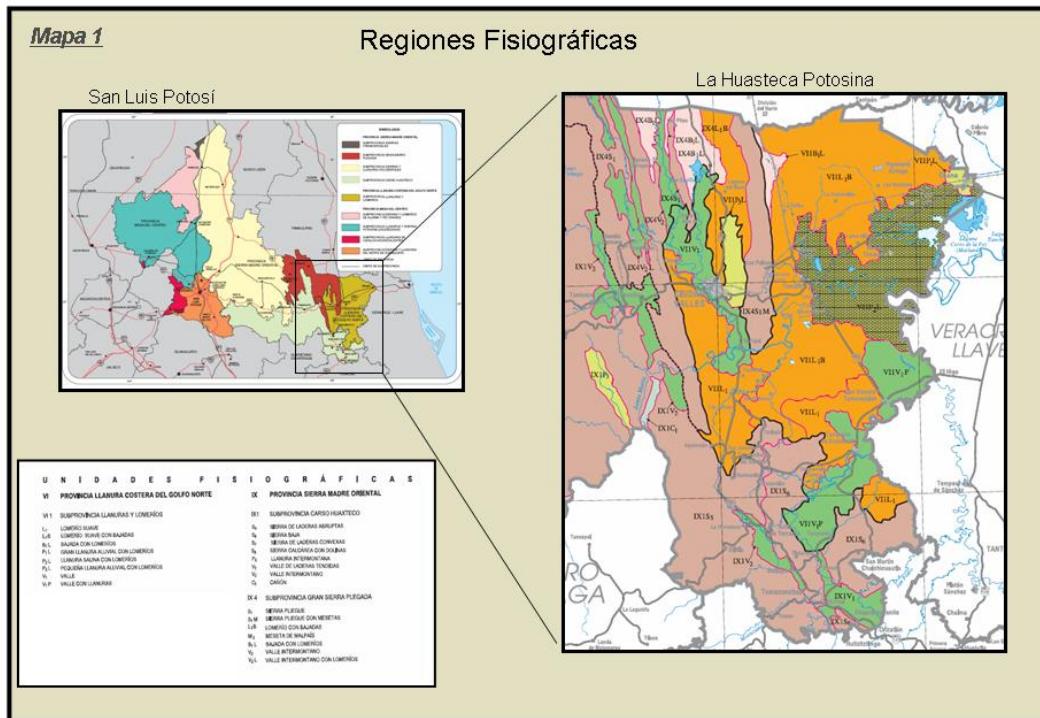
Al estudiar un plaguicida en el ambiente es necesario considerar diferentes factores ambientales, ya que dependiendo de sus características físico-químicas serán diferentes factores geográficos los que cobrarán relevancia.

Los sistemas de información geográfica (SIG) proporcionan una gran ayuda en el estudio y análisis de las variables que se requieren para comprender el comportamiento de los plaguicidas en el ambiente, ya que proporcionan la herramienta más adecuada para el manejo de una gran variedad de elementos y sobre todo la posibilidad de manejarlos espacialmente.

Considero que es necesario hacer más estudios en el área, enfocados en las poblaciones, para con ello comprender aún más los efectos que se pueden generar por la utilización de este plaguicida, en especial los efectos probables por la combinación de plaguicidas.

ANEXO I

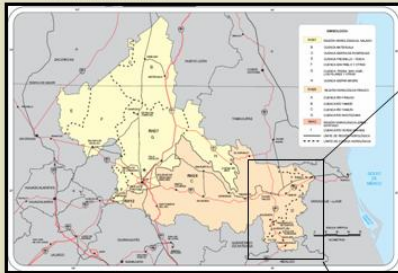
Mapas Generales de las Características Geográficas de la Huasteca Potosina



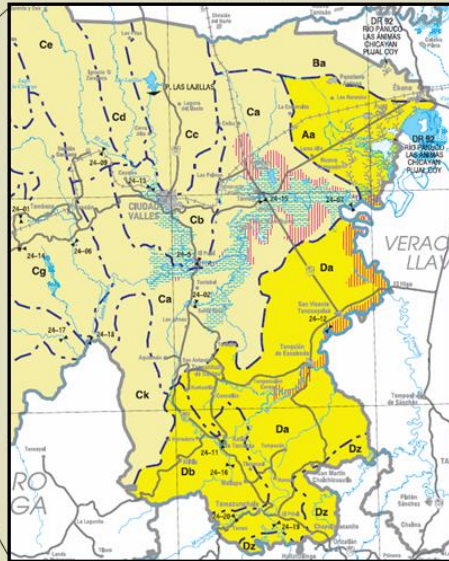
Mapa 3

Regiones y Cuencas Hidrológicas

San Luis Potosí



La Huasteca Potosina



EQUIDIVIENTOS (en mm)	
200 - 100	[Color]
100 - 50	[Color]
50 - 20	[Color]
20 - 10	[Color]
10 - 5	[Color]
Menor de 5	[Color]

REGIÓN HIDROLÓGICA	
RH26	[Color]

LÍMITE DE REGIÓN HIDROLÓGICA	
C	[Color]

LÍMITE DE CUENCA HIDROLÓGICA	
a	[Color]

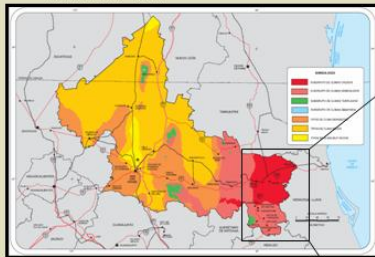
LÍMITE DE SUBCUENCA HIDROLÓGICA	
Fa	[Color]

EJEMPLO	
CUENCA VERACRUZ	[Color]
SUBCUENCA HIDROLÓGICA	[Color]
ESTACION HIETOMÉTRICA	[Color]
PRESA DE ALMACENAMIENTO DE CUATRO MILLONES DE METROS CÚBICOS (4ML)	[Color]
DISTRITO DE REGIÓN	[Color]
ZONA DE PROTECCIÓN	[Color]
BOQUE D'AGUA	[Color]
BALDÍO SORDO	[Color]
BALDÍO SORDO SORDO	[Color]

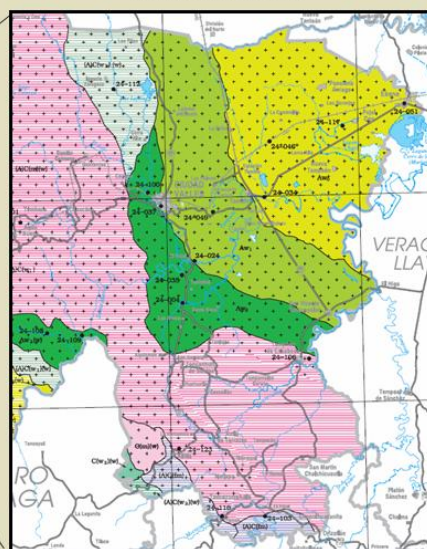
Mapa 4

Climas

San Luis Potosí



La Huasteca Potosina



TIPO CLIMÁTICO SUBTROPICAL CON LUBRICA EN VERANO	
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]

GRUPO DE CLIMAS TEMPERALES C	
C	[Color]
C	[Color]
C	[Color]
C	[Color]
C	[Color]
C	[Color]

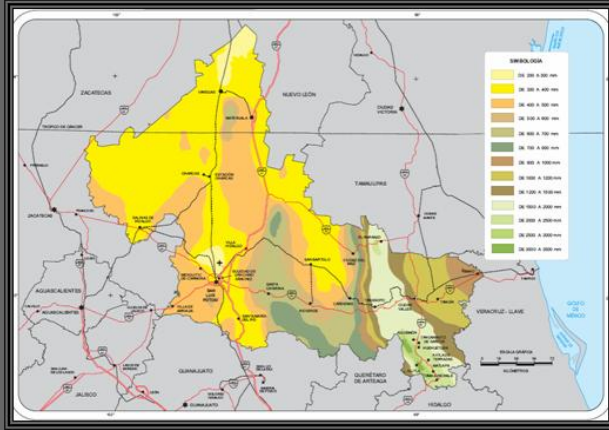
TIPO SUBTROPICAL HÚMEDO CON LUBRICA TODO EL AÑO	
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]

TIPO SUBTROPICAL HÚMEDO CON ALMACENAMIENTO DE LUBRICA EN VERANO	
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]

TIPO SUBTROPICAL HÚMEDO CON LUBRICA EN VERANO	
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]
Am	[Color]

Mapa 5

Precipitación Total Anual



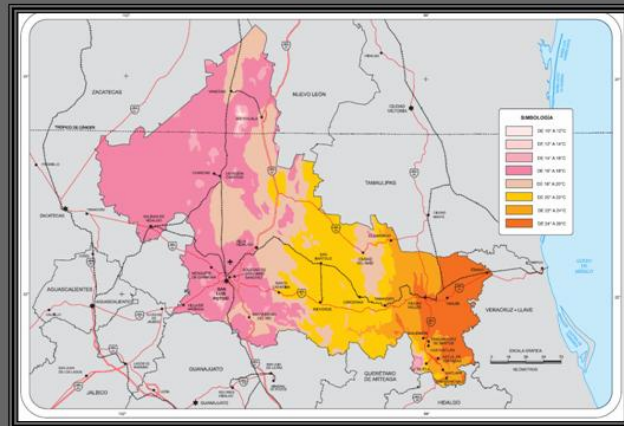
SIMBOLOGÍA	
[Light Yellow]	DE 200 A 300 mm
[Yellow]	DE 300 A 400 mm
[Light Orange]	DE 400 A 500 mm
[Orange]	DE 500 A 600 mm
[Light Green]	DE 600 A 700 mm
[Green]	DE 700 A 800 mm
[Light Blue]	DE 800 A 1000 mm
[Blue]	DE 1000 A 1200 mm
[Light Purple]	DE 1200 A 1500 mm
[Purple]	DE 1500 A 2000 mm
[Light Brown]	DE 2000 A 2500 mm
[Brown]	DE 2500 A 3000 mm
[Dark Brown]	DE 3000 A 3500 mm

San Luis Potosí

Mapa 6

Temperatura Media Anual

SIMBOLOGÍA	
[Light Pink]	DE 10° A 12°C
[Pink]	DE 12° A 14°C
[Light Red]	DE 14° A 16°C
[Red]	DE 16° A 18°C
[Light Orange]	DE 18° A 20°C
[Orange]	DE 20° A 22°C
[Dark Orange]	DE 22° A 24°C
[Red-Orange]	DE 24° A 26°C



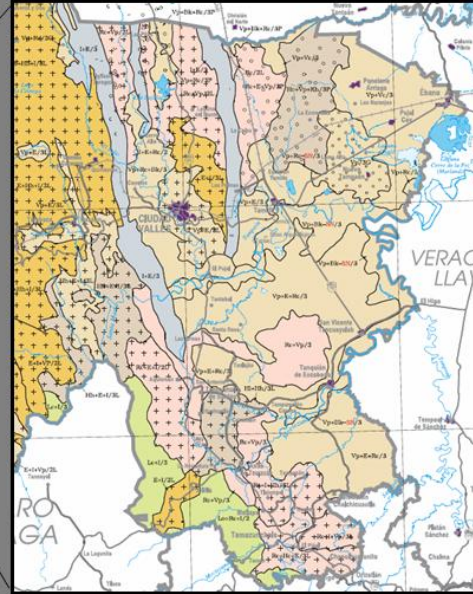
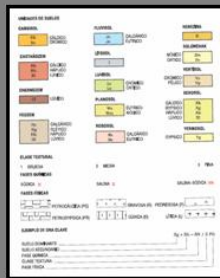
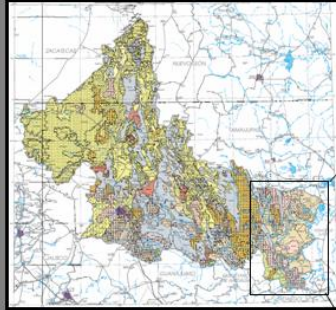
San Luis Potosí

Mapa 7

Carta Estatal Edafológica

San Luis Potosí

La Huasteca Potosina



Anexo II

Tabla No.1 Revisión bibliográfica de la aplicación de los SIG en el ámbito de la Salud

Autor	Título	País	Objetivo	Antecedentes	Resultados	Conclusiones
Ruiz, Marilyn O (2007)	Association of West Nile virus illness and urban landscapes in Chicago and Detroit	Estados Unidos	Los objetivos fueron mejorar el entendimiento de la exposición humana a mosquitos infectados con el virus del Nilo Oeste en el contexto urbano y evaluar el grado en el cual los factores ambientales fueron importantes en Chicago también fueron encontrados en Detroit.	La infección del virus del Nilo Oeste en humanos en áreas urbanas del medio oeste de los Estados Unidos ha exhibido un fuerte agrupamiento espacial durante los años de epidemias. El autor encontró clases de paisaje urbano factores hipotéticos físicos y socioeconómicos que parecen estar asociados con la transmisión del virus del Nilo Oeste (WNV) y estos fueron comparados con los casos humanos de enfermedades en 2002 en Chicago y Detroit	Las 5 clases urbanas que dividieron el espacio urbano fueron desarrolladas en cada región de la ciudad. Las clases tenían muchas similitudes en los 2 escenarios. En ambas regiones la tasa de casos del WNV fue considerablemente más alta en las clases urbanas asociadas a los suburbios interiores, donde de 1940 a 1960 la vivienda dominaba, la cubierta vegetal es moderada, y la densidad de población es moderada. El método de mapeo del uso de suelo juega un papel importante en el éxito y consistencia de la clasificación de las áreas urbanas.	El análisis demostró como la forma urbana y pasados usos de suelo pueden influenciar en la transmisión del vector. En adición, los resultados fueron útiles para desarrollar hipótesis con respecto a las características del paisaje urbano y la transmisión del WNV, ellas proporcionan un método estructurado para estratificar las áreas urbanas para localizar los campos representativos específicamente para el WNV, y éste análisis contribuye a la pregunta de cómo los ambientes urbanos afectan la salud humana
Garb, Jane L (2007)	Using GIS for spatial analysis of rectal lesions in the human body	Estados Unidos	El propósito fue determinar si las características anatómicas del recto humano y los hallazgos clínicos al momento de la cirugía pudieran ser introducidos en un SIG y analizarlos espacialmente para su relación con resultados clínicos	Los SIG han sido usados en una gran variedad de aplicaciones para integrar datos y explorar la relación espacial de las características geográficas. Tradicionalmente esto se ha referido a características de la superficie de la tierra. Sin embargo, es posible aplicar los SIG en medicina, en la escala del cuerpo humano para visualizar y analizar características anatómicas y clínicas. En el presente estudio se usan los SIG para examinar las conclusiones de la microcirugía endoscópica transanal (TEM), un procedimiento poco invasivo para localizar y remover lesiones benignas y cancerosas del recto.	Mapas de topología rectal fueron desarrollados en 2 y 3 dimensiones. El análisis espacial demostró una relación significativa entre la localización de la lesión y la falla técnica.	Este estudio demostró la viabilidad de introducir la localización anatómica y los eventos clínicos en un SIG y su valor en la investigación clínica. Esto permite la visualización y análisis espacial de las características clínicas y patológicas, incrementando nuestro entendimiento de la relación entre las características anatómicas y las conclusiones clínicas, así como a realzar el entendimiento y manejo de esta enfermedad.

<p style="text-align: center;">Wheeler, David C (2007)</p>	<p>A comparison of spatial clustering and cluster detection techniques for childhood leukemia incidence in Ohio, 1996 – 2003.</p>	<p>Estados Unidos</p>	<p>El principal objetivo de este trabajo es un análisis de la distribución espacial de la incidencia de leucemia entre niños de 0 a 14 años de edad en Ohio de 1996 a 2003 usando datos individuales de caso del Ohio Cancer Incidence Surveillance System (OCISS).</p>	<p>La detección de agrupaciones espaciales es una herramienta importante en la observación del cáncer para identificar las áreas de riesgo elevado y generar hipótesis sobre la etiología del cáncer. Hay muchos métodos para la detección de agrupamientos usados en la epidemiología espacial para investigar a grupos propensos a la ocurrencia de cáncer en un conteo regional y casos-control, donde los controles son muestras de la población en riesgo. Numerosos estudios en la literatura se han concentrado en la leucemia infantil por su relativa alta incidencia en comparación con enfermedades y altamente preocupante sobre la elevada incidencia de leucemia.</p>	<p>Encontraron alguna evidencia, aunque no concluyente, de significativo agrupamiento local de leucemia infantil en Ohio, pero no en agrupamientos generalmente significantes. El descubrimiento de los análisis del agrupamiento local no son consistentes para las técnicas de detección de diferentes agrupamientos. Los descubrimientos son consistentes para diferentes pruebas de agrupamiento global, donde no significativo agrupamiento es demostrado con alguna de las técnicas cuando los casos de todas las edades son considerados juntos.</p>	<p>Este estudio comparativo de agrupamiento de leucemia y grupos en Ohio reveló varios objetos de investigación en la detección práctica de agrupamiento espacial, entre ellos, el hecho de que la flexibilidad en la forma de detección del grupo debería ser algo a considerar.</p>
--	---	-----------------------	---	---	---	---

Linard, Catherine (2007)	Determinants of the geographic distribution of Puumala virus and Lyme borreliosis infections in Belgium.	Bélgica	El objetivo de este estudio fue combinar factores ambientales y socioeconómicos para explicar la distribución espacial de dos enfermedades emergentes en Bélgica, virus Puumala (PUUV) y Lyme borreliosis. Las municipalidades fueron tomadas como unidades de análisis.	La enfermedad zoonosis y el vector generalmente presentan un claro patrón espacial debido a diferentes factores dependientes del espacio. La cubierta y el uso de suelo influyen en la transmisión de enfermedades al controlar ambos la distribución espacial del vector y el hospedero, y la probabilidad de contacto con la población humana susceptible.	La regresión binomial negativa incluyendo una corrección para la endogénesis espacial, mostró que la distribución espacial de las infecciones PUUV y Lyme borreliosis están asociadas con una combinación de factores ligados al vector y las poblaciones hospederas, el comportamiento humano y a los atributos del paisaje. Ambas enfermedades están asociadas con la presencia de bosque, el cual es el hábitat preferido para los vectores las poblaciones hospederas. El riesgo de infección por PUUV es más alto en áreas boscosas remotas, donde el nivel de urbanismo es bajo y entre población con bajos ingresos. El riesgo de transmisión de Lyme borreliosis es mayor en paisajes donde se mezcla el bosque y las viviendas están espacialmente dispersas, principalmente en áreas peri urbanas ricas. La dependencia espacial resultante de una combinación de procesos endógenos y exógenos pudiera ser explicado por un modelo en PUUV pero no para Lyme borreliosis.	Una larga parte de la variación espacial en el riesgo a la enfermedad puede ser explicada por factores ambientales y socioeconómicos. Las dos enfermedades no solamente prevalecen en diferentes regiones sino también afectan a diferentes grupos de la población. Combinando estos dos criterios podría incrementarse la eficiencia de las campañas de información hacia un apropiado objetivo.
Congdon, Peter (2007)	A model for spatial variations in life expectancy; mortality in Chinese regions in 2000.	China	El objetivo de este estudio es aplicar un método estadístico modelador para la colección de datos de mortalidad en conjunción con el censo del 2000 para evaluar formalmente los contrastes espaciales de mortalidad en China.	La expectativa de vida en China ha sido notoriamente mejorada pero la ganancia en salud ha sido desigual y hay inequidad en las oportunidades de sobrevivencia entre las regiones y al igual que en las áreas rurales contra las urbanas.	El ajuste predictivo fue evaluado tanto globalmente como a nivel individual en grupos de niños de 5 años de edad. Un modelo proporcional (edad y área afecta independientemente) tiene un peor ajuste que uno que permite interacciones entre el área y la edad siguiendo una forma bilineal. El mejor ajuste es obtenido por permitir una variedad espacial para las tasas de mortalidad infantil y de adultos.	Hay evidencia de que la edad y el área no son factores de riesgo de mortalidad proporcionales. De hecho, los contrastes espaciales son mayores a edades tempranas. Hay una pronunciada desventaja rural a la sobrevivencia, y una gran diferencia en la expectativa de vida entre las provincias.

<p style="text-align: center;">Bell, Nathaniel (2007)</p>	<p>Using GIS-based methods of multicriteria analysis to construct socioeconomic deprivation indices.</p>	<p>Inglaterra</p>	<p>El objetivo de este trabajo es el empleo de la ciencia de la información geográfica (GIS) para la construcción de índices.</p>	<p>Durante varias décadas anteriores muchos investigadores han producido evidencia substancial de un gradiente social en una variedad de efectos en salud, aumentando de las diferencias sistémicas en ingresos, educación, condiciones laborales, y la dinámica familiar dentro de la población. Los gradientes sociales en salud son medidos usando índices, los cuales son típicamente contruidos al agrupar datos socioeconómicos tomados del censo nacional – una técnica en la cual los datos son de al menos de inicios de 1970. El método primario de catalogar la construcción sobre la última década ha sido un componente principal de análisis. Rara vez los índices son contruidos de análisis basados en fuentes de datos debido a la inherente dificultad en validar la subjetividad de los valores de respuesta. En este trabajo argumentan que esta subjetividad puede no cubrir la distribución espacial de los efectos de salud locales. Más aún, el indicar el estatus socioeconómico de vecindad podría ser menospreciado sin la opinión de expertos.</p>	<p>Un estudio de la Oficina de salud médica de British Columbia fue usado para poblar el índice basado en el MCA. Siete variables fueron elegidas y ponderadas en el resultado de la investigación. La asignación de la ponderación de las variables tanto el peso local como global al índice de las variables fue usando una escala descendiente, produciendo un rango de escenarios variables. La ponderación local incluso proporciona fuerza para controlar el nivel de incertidumbre en los valores de respuesta del arreglo de medias ponderadas (OWA). Éste es distinto de la falta de índices y en que el peso es simultáneamente dictado por el valor original de respuesta y el valor de la variable en el juego de datos.</p>	<p>El arreglo de medias ponderadas basado en el análisis multicriterio es un instrumento sensible que permite incorporar la opinión de expertos en la cuantificación de gradientes socioeconómicos en el estado de salud. El arreglo de medias ponderadas aplica tanto la ponderación subjetiva como objetiva en el índice de las variables, proporcionando así un significado más racional de incorporación de resultados de estudio en el análisis espacial.</p>
---	--	-------------------	---	--	---	--

<p style="text-align: center;">Rogerson, Peter A (2007)</p>	<p>Case control study of the geographic variability of exposure to disinfectant byproducts and risk for rectal cancer.</p>	<p>Estados Unidos</p>	<p>Conocer si existe una relación geográfica entre los casos de cáncer de colon y los desinfectantes del agua potable</p>	<p>Niveles de consecuencias que resultan de la desinfectación de agua potable varía dentro del sistema de distribución de agua. Esto nos alienta a cuestionar si el riesgo para cáncer rectal también varía, dependiendo de su localización geográfica en el sistema. La distribución geográfica en el riesgo de cáncer de colon se deduce naturalmente de una asociación entre el nivel de consecuencias y el riesgo de cáncer rectal. Valoramos los efectos de la variabilidad geográfica estimada en exposición a alguno de los componentes del grupo trihalomethane de productos desinfectantes (DBPs) en las proporciones o probabilidades para cáncer rectal en mujeres blancas en un estudio de caso-control de 128 casos y 253 controles, conducido en el condado de Monroe, en el estado de Nueva Uar , EE.UU.</p>	<p>La variación espacial de los niveles de trihalomethane en el condado; aunque el riesgo de cáncer rectal no se incrementó en los niveles totales de trihalomethanes, el incremento de los niveles de Bromoform si correspondió con el incremento de las proporciones (OR=1.85; 95% CI 1.25-2.74) para cáncer rectal. Los uarteles más altos de la estimación de consumo de bromoform (1.69-15.43 ug/día) condujo a un incremento en el riesgo de cáncer rectal (OR=2.32; 95% CI=1.22-4.39). Los otros dos THMs fueron marginalmente asociados con un incremento en el riesgo al chlorodobromomethane (OR=1.78, 95% CI=1.00-3.19) y al bromodichloromethane (OR=1.15; 95% CI=1.00-1.32).</p>	<p>Los niveles de THMs en la distribución del sistema de agua exhiben una variación espacial que fue debida parcialmente a la variación de la edad del agua. También se observó un patrón geográfico de incremento en el riesgo de cáncer rectal en áreas con los más altos niveles de bromoform en el condado.</p>
---	--	-----------------------	---	---	---	---

Stroh, Emilie et. al. (2007)	A study of spatial resolution in pollution exposure modeling	Suecia	La intensidad es investigar la resolución espacial óptima, con respecto a la resolución temporal, para una base de datos de contaminantes NOx, valores que serán usados principalmente en estudios epidemiológicos con duración de días, semanas o periodos prolongados. El hecho de que una base de datos de contaminantes ha sido ajustada a una resolución espacial hace la elección crítica para el uso futuro de bases de datos.	Este estudio es parte de varios y continuos proyectos concerniente a la investigación epidemiológica en los efectos sobre la salud de la exposición a contaminantes en la región de Scania, en la parte sur de Suecia.	Los resultados de este estudio mostraron que la certeza entre las concentraciones modeladas de la rejilla referencia con una alta resolución espacial (100m), nombrado la rejilla fina, y las rejillas ásperas (200, 400, 800 y 1600 metros) mejorando con el incremento de la resolución espacial. Cuando los valores de los contaminantes fueron agrupados en tiempo (de horas a días y semanas) la divergencia entre la rejilla fina y las rejillas ásperas fueron reducidas significativamente. Los resultados también mostraron una considerable diferencia en la resolución espacial óptima dependiendo de las características del área de estudio (área rural o urbana). Para estimar la certeza del modelado la comparación de los valores fue hecha con valores medidos de Nox. La principal diferencia entre el modelado y los valores medidos fue de 0.6 µg/m ³ y una desviación estándar de 5.9 µg/m ³ para la diferencia diaria.	La elección de la resolución espacial debería no ser considerable en el deterioro de la certeza del modelado de los valores de Nox. Considerando la comparación entre el modelado y los valores medidos se estimó que un error debido a una áspera resolución de más de 1 µg/m ³ imperceptible si la resolución temporal empleada es de un día. Basado en el estudio de diferentes resoluciones espaciales concluyeron que para áreas urbanas la resolución espacial apropiada es de 200-400m; y para las áreas rurales la resolución espacial puede ser más áspera (cerca de 1600m). Lo que significa que se deberían desarrollar bases de datos de contaminantes que permitieran resolución espacial diferente para áreas rurales y urbanas.
------------------------------	--	--------	---	--	---	---

<p style="text-align: center;">DeChello, Laurie M. et. Al. (2007)</p>	<p>Spatial analysis of colorectal cancer incidence and proportion of late-stage in Massachusetts residents: 1995-1998.</p>	<p>Estados Unidos</p>	<p>Los objetivos de este estudio fueron determinar si las variaciones geográficas en la incidencia de cáncer colorectal son simple coincidencia o son desviaciones estadísticas aleatorias significativas, si los excesos significantes estadísticos son temporales o persistentes, y si ellos pueden ser explicados por factores de riesgo tales como nivel socioeconómico (SES) o el porcentaje de la población residente dentro del área urbana más que en el área rural</p>	<p>Entre 1995 y 1998, 6360 casos en mujeres y 6628 en hombres de cáncer colorectal invasivo fueron diagnosticados en los residentes de Massachussets. Los casos fueron registrados en las áreas censales y analizados por desviaciones de la ocurrencia al azar con respecto a localización y tiempo.</p>	<p>Seis áreas geográficas que se diferenciaban significativamente del azar fueron descubiertas en el análisis de edad ajustada de hombres: 3 con una incidencia más alta de la esperada y 8 por debajo de lo esperado. En el análisis de edad ajustada en mujeres se encontró un área con una tasa de incidencia más alta de lo esperado y un área con una tasa de incidencia más baja de lo esperado. Después del ajuste de los datos de algunas de las áreas anteriores ya no tuvieron diferencias significativas.</p>	<p>Los practicantes de la salud pública pueden usar los resultados de este estudio para concentrar su atención en áreas dentro de Massachussets que necesiten mostrar un elevado riesgo de incidencia de cáncer colorectal.</p>
---	--	-----------------------	---	---	--	---

<p>Jacob, Benjamin G. (2007)</p>	<p>Remote and field level quantification of vegetation covariates for malaria mapping in three rice agro-village complexes in Central Kenya.</p>	<p>Kenya</p>	<p>En este trabajo examinaron algoritmos para mapear malaria usando el impacto de las preocupaciones de la calibración de la reflexión en la certeza de los índices de vegetación (VI)'s derivados de datos QuickBird en 3 pueblos agrícolas de Mwea, Kenya. También generaron estadística inferencial de muestras en campo de vegetación covariantes para identificar en las tierras para cultivo de maíz el <i>Anopheles arabiensis</i> durante la temporada de cosecha.</p>	<p>Todos los sistemas acuáticos en el área de estudio fueron estratificados basados en los estados del cultivo de maíz: inundado, preparación de la tierra, después del trasplante, labrado, florecencia/maduración y después de la cosecha. Un juego de ecuaciones de propagación incierta fue diseñado para modelar la propagación de calibración de incertidumbres usando la banda roja (banda 3: 0.63 a 0.69 μm) y el infrarrojo cercano (NIR) (banda 4: 0.76 a 0.90 μm) para generar el Índice de Diferencia de Vegetación Normalizado (NDVI) y el Índice de Vegetación Ajustado (SAVI). El Índice de Vegetación Resistente Atmosférico (ARVI) también fue evaluado incorporando la banda azul del QuickBird (banda 1: 0.45 a 0.52 μm) para normalizar los efectos atmosféricos. Con el fin de determinar los grupos locales de hábitat para el cultivo de arroz estadísticos $G_i^*(d)$ fueron generados de los datos base y de la base de datos ecológicos de los sensores remoto. De manera adicional todos los hábitat para cultivo de arroz fueron examinados visualmente usando el espectro de reflexión de la cubierta vegetal para identificar en los sitios altamente productivos de arroz las zonas de ovipostura de <i>Anopheles</i>.</p>	<p>El análisis de regresión logístico de todas las muestras covariantes de campo reveló que la vegetación emergente fue asociada negativamente con la larva del mosquito en los tres sitios de estudio. Además, la vegetación suspendida fue significativamente asociada con el mosquito inmaduro en Rurumi y Kiuria. Todos los modelos espaciales mostraron una autocorrelación positiva, similar número de registros tienden a agruparse en espacios geográficos. La reflexión espectral de los hábitats de cultivos de arroz, fue examinada usando estratificación de campo y remota, reveló que las etapas de post-trasplante y cosecha están más asociadas con alta abundancia y distribución de larvas.</p>	<p>NDVI, SAVI y ARVI generados a partir de modelos covariantes con datos QuickBird y muestras de campo de vegetación no pueden identificar los hábitats acuáticos de cultivo de arroz altamente productivos de <i>An. Arabiensis</i>. Sin embargo, la combinación de refractancia espectral de los hábitats de cultivo de maíz de QuickBird y datos de muestras de campo pueden desarrollar e implementar un programa de Manejo Integrado del Vector basado en la productividad larvaria.</p>
----------------------------------	--	--------------	--	---	---	---

<p style="text-align: center;">Moran, Dominic. (2007)</p>	<p>HIV/AIDS in Russia: determinants of regional prevalence.</p>	<p>Rusia</p>	<p>La motivación de este trabajo es informar la selección de futuras direcciones políticas para hacer frente al HIV/AIDS en Rusia. La Federación Rusa tiene más personas viviendo con HIV/AIDS que cualquier otro país en Europa, y cerca del 70 % de las infecciones conocidas en Europa del Este y Asia Central.</p>	<p>La epidemia es particularmente joven, con el 80 por cien de esos infectados con menos de 30 años, y regiones no rusas ha escapado a la detección de infecciones. Sin embargo, medidas para dirigir la epidemia en Rusia ha sido obstaculizada por el tardío reconocimiento de la escala del problema, la pobreza de datos del predominio de HIV, la potencial contraproducente legislación de narcóticos y la competencia de prioridades en salud. Una complicación adicional ha sido la relativa carencia de investigación en la heterogeneidad espacial de la epidemia rusa de HIV/AIDS, investigando la variedad de tasas prevalentes en las regiones constituyentes y suposiciones inquisitivas acerca de la liga entre la epidemia y las circunstancias después de la transformación soviética. A la luz de estos descubrimientos recientes, esta investigación los factores determinantes de los niveles de dominio de HIV/AIDS en Rusia.</p>	<p>Investigaciones empíricas estadísticas sobre HIV/AIDS y otras enfermedades infecciosas han identificado una variedad de factores que influyen en la dispersión y desarrollo de estas enfermedades. En los análisis empíricos de factores determinantes de la dominancia de HIV/AIDS en Rusia a nivel regional, se han identificado factores que están estadísticamente relacionados con el nivel de predominio del HIV/AIDS en las regiones de Rusia, y se obtuvo alguna indicación de la relativa importancia de estos factores, así mismo se estimó un modelo empírico que incluye factores que describen las características económicas (esperanza de vida, ingresos, inequidad de género, movilidad laboral y educación) y socioculturales (religión, composición étnica de la población y ambiente de vida, entre otros).</p>	<p>Se mostró que la dominancia de HIV en Rusia está fuertemente asociada con los procesos de urbanización particularmente en las regiones que están altamente urbanizadas, movilidad de población doméstica, uso de drogas y fractura social. Y negativamente asociado con la producción regional neta/per cápita, con la asociación entre el HIV y la movilidad el más significativa. Por lo tanto se sugiere que para lograr una intervención exitosa ante el HIV las políticas deberán ser producto de un trabajo de naturaleza multidisciplinaria.</p>
---	---	--------------	--	--	---	--

Dongus, Stefan. (2007)	Participatory mapping of target areas to enable operational larval source management to suppress malaria vector mosquitoes in Dar es Salaam, Tanzania.	Tanzania	El desarrollo de un simple procedimiento de mapeo basado en la comunidad que requiere no de dispositivos electrónicos en el campo fue desarrollado para facilitar la vigilancia de la rutina de las larvas en Dar es Salaam, en Tanzania.	La mitad de la población africana pronto vivirá en pueblos y ciudades donde puedan ser protegidos de la malaria al controlar los estadios acuáticos de los mosquitos. Métodos rigurosos, pero accesibles y escalables, para el mapeo y gestión de los habitats de los mosquitos son requeridos para dirigir un control efectivo de larvas en el África urbana.	Tres salas de hospital urbanas de Dar es Salaam fueron mapeadas detalladamente, cubriendo un área de 16.8 km ² . Más del 30 por ciento de esta área no fue incluido en los bocetos preliminares basados en la comunidad, principalmente porque eran áreas que no aparecen en la lista residencial del gobierno local. El uso de las fotografías y los Sistemas de información geográfica permitieron una rápida identificación e inclusión de estas áreas, así como una distribución más equitativa del trabajo femenino del personal de control de la malaria en campo.	El procedimiento desarrollado permite cubrir completamente las áreas objetivo con control de larvas hacia una comprensible cobertura espacial con bocetos de mapas derivados de la comunidad. El procedimiento es práctico, accesible y requiere habilidades técnicas mínimas. Esta aproximación puede ser integrada fácilmente en los programas de control del vector de la malaria, implementadas en pueblos y ciudades por todo Tanzania y adoptadas a áreas urbanas en África.
Strong, Mark et. al. (2007)	A method for modeling GP practice level deprivation scores using GIS.		Desarrollar un modelo basado en los Sistemas de información geográfica que pudiera ayudar a predecir mejor el puntaje de privación del peso de la población en la ausencia de datos que el anclaje con el código postal.	Una medida general práctica de la privación del nivel socioeconómico puede ser utilizada para explorar la asociación entre la privación y otras características prácticas. Una categorización basada en el área es comúnmente elegida como la base para tal medida de privación. Idealmente una práctica de puntaje de privación basado en áreas y peso de la población sería calculada usando datos de referencia espacial a nivel individual. Sin embargo estos datos muy a menudo no están disponibles. Una aproximación es ligar el código postal a un puntaje de privación basado en área, pero este método tiene limitaciones.	Se calculó el Índice de Privación Múltiple (IMD) usando dos métodos. Primeramente ligaron el código postal al puntaje del IMD y posteriormente usaron un modelo de Sistemas de información geográfica derivado de datos de Rotherham, Inglaterra.	Un modelo basado en los sistemas de información geográfica puede ser usado para predecir la medida de privación del peso de la población en la ausencia de datos.

<p style="text-align: center;">Adlouni, Salaheddine El et. al. (2007)</p>	<p>Effects of climate on West Nile Virus transmission risk used for public health decision-making in Québec.</p>	<p>Canadá</p>	<p>Dos juegos de variables fueron analizados para estudiar su potencial como variables explicatorias para la emergencia del virus en los niveles epidemiológicos, el primer juego de variables fue observado en el verano de 2002 y el segundo en el precedente invierno.</p>	<p>En el 2002 una de las mayores epidemias del virus del oeste del nilo fue reportada en cinco ciudades en el noreste de la región de Norte América. En este trabajo se analizan las condiciones climáticas que fueron propicias para la epidemia, con el objetivo de proporcionar información para el manejo en salud pública quien eventualmente debe decidir en la implementación de un programa preventivo de aspersión de larvicidas en Québec, Canadá.</p>	<p>Los resultados muestran que las condiciones climatológicas observadas en el año 2002 han contribuido al surgimiento del virus y puede ser observado una vez aproximadamente cada 40 años. El análisis muestra que los eventos del 2002 observados en varias ciudades al noreste de Norteamérica son caracterizadas principalmente por 2 variables: el número de grados por debajo de los -5° C en invierno (DD-5) y el número de grados por encima de los 25° C en el verano (DD25).</p>	<p>En el contexto de una disminución en la tasa de infección humana y aviar del virus del nilo del oeste, este elemento contribuyó en la decisión de suspender el uso preventivo de larvicidas en la provincia de Québec en 2006 y para un futuro cercano. La segunda parte de este estudio indica que es muy importante estimar el riesgo que valores extremos pueden ser observados simultáneamente en el verano y en el invierno precediendo la aparición del virus. El modelo propuesto proporciona información importante para la salud pública, semanas antes de la aparición del virus y por lo tanto puede ser de gran ayuda en la prevención de epidemias humanas.</p>
---	--	---------------	---	--	---	---

<p style="text-align: center;">Oliver, Lisa N et. al. (2007)</p>	<p>Comparing circular and network buffers to examine the influence of land use on walking for leisure and errands.</p>	<p>Canadá</p>	<p>El objetivo de este estudio es examinar la influencia del uso de suelo (residencial, comercial, recreativo y uso de parques e institucional) en las caminatas por placer y caminatas por mandados usando buffers de 1 km tanto circulares como de redes.</p>	<p>Existe un interés creciente en examinar la influencia del espacio construido en la actividad física. Los datos de alta resolución en los sistemas de información geográfica se ha utilizado con mayor frecuencia para medir los aspectos destacados del ambiente construido y estudios frecuentemente usan redes de caminos o buffers circulares para medir el uso de suelo alrededor de los hogares. Sin embargo, pequeñas investigaciones han examinado el alcance de la selección de buffers circulares o en red en la influencia de los resultados del análisis.</p>	<p>Usando los buffers de redes, incrementa la proporción de uso de suelo institucional reduce significativamente las caminatas por placer a 15 minutos o menos por día, no fueron encontrados resultados significativos para buffers circulares. Una mayor proporción de uso de suelo habitacional incrementó significativamente las proporciones de caminatas por mandados a menos de 1 hora por semana utilizando buffers de redes, mientras que no fueron encontrados resultados significativos para buffers circulares. Altas porciones de uso de suelo comercial decrecieron las proporciones de caminatas por mandados a menos de 1 hora por semana, usando tanto buffers de redes como circulares.</p>	<p>La selección de buffers entre redes y circulares tiene una influencia considerable en los resultados del análisis. Las características del uso de suelo generalmente muestran más asociación con la caminata usando buffers de redes que usando buffers circulares. Estos resultados muestran que las investigaciones necesitan ser cuidadosos y considerar el buffer más apropiados con el cual calcular las características del uso de suelo.</p>
--	--	---------------	---	---	---	--

ANEXO III

Cuadro 1.- Plaguicida total por concentración empleado en los municipios de Ébano, San Vicente Tancuayalab y Tamuín durante el año 2002 y recursos económicos invertidos para su aplicación.

Plaguicida	Concentración (ML/Ha)	Municipio						Inversión Económica (en pesos)						
		Ébano		Tamuín		San Vicente		Insecticida		Aplicación				
		ML	Ha	ML	Ha	ML	Ha	Fed-Estatal	Productores					
Fipronil	4.9	22.05	4.5										734057.5	Ébano
	5	28267.5	5667.5	13622.5	2724.5	580	116							
	6			900	150									
	7.5	1293.75	172.5	1350	180									
	10	142800	14280	68825	6882.5	17755	1775.5							
	11					990	90							
	12			600	50									
	12.5	2500	200	500	40									
	15	25822.5	1721.5	6300	420	2100	140							
	17			510	30									
	20	7460	373	19950	997.5	5000	250							
	25	2000	80	5500	220	8500	340							
	30			450	15									
Total		210165.55	22499	118507.5	11709.5	34925	2711.5							
Malathion	1000	381250	381.25	387300	387.5	270000	270						139335	Tamuín
	500	10000	20											
Total		391250	401.25	387300	387.5	270000	270							
Paration Met. 720	1000	587000	587	309000	309	186000	186						41025	San Vicente
	18000	1701000	94.5											
	25000	225000	9											
Total		2513000	690.5	309000	309	186000	186							
Paration Metilico 3%	18000	72000	4											
	25000	650000	26											
								2442	2250	41025				

Total	722000	30							
Cipermetrina	240					240	1		
	300	29250	97.5						
Total		29250	97.5			240	1		

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.

Cuadro 2.- Plaguicida total por concentración empleado en los municipios de Ébano, San Vicente Tancuayalab y Tamuín durante el año 2003 y recursos económicos invertidos para su aplicación.

Plaguicida	Concentración (ML/Ha)	Municipio						
		Ébano		Tamuín		San Vicente		
		ML	Ha	ML	Ha	ML	Ha	
Fiproni I	20	7600	380	30520	1526			
	25	68875	2755	18500	740	11600	464	
	30	7500	250					
Total		83975	3385	49020	2266	11600	464	
Malathion	1000	140000	140					
Inversión Económica (en pesos)	Plaguicida	Federal	99238.5		54453.95		12496	
		Federal	293830		45600		42560	
	Productores	6520		13050				

	Jornales		6760	
	Ingenios		117700	
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.				

Cuadro 3.- Plaguicida total por concentración empleado en los municipios de Ébano, San Vicente Tancuayalab y Tamuín durante el año 2004 y recursos económicos invertidos para su aplicación.

Plaguicida	Concentración (ML/Ha)	Municipio						Inversión Económica (en pesos)		
		Ébano		Tamuín		San Vicente		Insecticida	Aplicación	
		ML	Ha	ML	Ha	ML	Ha	Fed-Estatal	Jornales	
Fipronil	10	240	24					17564.6	10380	Ébano Tamuín
	15	300	20							
	20	2100	105			400	20			
	25	750	30	6550	262	2075	83	13703.835	6440	
	30	9600	320	2610	87	2610	87			
	35	700	20	2153	61					
Total		13690	519	11313	410	5085	190			
Malathion	1000					21000	21			
		Total						21000	21	
Cipermetrina	325					6825	21	9083.925	4640	San Vicente
	333			333	1					
	500			4000	8					

Total			4333	9	6825	21						
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.												

Cuadro 4.- Plaguicidas aplicados en los municipios Ébano por cultivo/uso de suelo y concentración durante el año 2002.

Uso de Suelo	Drenes	Maíz	Sorgo	Soya	Pasto	Cabeceras	Frijol	Monte	Camino	Chile	Camote		
Concentración	Hectáreas a las que se aplicó plaguicida											Total	
Fipronil	MI/H a												
	4.9			4.5									4.5
	5	741	390	1348	2534. 5	620	14	20					566 7.5
	7.5			22.5	150								172. 5
	10	120 2	152 4	4231. 5	5022. 5	206 2		18	55	120	30	15	142 80
	12.5		80	40		80							200
	15	422	19	74	1206. 5								172 1.5
	20	50	130	43	150								373
	25	40			40								80
Total	245 5	214 3	5763. 5	9103. 5	276 2	14	38	55	120	30	15	224 99	
Malathion	500			20								20	
	1000	180	77.5	9.5	91	20			3			381	
Total	180	77.5	9.5	111	20				3			401	
Paration Met 720	1000	58	123	269	61	56	20					587	
	18000			37.5	48	6	3					94.5	
	25000			1	8							9	

Total	58	123	307.5	117	62	23							690.5
Paration Metílico	18000		3			1							4
	25000		3	16		7							26
Total			6	16		8							30
Cipermetrina	300			87.5	10								97.5
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.													

Cuadro 6.- Plaguicidas aplicados en los municipios San Vicente por cultivo/uso de suelo y concentración durante el año 2002.

Uso de Suelo	Concentración	Caña de Azúcar	Drenes	Maíz	Cítricos	Fríjol	Caminos	Pasto	Total
		Hectáreas a las que se aplicó plaguicida							
Fipronil	MI/Ha								
	5	65	21	8				22	116
	10	853	14	478.5	40	55		335	1775.5
	11	90							90
	15	90				50			140
	20				250				250
25	60			100	180				340
Total		1158	35	586.5	470	105		357	2711.5
Malathion	1000			49	2	52	100	67	270

Paration	1000	40	73	11	60	2								186
Cipermetrina	240		1											1
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.														

Cuadro 5.- Plaguicidas aplicados en los municipios Tamuín por cultivo/uso de suelo y concentración durante el año 2002.

Uso de Suelo	Concentración	Cítricos	Drenes	Caña de Azúcar	Maíz	Sorgo	Soya	Pasto	Cabeceras	Papaya	Fríjol	Monte	Laguna	Sandía	Total
		Hectáreas a las que se aplicó plaguicida													
Fipronil	MI/Ha														
	5	226	12	370	85.5	251		1505		5		230	40		2724.5
	6							150							150
	7.5			180											180
	10	530	145	1250	612.5	968.5	367	2469.5	20	90	50	310	50	20	6882.5
	12							50							50
	12.5				40										40
	15				110	110	200								420
	17												30		30
	20		80	20	10	27.5	650	60		40		110			997.5
	25	160		20			40								220
	30						15								15
Total		916	237	1840	858	1357	1272	4234.5	29	135	50	650	120	20	11709.5

Malathion	1000	168.5		51	18.8			78				12	59		387.3
Paration Met 720	1000	10	2	15	45	10		160			4	63			309
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.															

Cuadro 7.- Plaguicidas aplicados en los municipios Ébano por cultivo/uso de suelo y concentración durante el año 2003.

Uso de Suelo		Pasto	Maíz	Caña de Azúcar	Drenes	Monte	Sorgo	Soya	Canales	Laguna	Total
Concentración											
Fipronil	MI/Ha	Hectáreas a las que se aplicó plaguicida									
	20	70	10	20	200	50			50		400
	25	50	100		1095	610	80	320	70	430	2755
	30				250						250
Total		120	110	20	1545	660	80	320	120	430	3405
Malathion	1000						90			50	140
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.											

Cuadro 9.- Plaguicidas aplicados en los municipios San Vicente por cultivo/uso de suelo y concentración durante el año 2003.

Uso de Suelo		Pasto	Maíz	Laguna	Total
Concentración		Hectáreas a las que se aplicó plaguicida			
Fipronil	Ml/Ha				
	25	90	214	160	464
Total		90	214	160	464
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.					

Cuadro 8.- Plaguicidas aplicados en los municipios Tamuín por cultivo/uso de suelo y concentración durante el año 2003.

Uso de Suelo		de Caña Azúcar	Drenes	Monte	Cítricos	Laguna	Total
Concentración		Hectáreas a las que se aplicó plaguicida					
Fipronil	Ml/Ha						
	20	1526					1526
	25	190	100	100	250	100	740
Total		1716	100	100	250	100	2266
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.							

Cuadro 10.- Plaguicidas aplicados en los municipios Ébano por cultivo/uso de suelo y concentración durante el año 2004.

Uso de Suelo	Pasto	Maíz	Camino	Drenes	Monte	Sorgo	Soya	Canales	Chile	Tomate	Cártamo	Total	
													Concentración
Fipronil	MI/Ha	Hectáreas a las que se aplicó plaguicida											
	10		4				20					24	
	15	20										20	
	20	30	25				20		25	5		105	
	25						30					30	
	30	100	30	30	57	10	45	18				30	320
	35								20				20
Total	150	59	30	57	10	95	38	20	25	5	30	519	
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.													

Cuadro 12.- Plaguicidas aplicados en los municipios San Vicente por cultivo/uso de suelo y concentración durante el año 2004.

Uso de Suelo	Pasto	Maíz	Caña de Azúcar	Monte	Cítricos	Frijol	Total
Fipronil	MI/Ha	Hectáreas a las que se aplicó plaguicida					
	20			20			20
	25	20			38	25	83
	30	59	5		23		87
Total	79	5	20	61	25		190
Malathion	1000	21					21

Cipermetrina	325					5	16	21
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.								

Cuadro 11.- Plaguicidas aplicados en los municipios Tamuín por cultivo/uso de suelo y concentración durante el año 2004.

Uso de Suelo		Pasto	Maíz	Caña de Azúcar	Monte	Sorgo	Total
Concentración		Hectáreas a las que se aplicó plaguicida					
Fipronil	MI/Ha						
	25	178	51	25		8	262
	30	48		14	25		87
	35	46			15		61
Total		272	51	39	40	8	410
Cipermetrina	333	1					1
	500		8				8
	Total	1	8				9
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.							

Cuadro 13.- Frecuencia de Aplicación del Fipronil por uso de suelo y ejido para el año 2002

MUNICIPIO	Ejido o Propiedad Privada	Uso	Concentración en ml/Ha aplicada en:					Frecuencia por	
			Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Uso	Ejido
Ébano	Ej. Nuevo Temalacaco	Sorgo				5		1	1
Ébano	R. Los pinitos	Soya					5	1	1
Ébano	Aginche	Drenes					10	1	3
Ébano	Aginche	Maíz					10	1	
Ébano	Aginche	Pasto					10	1	
Ébano	Canal Ébano	Drenes	10					1	1
Ébano	Col. Obrera	Sorgo	10					1	1
Ébano	Ej. Framboyanes	Maíz		10				1	1
Ébano	Ej. Guadalupe Victoria	Sorgo		10				1	1
Ébano	Ej. Valles	Sorgo					5	1	1
Ébano	Ej. 20 de Noviembre	Pasto			10			1	3
Ébano	Ej. 20 de Noviembre	Soya		10	10			2	
Ébano	Ej. 3era. Generación Jalpilla	Pasto				5		1	1
Ébano	Ej. Adolfo López Mateos	Sorgo			10			1	1
Ébano	Ej. Adolfo Ruiz Cortinez III	Soya			15			1	1
Ébano	Ej. Alfredo V. Bonfil	Drenes		10				1	13
Ébano	Ej. Alfredo V. Bonfil	Maíz	5	10		5	10	4	
Ébano	Ej. Alfredo V. Bonfil	Pasto	5	10		5	5	4	
Ébano	Ej. Alfredo V. Bonfil	Sorgo	5	10		5	10	4	
Ébano	Ej. Amp.20 de Noviembre	Drenes	10					1	1
Ébano	Ej. Ampliación Tampacoy	Soya		10				1	1
Ébano	Ej. Antonio Ponce	Soya			10			1	1
Ébano	Ej. Aquiles Serdan	Sorgo		10				1	1
Ébano	Ej. Aurelio Manríquez	Drenes		20				1	9
Ébano	Ej. Aurelio Manríquez	Maíz		12.5	10	5		3	
Ébano	Ej. Aurelio Manríquez	Pasto		12.5				1	
Ébano	Ej. Aurelio Manríquez	Sorgo		12.5	10	5	10	4	
Ébano	Ej. Ayotoxco	Maíz		10				1	1
Ébano	Ej. Bajo el Cielo de Sonora	Pasto			5			1	1
Ébano	Ej. Benítez Ángeles	Soya		10				1	1
Ébano	Ej. Capitán Miguel Medina Arvizu	Maíz		10				1	4
Ébano	Ej. Capitán Miguel Medina Arvizu	Pasto		10				1	
Ébano	Ej. Capitán Miguel Medina Arvizu	Sorgo		10				1	
Ébano	Ej. Capitán Miguel Medina Arvizu	Soya		10				1	
Ébano	Ej. Carlos A. Madrazo	Sorgo		10				1	1
Ébano	Ej. Cerro de la Concepción	Sorgo		10				1	1
Ébano	Ej. Chacas	Maíz	5					1	1
Ébano	Ej. Constitución	Maíz		10				1	2
Ébano	Ej. Constitución	Sorgo		10				1	

Ébano	Ej. Dorados de Villa	Maíz	5					1	2
Ébano	Ej. Dorados de Villa	Sorgo	5					1	
Ébano	Ej. Ébano	Drenes		15				1	3
Ébano	Ej. Ébano	Maíz		15				1	
Ébano	Ej. Ébano	Sorgo		15				1	
Ébano	Ej. El Álamo	Sorgo	5	10				2	2
Ébano	Ej. El Limón	Drenes		10				1	1
Ébano	Ej. El Naranjo	Sorgo	5					1	1
Ébano	Ej. El Potosí	Pasto				10		1	3
Ébano	Ej. El Potosí	Sorgo	5		10			2	
Ébano	Ej. El Zocoquite	Drenes		10				1	3
Ébano	Ej. El Zocoquite	Pasto		10			5	2	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata	Maíz	5					1	6
Ébano	Ej. Emiliano Zapata	Pasto	5					1	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata	Sorgo	5					1	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata	Soya	5	15		5		3	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata 1	Drenes	10	15				2	6
Ébano	Ej. Emiliano Zapata 1	Maíz	5					1	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata 1	Pasto		10				1	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata 1	Pasto						0	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata 1	Sorgo		10				1	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata 1	Soya		15				1	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata II	Camote					10	1	10
Ébano	Ej. Emiliano Zapata II	Drenes	5	10			15	3	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata II	Pasto					10	1	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata II	Sorgo					10	1	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata II	Soya		15	10	5	5	4	
Ébano	Ej. Estación 500	Maíz		10		5		2	5
Ébano	Ej. Estación 500	Pasto		10				1	
Ébano	Ej. Estación 500	Sorgo	5	10				2	
Ébano	Ej. Estación Auza	Sorgo		10				1	2
Ébano	Ej. Estación Auza	Soya		10				1	
Ébano	Ej. Estación Velasco	Pasto		10				1	3
Ébano	Ej. Estación Velasco	Soya	5	10				2	
Ébano	Ej. Fco Sarabia	Sorgo				5		1	2
Ébano	Ej. Fco Sarabia	Sorgo		10				1	
Ébano	Ej. Felipe Ángeles	Drenes		10				1	2
Ébano	Ej. Felipe Ángeles	Maíz	10					1	
Ébano	Ej. Framboyanes	Maíz		10				1	2
Ébano	Ej. Framboyanes	Sorgo	5					1	
Ébano	Ej. Francisco I Madero	Sorgo	10					1	2
Ébano	Ej. Francisco I. Madero	Soya			10			1	
Ébano	Ej. Francisco Villa	Maíz		10			20	2	4
Ébano	Ej. Francisco Villa	Maíz					10	1	
Ébano	Ej. Francisco Villa	Soya	20					1	
Ébano	Ej. Gilberto Flores	Pasto	5					1	1
Ébano	Ej. Guadalupe Victoria	Sorgo		10				1	1
Ébano	Ej. Herminio Salas G.L.	Maíz					10	1	3
Ébano	Ej. Herminio Salas G.L.	Sorgo				10	10	2	
Ébano	Ej. Ignacio Allende	Maíz	5					1	1

Ébano	Ej. Ignacio Zaragoza	Frijol			10			1	6
Ébano	Ej. Ignacio Zaragoza	Pasto		10				1	
Ébano	Ej. Ignacio Zaragoza	Soya			10			1	
Ébano	Ej. Ignacio Zaragoza	Soya	10	10	10	5		4	
Ébano	Ej. Jalpilla	Frijol			10			1	1
Ébano	Ej. Juan de la Barrera	Sorgo	5					1	1
Ébano	Ej. La Esperanza	Maíz		10				1	5
Ébano	Ej. La Esperanza	Pasto	5	10				2	
Ébano	Ej. La Esperanza	Sorgo	5	10				2	
Ébano	Ej. La Esperanza y el Durazno	Drenes		10				1	2
Ébano	Ej. La Esperanza y el Durazno	Sorgo		10				1	
Ébano	Ej. La Paz	Maíz	5					1	1
Ébano	Ej. La Reforma	Maíz	10	10				2	6
Ébano	Ej. La Reforma	Sorgo	10		15			2	
Ébano	Ej. La Reforma	Soya	15	10				2	
Ébano	Ej. Los Amigos	Cabeceras	5					1	7
Ébano	Ej. Los Amigos	Maíz		10				1	
Ébano	Ej. Los Amigos	Pasto				10		1	
Ébano	Ej. Los Amigos	Sorgo	5	10	10		10	4	
Ébano	Ej. Marcelino Balderas	Maíz	10					1	1
Ébano	Ej. Medio Oriente	Pasto			5			1	1
Ébano	Ej. México Libre	Drenes		10				1	3
Ébano	Ej. México Libre	Sorgo	5	10				2	
Ébano	Ej. Miguel de la Madrid	Drenes		10				1	4
Ébano	Ej. Miguel de la Madrid	Pasto		10				1	
Ébano	Ej. Miguel de la Madrid	Sorgo	5	7.5				2	
Ébano	Ej. Morelos	Sorgo	5					1	1
Ébano	Ej. Niños Héroes	Pasto	10					1	
Ébano	Ej. Niños Héroes 2	Maíz	5					1	2
Ébano	Ej. Niños Héroes 2	Pasto	5					1	
Ébano	Ej. Nueva Estación 500	Sorgo	5	10				2	2
Ébano	Ej. Nuevo Ayototxco	Sorgo	10	10				2	
Ébano	Ej. Nuevo Ojox	Sorgo	10					1	1
Ébano	Ej. Nuevo Progreso	Soya			15			1	1
Ébano	Ej. Nuevo Tambaca	Maíz	5					1	2
Ébano	Ej. Nuevo Tambaca	Pasto		10				1	
Ébano	Ej. Nuevo Temalacaco	Maíz	5		10	5		3	8
Ébano	Ej. Nuevo Temalacaco	Pasto		10		5		2	
Ébano	Ej. Nuevo Temalacaco	Sorgo	5	10		5		3	
Ébano	Ej. Nuevo Toconala	Sorgo				5		1	1
Ébano	Ej. Nvo. Tampaón	Maíz					10	1	1
Ébano	Ej. Nvo. Temalacaco	Maíz					10	1	1
Ébano	Ej. Patricio Jiménez	Maíz	5	10				2	7
Ébano	Ej. Patricio Jiménez	Monte		10				1	
Ébano	Ej. Patricio Jiménez	Pasto	5	10			5	3	
Ébano	Ej. Patricio Jiménez	Sorgo		10				1	
Ébano	Ej. Patricio Jiménez 1	Pasto	5					1	3
Ébano	Ej. Patricio Jiménez 1	Sorgo	5	10				2	
Ébano	Ej. Patricio Jiménez 2	Sorgo	5					1	1
Ébano	Ej. Pedro J. Méndez	Sorgo					5	1	4

Ébano	Ej. Pedro J. Méndez	Sorgo	5	10				2	
Ébano	Ej. Pedro J. Méndez	Soya		15				1	
Ébano	Ej. Plan de Ayala	Sorgo	10	10				2	2
Ébano	Ej. Plan de Iguala	Drenes	5	10			5	3	11
Ébano	Ej. Plan de Iguala	Maíz	10		10			2	
Ébano	Ej. Plan de Iguala	Soya			10			1	
Ébano	Ej. Plan de Iguala	Soya	5	10	10	5	5	5	
Ébano	Ej. Plan de San Luis	Frijol				5		1	13
Ébano	Ej. Plan de San Luis	Maíz	5			5	10	3	
Ébano	Ej. Plan de San Luis	Pasto	5	10				2	
Ébano	Ej. Plan de San Luis	Sorgo	5	10				2	
Ébano	Ej. Plan de San Luis	Soya		10	10	5	5	4	
Ébano	Ej. Ponciano Arriaga	Maíz	5					1	5
Ébano	Ej. Ponciano Arriaga	Pasto		10				1	
Ébano	Ej. Ponciano Arriaga	Sorgo	5	10			5	3	
Ébano	Ej. Pujal Coy	Drenes	10					1	4
Ébano	Ej. Pujal Coy	Maíz		10				1	
Ébano	Ej. Pujal Coy	Soya		10			5	2	
Ébano	Ej. Reforma	Cítricos	5	10				2	12
Ébano	Ej. Reforma	Drenes	10					1	
Ébano	Ej. Reforma	Maíz	5	10				2	
Ébano	Ej. Reforma	Sorgo	5	10	10	5		4	
Ébano	Ej. Reforma	Soya	5	10		5		3	
Ébano	Ej. Ruiz Cortinez II	Soya			10			1	1
Ébano	Ej. Ruiz Cortinez III	Soya		10				1	1
Ébano	Ej. Lerdo de Tejada	Sorgo		10				1	1
Ébano	Ej. San Juan	Maíz	5	10	10			3	7
Ébano	Ej. San Juan	Pasto	10	10				2	
Ébano	Ej. San Juan	Sorgo	5	10				2	
Ébano	Ej. San Pedro de las A.	Sorgo		10				1	1
Ébano	Ej. Sebastián Lerdo de Tejada	Sorgo		10				1	2
Ébano	Ej. Sebastián Lerdo de Tejada	Maíz	5					1	
Ébano	Ej. Tambaca	Maíz	5					1	2
Ébano	Ej. Tambaca	Pasto	5					1	
Ébano	Ej. Tanchanaco	Sorgo		10				1	1
Ébano	Ej. Toconala	Caminos					10	1	4
Ébano	Ej. Toconala	Pasto					10	1	
Ébano	Ej. Toconala	Sorgo		10			5	2	
Ébano	Ej. Toconala II	Caminos					10	1	5
Ébano	Ej. Toconala II	Monte					10	1	
Ébano	Ej. Toconala II	Pasto					10	1	
Ébano	Ej. Toconala II	Sorgo		10			5	2	
Ébano	Ej. Vicente Guerrero	Soya		10	15			2	2
Ébano	Ej. Vichinchijol	Drenes	5	15			5	3	11
Ébano	Ej. Vichinchijol	Maíz	5					1	
Ébano	Ej. Vichinchijol	Monte		10				1	
Ébano	Ej. Vichinchijol	Pasto		10				1	
Ébano	Ej. Vichinchijol	Sorgo		10			5	2	
Ébano	Ej. Vichinchijol	Soya	5	10		5		3	
Ébano	Ej. Zapata	Maíz	10					1	1

Ébano	Ej. Zapata I	Soya		10				1	1
Ébano	Ej. Zocoahuite	Cabeceras	5					1	7
Ébano	Ej. Zocoahuite	Maíz		10				1	
Ébano	Ej. Zocoahuite	Pasto		10				1	
Ébano	Ej. Zocoahuite	Sorgo	5	10	10		5	4	
Ébano	El Rincón	Pasto				5		1	1
Ébano	Ignacio Zaragoza	Pasto	10					1	1
Ébano	La Reforma	Maíz	10					1	1
Ébano	Las Gaviotas	Sorgo				5		1	1
Ébano	Las Glorias	Sorgo		10				1	1
Ébano	Los Amigos	Pasto					5	1	2
Ébano	Los Amigos	Sorgo					10	1	
Ébano	Los Pavos	Soya	7.5					1	1
Ébano	Miguel de la Madrid	Sorgo	5					1	1
Ébano	N.C.P.E. Ponciano Arriaga	Sorgo		10				1	1
Ébano	P.P. Auza	Soya		10				1	1
Ébano	P.P. Casas Blancas	Maíz	10					1	1
Ébano	P.P. CEEBA	Soya		10				1	1
Ébano	P.P. Estación Auza	Soya		15				1	1
Ébano	P.P. Fibracel	Soya		10	10			2	2
Ébano	P.P. Guayalejo	Soya		10				1	1
Ébano	P.P. H	Drenes					10	1	2
Ébano	P.P. H	Soya					10	1	
Ébano	P.P. Higuierón	Chile		10				1	1
Ébano	P.P. La Miniatura	Sorgo	10	10				2	2
Ébano	P.P. Los Pinitos	Soya		10				1	1
Ébano	P.P. Montecillo	Soya		10				1	1
Ébano	P.P. Santo Domingo	Pasto		10				1	1
Ébano	P.P. Tecolotes	Maíz		10				1	1
Ébano	Pedro J. Méndez	Maíz		10				1	1
Ébano	Plan de San Luis	Sorgo		10				1	2
Ébano	Plan de San Luis	Soya					5	1	
Ébano	Ponciano Arriaga	Sorgo	5					1	1
Ébano	PP. Capulín	Soya		10				1	1
Ébano	PP. El Encanto	Sorgo		10				1	1
Ébano	R. Los pinos	Soya					5	1	1
Ébano	R: El tolillo	Maíz				5		1	1
Ébano	Rcho. El Cinco	Soya	10					1	1
Ébano	Rcho. Laguna Seca	Drenes	10					1	1
Ébano	Rcho. Los Pinitos	Sorgo	10					1	1
Ébano	Reforma	Maíz	10					1	2
Ébano	Reforma	Sorgo			5			1	
Ébano	Tocomala	Drenes				5		1	2
Ébano	Tocomala	Sorgo					10	1	
Ébano	Zona Arqueológica	Drenes	10					1	1
Ébano	Ej. Plan de San Luis	Soya			10			1	1
San Vicente	Ej. Antiguo Tamuín	Pasto	10					1	1
San Vicente	Ej. El Álamo	Caña de azúcar	5					1	1

San Vicente	Ej. Lázaro Cárdenas	Maíz	10					1	1
San Vicente	Ej. Los Mocacos	Drenes	5					1	1
San Vicente	Ej. Piedras Chinas	Drenes	10					1	2
San Vicente	Ej. Piedras Chinas	Pasto				5		1	
San Vicente	Ej. Piedras Chinas II	Pasto				5		1	1
San Vicente	Ej. R. Flores Magon	Caña de azúcar	10					1	1
San Vicente	Ej. San Juan de las Vegas	Drenes				10		1	3
San Vicente	Ej. San Juan de las Vegas	Maíz	25	10				2	
San Vicente	Ej. Tamabolon	Maíz			5		10	2	3
San Vicente	Ej. Tamabolon	Pasto					10	1	
San Vicente	Ej. Tampicol	Drenes	5					1	1
San Vicente	La Bolsa	Frijol				10		1	1
San Vicente	P.P. Buenos Aires	Caña de azúcar	10					1	2
San Vicente	P.P. Buenos Aires	Maíz	10					1	
San Vicente	P.P. El Alto Mexicano	Caña de azúcar	10					1	1
San Vicente	P.P. El Bárbaro	Cítricos	20					1	1
San Vicente	P.P. El Coposo	Caña de azúcar	10					1	1
San Vicente	P.P. El Vergel	Caña de azúcar	10					1	1
San Vicente	P.P. La Bolsa	Frijol	15					1	1
San Vicente	P.P. Las Veguitas	Cítricos			10			1	1
San Vicente	P.P. Loma Linda	Caña de azúcar	10					1	1
San Vicente	P.P. Nuevo May	Caña de azúcar	10					1	1
San Vicente	P.P. Rancho Largo	Caña de azúcar	15					1	1
San Vicente	PP. El Hule	Cítricos		25				1	1
San Vicente	PP. Santa Marta	Cítricos		20				1	1
San Vicente	R. Los Arbolitos	Pasto					10	1	1
San Vicente	R. Puniju	Maíz	10					1	1
San Vicente	Rancho el Dólar	Caña de azúcar		11				1	1
San Vicente	Rancho Los Arbolitos	Pasto					10	1	1
San Vicente	Rancho Piedra Chinas II	Pasto					10	1	1
San Vicente	Rancho Tampalito	Pasto					10	1	1
San Vicente	San Francisco	Maíz				10		1	1
San Vicente	San Vicente	Frijol				10		1	1

San Vicente	Veguitas	Caña de azúcar	10					1	1
San Vicente	Ej. San Juan	Maíz	10					1	1
Tamuín	Adolfo Ruiz Cortinez III	Soya		15				1	1
Tamuín	Aquismon	Caña de azúcar			10			1	1
Tamuín	Benito Juárez	Sorgo				10		1	1
Tamuín	Ej. 5 de Mayo	Maíz	5					1	2
Tamuín	Ej. 5 de Mayo	Sorgo				10		1	
Tamuín	EJ. Ahuacatitla	Pasto		20		5		2	2
Tamuín	Ej. Andrés Molina E.	Pasto	10					1	1
Tamuín	Ej. Aquiles Serdan	Sorgo		15				1	4
Tamuín	Ej. Aquiles Serdan	Maíz	12.5					1	
Tamuín	Ej. Aquiles Serdan	Soya	10	10				2	
Tamuín	Ej. Carrizo	Maíz	10					1	1
Tamuín	Ej. Ciruelas	Maíz	10					1	1
Tamuín	Ej. E. Zapata II	Maíz		15				1	2
Tamuín	Ej. E. Zapata II	Soya		15				1	
Tamuín	Ej. El Cadillo	Cabeceras				10		1	2
Tamuín	Ej. El Cadillo	Maíz	10					1	
Tamuín	Ej. El Carrizo	Maíz	5					1	1
Tamuín	Ej. El Cedral	Maíz			5			1	1
Tamuín	Ej. El Chote	Soya		20				1	1
Tamuín	Ej. El Mirasol	Cítricos	5	10				2	2
Tamuín	Ej. El Palmar	Caña de azúcar	7.5			5	10	3	5
Tamuín	Ej. El Palmar	Monte	5					1	
Tamuín	Ej. El Palmar					10		1	
Tamuín	Ej. El Porvenir	Pasto	10					1	3
Tamuín	Ej. El Porvenir	Sorgo	10	10				2	
Tamuín	Ej. El Retiro	Drenes				20		1	1
Tamuín	Ej. Estación Tamuín	Monte		10				1	1
Tamuín	Ej. Estación Velasco	Monte				10		1	3
Tamuín	Ej. Estación Velasco	Pasto			5			1	
Tamuín	Ej. Estación Velasco	Sorgo				5		1	
Tamuín	Ej. F. Tlaltolcaltitla	Maíz					10	1	3
Tamuín	Ej. F. Tlaltolcaltitla	Pasto					10	1	
Tamuín	Ej. F. Tlaltolcaltitla	Sorgo					10	1	
Tamuín	Ej. Fco. J. Mojica	Sorgo	10					1	1
Tamuín	Ej. Francisco I. Madero	Sorgo	5					1	1
Tamuín	Ej. Generación 2001	Sorgo	5					1	1
Tamuín	Ej. Graciano Sánchez	Pasto				10		1	4
Tamuín	Ej. Graciano Sánchez	Sorgo	10	10			10	3	
Tamuín	Ej. Herminio Salas G.L.	Drenes				20		1	4
Tamuín	Ej. Herminio Salas G.L.	Maíz					10	1	
Tamuín	Ej. Herminio Salas G.L.	Pasto					10	1	
Tamuín	Ej. Herminio Salas G.L.	Sorgo					10	1	
Tamuín	Ej. Huastecos	Frijol					10	1	1
Tamuín	Ej. Huastecos II	Maíz	10					1	2
Tamuín	Ej. Huastecos II	Pasto		10				1	

Tamuín	Ej. La Caldera	Sorgo		10			10	2	2
Tamuín	Ej. La Fortaleza	Pasto			5	5		2	2
Tamuín	Ej. La Montaña	Drenes					5	1	3
Tamuín	Ej. La Montaña	Maíz	10					1	
Tamuín	Ej. La Montaña	Pasto	10					1	
Tamuín	Ej. Las Aquillillas	Pasto		10				1	1
Tamuín	Ej. Las Flores	Pasto					5	1	3
Tamuín	Ej. Las Flores	Sorgo					10	1	
Tamuín	Ej. Las Flores	Soya					10	1	
Tamuín	Ej. Las Palmas	Maíz	10					1	1
Tamuín	Ej. Loma Alta	Pasto			5			1	1
Tamuín	Ej. Los Potosinos	Maíz	10					1	1
Tamuín	Ej. M. García Barragán	Pasto		10				1	3
Tamuín	Ej. Marcelino Barragán	Maíz	10					1	
Tamuín	Ej. Marcelino García	Maíz	5					1	
Tamuín	Ej. Nuevo Progreso	Soya		15				1	1
Tamuín	Ej. Nuevo Pulthze	Sorgo					10	1	1
Tamuín	Ej. Nuevo Tampaxal	Sorgo		10				1	1
Tamuín	Ej. Nvo. Ahuacatitla	Maíz		10				1	1
Tamuín	Ej. Nvo. Aquismón	Monte					10	1	2
Tamuín	Ej. Nvo. Aquismón	Pasto					10	1	
Tamuín	Ej. Nvo. Tampachale	Sorgo	10					1	1
Tamuín	Ej. Primavera II	Caña de azúcar	10					1	1
Tamuín	Ej. Ruiz Cortinez	Pasto		10				1	1
Tamuín	Ej. San José del Limón	Sorgo		10				1	8
Tamuín	Ej. San José del Limón	Maíz	20					1	
Tamuín	Ej. San José del Limón	Monte				10		1	
Tamuín	Ej. San José del Limón	Papaya	5	10				2	
Tamuín	Ej. San José del Limón	Sorgo	20	15			10	3	
Tamuín	Ej. Santa Elena	Caña de azúcar	5				10	2	2
Tamuín	Ej. Santa Marta	Pasto			5			1	2
Tamuín	Ej. Santa Marta	Sorgo			5			1	
Tamuín	Ej. Tampachal	Sorgo				5		1	1
Tamuín	Ej. Tierra y Libertad	Pasto		5				1	1
Tamuín	Ej. Velasco	Soya	10	10				2	3
Tamuín	Ej. Velasco Cerro de La Concepción	Sorgo	10					1	
Tamuín	Ej. Venustiano Carranza 1	Pasto					10	1	1
Tamuín	Ej. Emiliano Zapata II	Drenes		20				1	4
Tamuín	Ej. Emiliano Zapata II	Sorgo		10				1	
Tamuín	Ej. Emiliano Zapata II	Soya	10	15				2	
Tamuín	El Colorado	Caña de azúcar		5				1	1
Tamuín	Herminio Sánchez	Sorgo					10	1	1
Tamuín	Jalpilla	Cítricos				5		1	1
Tamuín	La libertad	Pasto					10	1	1
Tamuín	La Toronja	Pasto	5					1	1
Tamuín	Las Flores	Maíz					10	1	4
Tamuín	Las Flores	Pasto					10	1	

Tamuín	las Flores	Sorgo					10	1	
Tamuín	Las Flores	Soya					10	1	
Tamuín	Nvo. Aquismon	Maíz	10					1	1
Tamuín	P.P. Aserradero	Pasto					10	1	1
Tamuín	P.P. Coalcoman	Maíz	10					1	1
Tamuín	P.P. El Aserradero	Laguna				17		1	1
Tamuín	P.P. El Caracol	Caña de azúcar					10	1	3
Tamuín	P.P. El Caracol	Caña de azúcar		25		10		2	
Tamuín	P.P. El Chote	Pasto	10					1	1
Tamuín	P.P. El Colorado	Caña de azúcar	10					1	3
Tamuín	P.P. El Colorado	Caña de azúcar				10	10	2	
Tamuín	P.P. El Consuelo	Monte					10	1	1
Tamuín	P.P. El Hualul	Pasto	10					1	1
Tamuín	P.P. El Huiche	Laguna		10				1	2
Tamuín	P.P. El Huiche	Pasto	10					1	
Tamuín	P.P. El Mezquite	Pasto						1	1
Tamuín	P.P. El Torito	Pasto		10				1	1
Tamuín	P.P. Fibracel	Soya	20					1	1
Tamuín	P.P. FIRA	Pasto	5					1	1
Tamuín	P.P. La Ceiba	Cítricos		10				1	1
Tamuín	P.P. La Espuela	Sorgo		10				1	2
Tamuín	P.P. La Espuela	Soya		20				1	
Tamuín	P.P. La Jarrilla	Pasto	5					1	1
Tamuín	P.P. La Montaña	Laguna			5			1	4
Tamuín	P.P. La Montaña	Monte			5			1	
Tamuín	P.P. La Montaña	Monte			5			1	
Tamuín	P.P. La Montaña	Soya		25				1	
Tamuín	P.P. La Pileta , El Sorgo	Pasto	10					1	1
Tamuín	P.P. La Reforma	Caña de azúcar	20					1	1
Tamuín	P.P. Los Coyotes	Pasto	5					1	2
Tamuín	P.P. Los Coyotes	Sorgo	5					1	
Tamuín	P.P. Los Enríquez	Cítricos	25					1	1
Tamuín	P.P. Los Morales	Pasto			10			1	1
Tamuín	P.P. Los Sabinos	Pasto	10					1	1
Tamuín	P.P. Providencia	Pasto				5		1	1
Tamuín	P.P. Raya Honda	Pasto	6					1	1
Tamuín	P.P. Rcho. Turicato	Pasto	12					1	1
Tamuín	P.P. Santo Domingo	Cítricos		10				1	2
Tamuín	P.P. Santo Domingo	Cítricos	25					1	
Tamuín	P.P. Tamaba	Pasto	5					1	1
Tamuín	P.P. Tamante	Caña de azúcar	5					1	1
Tamuín	P.P. Uruapan	Cítricos					10	1	4
Tamuín	P.P. Uruapan	Cítricos	10	10	5			3	
Tamuín	P.P. Zocohuite	Caña de azúcar	10					1	4
Tamuín	P.P. Zocohuite	Cítricos			5			1	
Tamuín	P.P. Zocohuite	Cítricos					10	1	

Tamuín	P.P. Zocohuite	Pasto	10					1	
Tamuín	Predio Gerardo Gómez M.	Caña de azúcar	10					1	1
Tamuín	R. La Flor	Pasto	10					1	1
Tamuín	R. Las Torres	Pasto	5					1	1
Tamuín	R. Wentepax	Pasto					10	1	1
Tamuín	Rancho Colorado	Caña de azúcar	5					1	1
Tamuín	Rancho Cualcoman	Maíz	15					1	1
Tamuín	Rancho Huasteco	Papaya					10	1	3
Tamuín	Rancho Huasteco	Sandía					10	1	
Tamuín	Rancho Huasteco	Sorgo					10	1	
Tamuín	Rancho la Escondida	Caña de azúcar	15					1	1
Tamuín	Rcho. Loma Alta	Maíz	15					1	2
Tamuín	Rcho. Loma Alta	Sorgo	15					1	
Tamuín	Tampacoy	Maíz					10	1	1
Tamuín	Unión Campesina	Drenes					10	1	4
Tamuín	Unión Campesina	Monte					20	1	
Tamuín	Unión Campesina	Pasto					10	1	
Tamuín	Unión Campesina	Sorgo					10	1	

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.

Cuadro 14.- Frecuencia de Aplicación del Fipronil por uso de suelo y ejido para el año 2003

MUNICIPIO	Ejido o Propiedad Privada	Uso	Concentración en ml/Ha aplicada en:			Frecuencia	
			Agosto	Septiembre	Diciembre	Uso	Ejido
			Ébano	Ej. 10 de Abril	Maíz	25	
Ébano	Ej. 18 de Marzo	Laguna	25			1	1
Ébano	Ej. 2 de Octubre	Sorgo	25			1	1
Ébano	Ej. Ajinche	Monte	25			1	1
Ébano	Ej. Aurelio Manríquez	Drenes	25			1	1
Ébano	Ej. Ayotoxco	Monte	25			1	1
Ébano	Ej. Benito Juárez	Drenes		25		1	1
Ébano	Ej. Dr. Mora	Monte	25			1	1
Ébano	Ej. Ébano	Monte	25			1	1
Ébano	Ej. El Naranjo	Drenes	25			1	1
Ébano	Ej. Emiliano Zapata 1	Drenes	25			1	2
Ébano	Ej. Emiliano Zapata 1	Soya	25			1	
Ébano	Ej. Emiliano Zapata II	Drenes	25	20		2	2
Ébano	Ej. Estación 500	Monte	25			1	1
Ébano	Ej. Estación Auza	Canales	25			1	4

Ébano	Ej. Estación Auza	Drenes	25			1	
Ébano	Ej. Estación Auza	Monte	25			1	
Ébano	Ej. Estación Auza	Soya	25			1	
Ébano	Ej. Estación Velasco	Drenes	25			1	1
Ébano	Ej. Francisco I Madero	Maíz	20			1	1
Ébano	Ej. Francisco Villa	Drenes	25			1	2
Ébano	Ej. Francisco Villa	Drenes	25			1	
Ébano	Ej. Fulgencio M. Santos	Drenes		20		1	1
Ébano	Ej. Ignacio Allende	Drenes		25		1	1
Ébano	Ej. La Reforma	Drenes	25			1	3
Ébano	Ej. La Reforma	Laguna	25			1	
Ébano	Ej. La Reforma	Monte	25			1	
Ébano	Ej. Miguel de la Madrid	Drenes	25			1	1
Ébano	Ej. Niños Héroes	Monte	25			1	1
Ébano	Ej. Nuevo Tanchanaco	Monte		25		1	1
Ébano	Ej. Pedro J. Méndez	Monte	25			1	1
Ébano	Ej. Plan de Iguala	Drenes	25			1	2
Ébano	Ej. Plan de Iguala	Laguna	25			1	
Ébano	Ej. Plan de San Luis	Drenes	25			1	1
Ébano	Ej. Ponciano Arriaga	Drenes		25		1	1
Ébano	Ej. Potosinos	Drenes	30			1	1
Ébano	Ej. Pujal Coy	Monte	25			1	1
Ébano	Ej. Reforma	Canales		20		1	4
Ébano	Ej. Reforma	Drenes		20		1	
Ébano	Ej. Reforma	Monte		20		1	
Ébano	Ej. Reforma	Soya		25		1	
Ébano	Ej. San Pedro	Drenes	25			1	1
Ébano	Ej. Santa Fe	Laguna	25			1	1
Ébano	Ej. Vichinchijol	Drenes	25			1	2
Ébano	Ej. Vichinchijol	Laguna	25			1	
Ébano	INIFAP - EBANO	Drenes	30			1	1
Ébano	P.P. La Simiente	Soya	25			1	1
Ébano	P.P. Rancho Nuevo	Caña de azúcar			20	1	2
Ébano	P.P. Rancho Nuevo	Drenes			20	1	
Ébano	P.P. Santo Domingo	Canales	25			1	1
Ébano	Santa Marta	Drenes		25		1	1
San Vicente	Ej. San Juan de las Vegas	Maíz	25			1	1
San Vicente	Ej. Tasajeras II	Laguna	25			1	1
San Vicente	P.P. Bramaderos	Maíz	25			1	1
Tamuín	EJ. Ahuacatitla	Cítricos	25			1	1
Tamuín	Ej. Ávila Camacho	Caña de azúcar	20			1	1
Tamuín	EJ. El Cuiche	Caña de azúcar	20			1	1
Tamuín	Ej. El Palmar	Caña de azúcar	25			1	2
Tamuín	Ej. El Palmar	Laguna	25			1	
Tamuín	Ej. Graciano Sánchez	Monte	25			1	1
Tamuín	Ej. Nvo. Aquismón	Monte	25			1	1

Tamuín	Ej. Santa Elena	Caña de azúcar	20			1	1
Tamuín	Ej. Santa Marta	Drenes	25			1	1
Tamuín	Ej. Tamuín	Caña de azúcar	20			1	1
Tamuín	Ej. Unión Campesina	Drenes	25			1	1
Tamuín	P.P. Chantol	Caña de azúcar	20			1	1
Tamuín	P.P. El Zocoquite	Cítricos	25			1	1
Tamuín	P.P. Ensenada	Caña de azúcar	25			1	1
Tamuín	P.P. San Francisco	Cítricos	25			1	1
Tamuín	P.P. Santo Domingo	Cítricos	25			1	1

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.

Cuadro 15.- Frecuencia de Aplicación del Fipronil por uso de suelo y ejido para el año 2004

MUNICIPIO	Ejido o Propiedad Privada	Uso	Concentración aplicada en:					Frecuencia por	
			Enero	Febrero	Marzo	Mayo	Julio	Uso	Ejido
Ébano	Ej. 3era. Generación Jalpilla	Pasto			30			1	3
Ébano	Ej. 3era. Generación Jalpilla	Sorgo			20			1	
Ébano	Ej. 3era. Generación Jalpilla	Soya					10	1	
Ébano	Ej. Ajinche	Sorgo		25				1	1
Ébano	Ej. El Potosí	Maíz		30				1	1
Ébano	Ej. El Tronconal	Pasto		30				1	1
Ébano	Ej. Emiliano Zapata 1	Pasto	30					1	1
Ébano	Ej. Estación 500	Maíz					10	1	1
Ébano	Ej. Francisco I Madero	Cártamo	30					1	1
Ébano	Ej. Francisco Villa	Drenes	30					1	2
Ébano	Ej. Francisco Villa	Monte	30					1	
Ébano	Ej. Julián Carrillo	Pasto	30					1	1
Ébano	Ej. La Reforma	Monte	25					1	3
Ébano	Ej. La Reforma	Sorgo	30					1	
Ébano	Ej. La Reforma	Soya	30					1	
Ébano	Ej. Las Angélicas	Maíz					10	1	1
Ébano	Ej. Nuevo Ayotoxco	Pasto	30					1	1
Ébano	Ej. Pujal Coy	Drenes		30				1	2
Ébano	Ej. Pujal Coy	Pasto	30					1	
Ébano	Ej. Ruiz Cortinez II	Drenes	30					1	1
Ébano	Ej. Tampacoy	Monte		30				1	1

Ébano	INIFAP	Pasto		20			1	1
Ébano	P.P. "J"	Drenes		30			1	1
Ébano	P.P. 3 Hermanos	Sorgo	25				1	1
Ébano	P.P. La Simiente	Pasto			15		1	1
Ébano	P.P. Rancho Nuevo	Sábila		20			1	1
Ébano	P.P. Santo Domingo	Canales			35		1	2
Ébano	P.P. Santo Domingo	Drenes			30		1	
Ébano	P.P. Siembras y Servicios Valle Bonito	Caminos	30				1	1
San Vicente	Ej. San Juan de las Vegas	Monte		30			1	2
San Vicente	Ej. San Juan de las Vegas	Pasto	30				1	
San Vicente	Ej. San Juan Tancojol	Monte		10			1	1
San Vicente	Ej. Unión y Progreso	Maíz	30				1	1
San Vicente	La Bolsa	Frijol					1	1
San Vicente	P.P. El Alto Mexicano	Caña de azúcar	20				1	1
San Vicente	P.P. El Jopoy	Cítricos	25				1	1
San Vicente	P.P. La Bolsa	Pasto	30				1	1
San Vicente	P.P. Santa Susana	Pasto	50				1	1
Tamuín	Ej. 10 de Mayo	Pasto	20				1	1
Tamuín	Ej. Aquiles Serdan	Maíz	25				1	3
Tamuín	Ej. Aquiles Serdan	Pasto	25	30			2	
Tamuín	Ej. Ávila Camacho	Caña de azúcar	25				1	1
Tamuín	Ej. El Retiro	Monte	20				1	1
Tamuín	Ej. Nueva Montaña	Pasto	10				1	1
Tamuín	Ej. Nuevo Ahucatitla	Maíz		25			1	2
Tamuín	Ej. Nuevo Ahucatitla	Sorgo		25			1	
Tamuín	Ej. Santa Marta	Pasto	30				1	1
Tamuín	Ej. Tamante	Pasto	25				1	2
Tamuín	Ej. Tamante	Pasto	20				1	
Tamuín	Ej. Tampacoy	Maíz	25				1	2
Tamuín	Ej. Tampacoy	Pasto	25				1	
Tamuín	P.P. El Nopal	Pasto	35				1	1
Tamuín	P.P. El Colorado	Caña de azúcar	25				1	1
Tamuín	P.P. El Hualul	Pasto	30				1	1
Tamuín	P.P. El Mezquite	Pasto	30				1	1
Tamuín	P.P. El Peñón	Pasto	10				1	1
Tamuín	P.P. La Tima	Pasto	35				1	1
Tamuín	P.P. Laguna Tansey	Monte	10				1	1
Tamuín	P.P. Los Tigres	Pasto	25				1	2
Tamuín	P.P. Los Tigres	Pasto		35			1	
Tamuín	P.P. San Jorge	Monte	35				1	2
Tamuín	P.P. San Jorge	Pasto	25				1	
Tamuín	P.P. Tampatal	Pasto	20				1	1

Tamuín	P.P. Uruapan	Cítricos	10					1	1
Tamuín	Tampaon	Monte			35			1	1
Tamuín	Ej. Ahuacatitla	Monte	25		30			2	2
Tamuín	Ej. Antigua Primavera	Caña de azúcar	30	30				2	2
Tamuín	Ej. Ruiz Cortinez I	Pasto	35	35				2	2
Tamuín	Ej. Santa Elena	Pasto	25	30				2	2

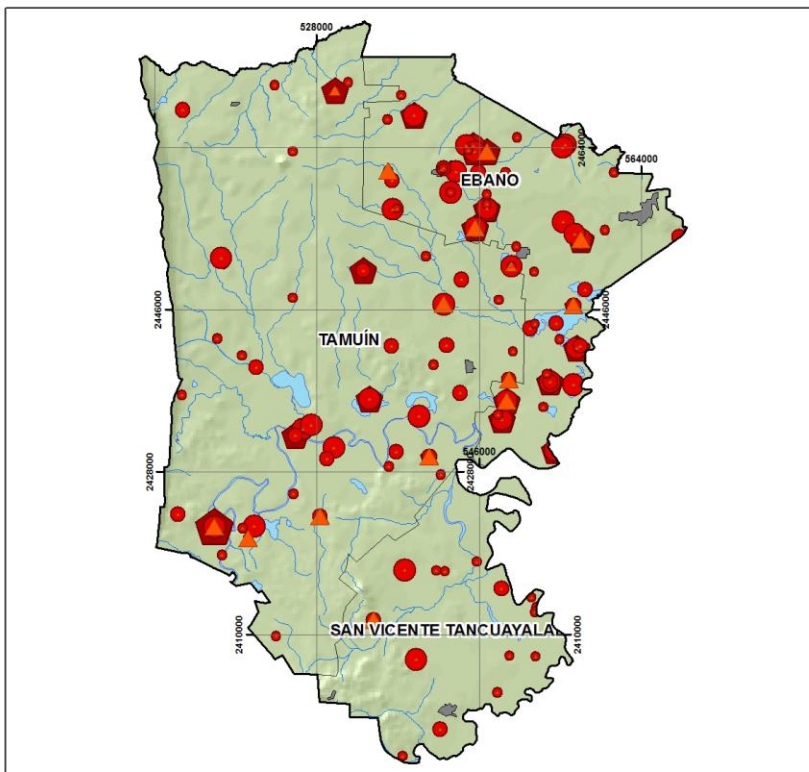
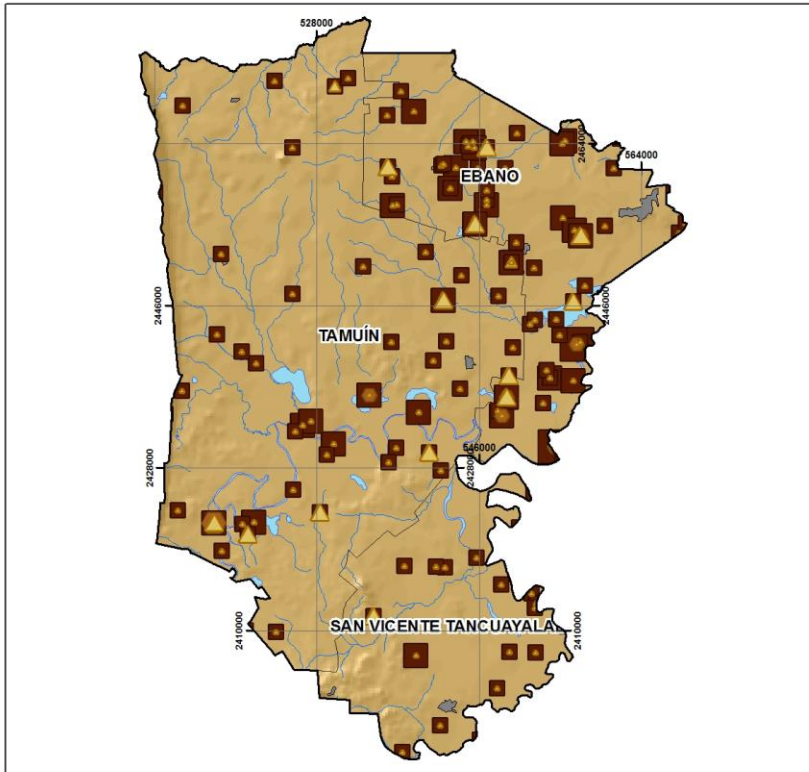
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Proyecto SAGARPA 2004/C01-186/A-1, UASLP.

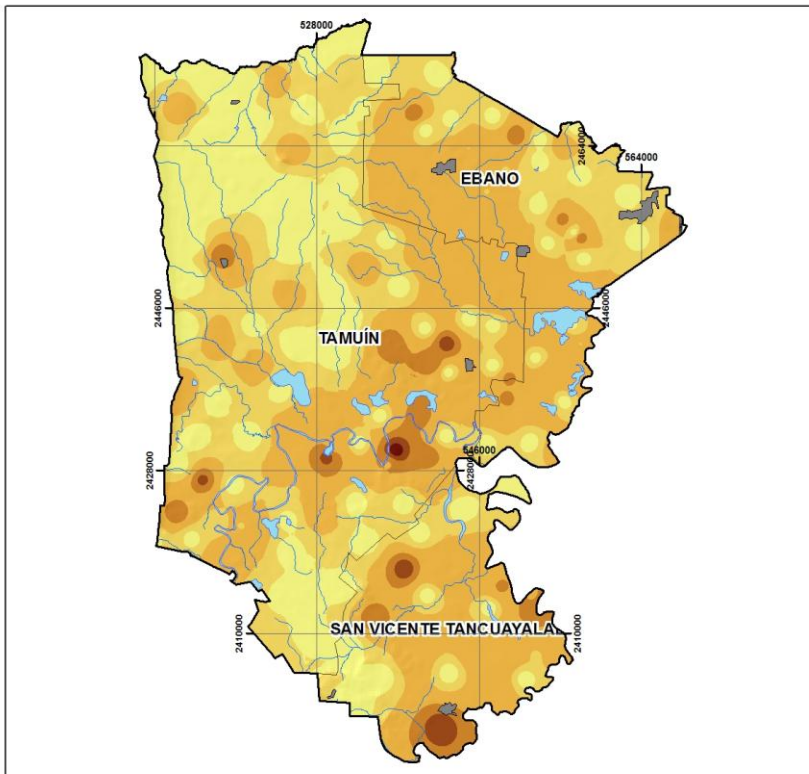
Anexo Cartográfico

Índice de Mapas

1. Total anual de hectáreas asperjadas con Fipronil por ejido. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2002-2004
2. Fipronil total anual aplicado por ejido. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2002-2004
3. Mapa de interpolación de la concentración de fipronil aplicado por hectárea. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2002
4. Mapa de interpolación de la concentración de fipronil aplicado por hectárea. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2003
5. Mapa de interpolación de la concentración de fipronil aplicado por hectárea. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2004
6. Mapa de interpolación de la frecuencia anual de fipronil aplicado por ejido. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2002
7. Mapa de interpolación de la frecuencia anual de fipronil aplicado por ejido. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2003
8. Mapa de interpolación de la frecuencia anual de fipronil aplicado por ejido. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2004
9. Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida cipermetrina. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2002
10. Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida malathion. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2002
11. Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida parathion metílico al 3%. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2002
12. Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida parathion metílico 720. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2002
13. Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida malathion. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2003
14. Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida cipermetrina. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2004
15. Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida malathion. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2004
16. Mapa de interpolación del material calcáreo. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina
17. Mapa de interpolación del pH. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina
18. Mapa de interpolación de la textura del suelo. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina

19. Mapa global de vulnerabilidad ante la aplicación del plaguicida Fipronil. Municipios de Ébano, Tamuín y San Vicente Tancuayalab en la Huasteca Potosina, 2002-2004





Mapa de interpolación de la concentración de fipronil aplicado por hectárea
MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALA EN LA HUASTECA POTOSINA, 2002

Localización

Simbología

Mililitros por hectárea

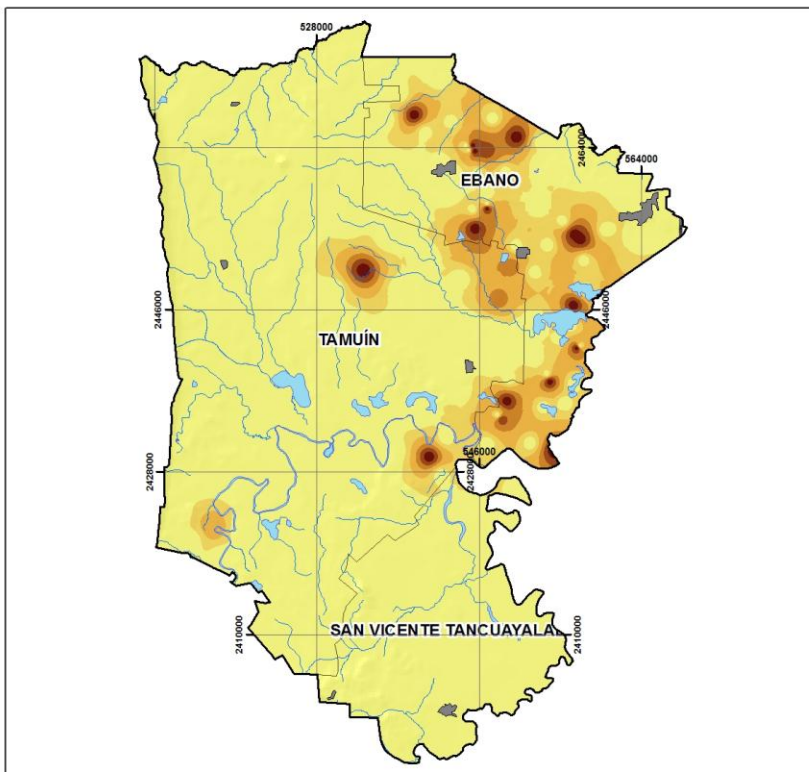
- 0
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25

Cuerpos de agua
Escurremientos
Zona Urbana
Límite municipal

Proyección UTM
Elipsoide WGS84 Zona 14N
Datum WGS84

Fuente:
Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
Melva Guadalupe Herrera Godina
Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la concentración de fipronil aplicado por hectárea
MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALA EN LA HUASTECA POTOSINA, 2003

Localización

Simbología

Mililitros por hectárea

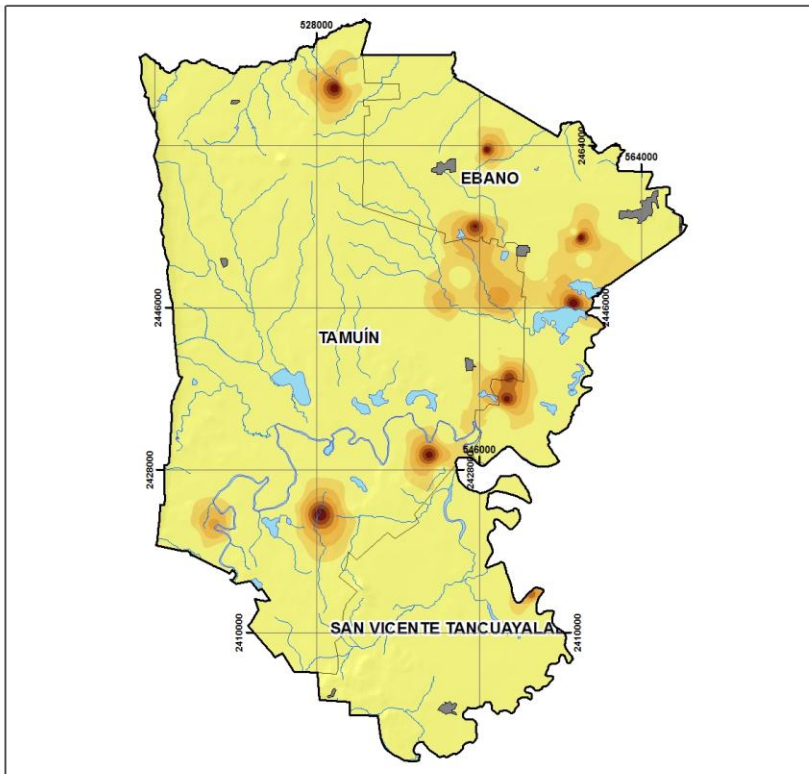
- 0
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25

Cuerpos de agua
Escurremientos
Zona Urbana
Límite municipal

Proyección UTM
Elipsoide WGS84 Zona 14N
Datum WGS84

Fuente:
Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
Melva Guadalupe Herrera Godina
Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la concentración de fitonil aplicado por hectárea
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALA EN LA HUASTECA POTOSINA, 2004

Localización

Simbología

Milímetros por hectárea

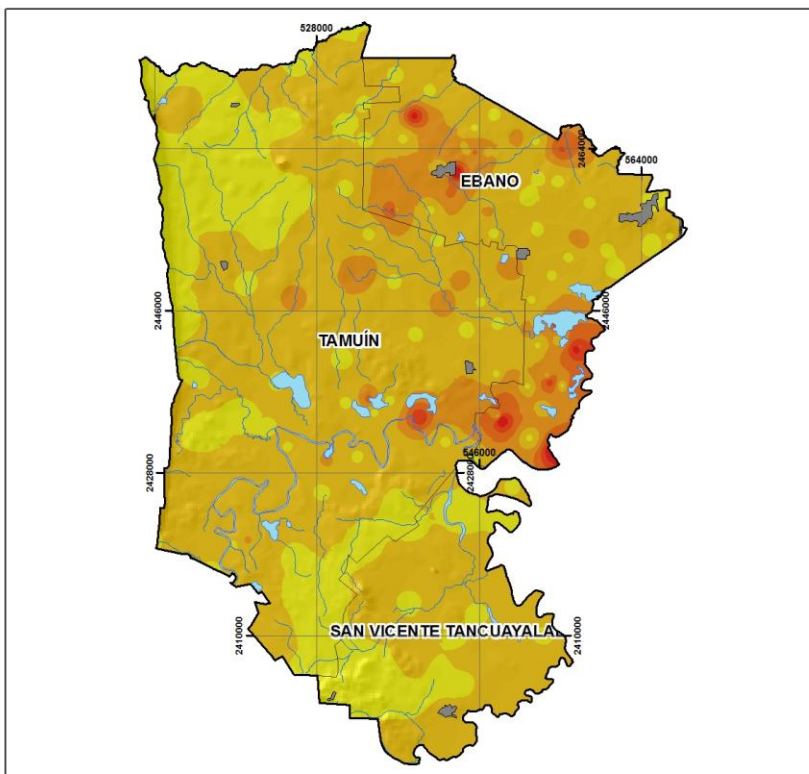
- 0
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30

Cuerpos de agua
 Ecurrimientos
 Zona Urbana
 Límite municipal

Proyección UTM
 Elipsoide WGS84 Datum WGS84 Zona 14N

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la frecuencia anual de fitonil aplicado por ejido
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALA EN LA HUASTECA POTOSINA, 2002

Localización

Simbología

Número de aplicaciones anuales

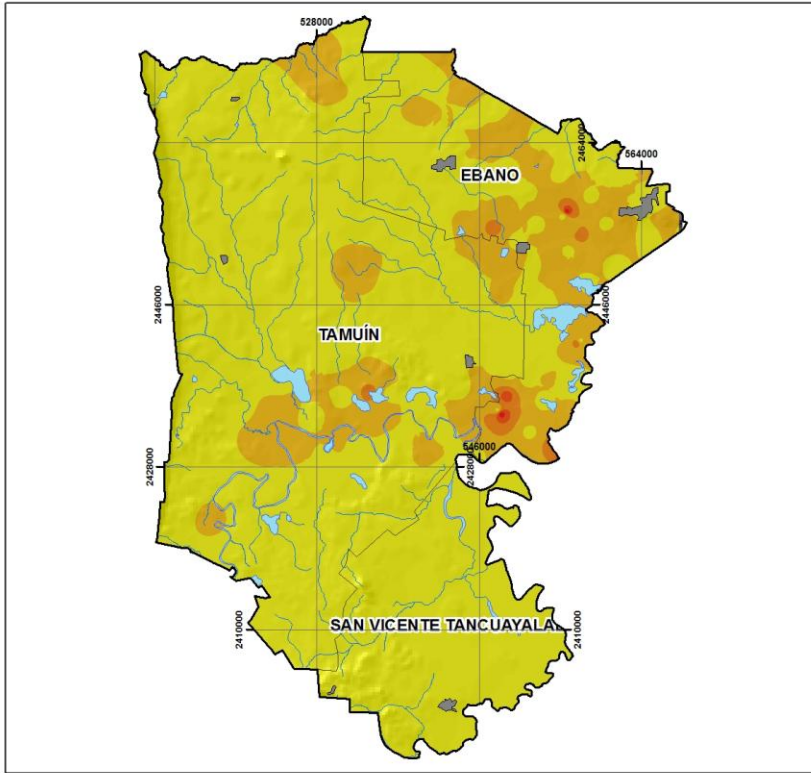
- 0
- 1-2
- 3-4
- 5-6
- 7-8
- 8-13

Zona Urbana
 Cuerpos de agua
 Ecurrimientos
 Límite municipal

Proyección UTM
 Elipsoide WGS84 Datum WGS84 Zona 14N

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la frecuencia anual de fipronil aplicado por ejido
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALAB EN LA HUASTECA POTOSINA, 2003

Localización

Simbología

Número de aplicaciones anuales

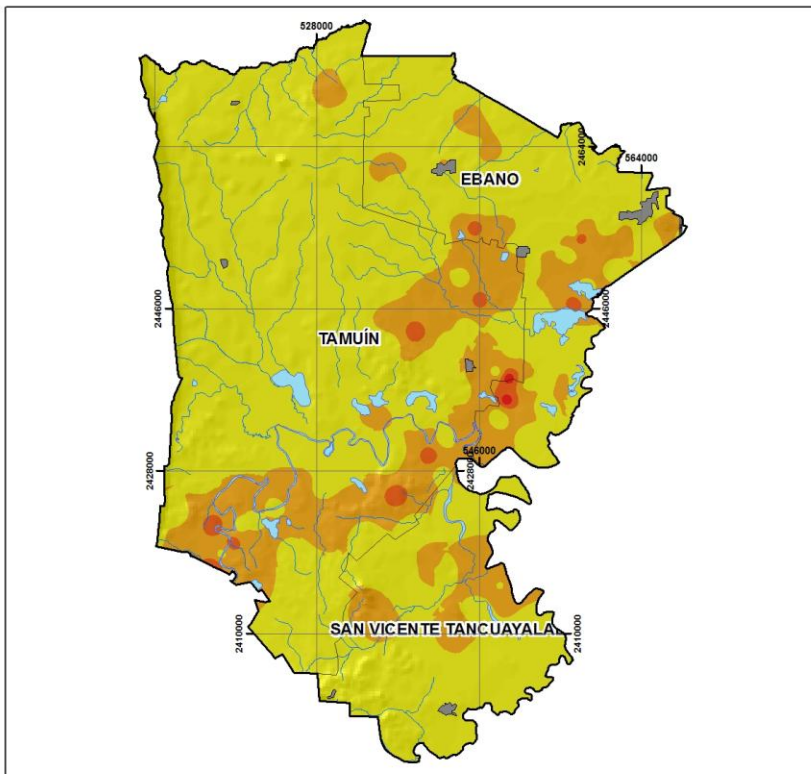
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

- Zona Urbana
- Cuerpos de agua
- Escurremientos
- Límite municipal

Proyección UTM Zona 14N
 Elipsoide WGS84 Datum WGS84

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la frecuencia anual de fipronil aplicado por ejido
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALAB EN LA HUASTECA POTOSINA, 2004

Localización

Simbología

Número de aplicaciones anuales

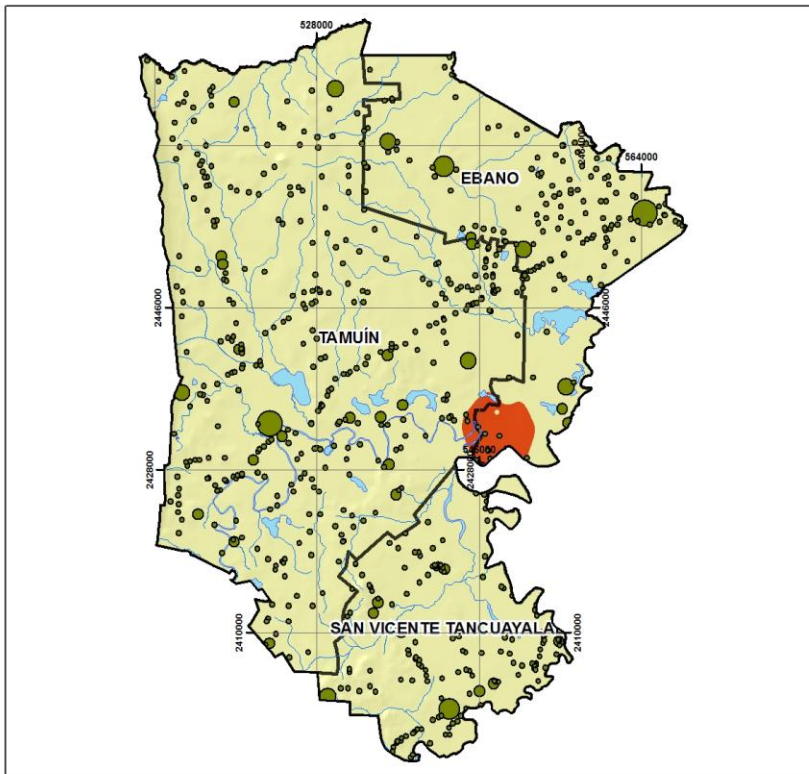
- 0
- 1
- 2
- 3

- Zona Urbana
- Cuerpos de agua
- Escurremientos
- Límite municipal

Proyección UTM Zona 14N
 Elipsoide WGS84 Datum WGS84

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida cipermetrina
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALA EN LA HUASTECA POTOSINA, 2002

Localización

Simbología

Población total

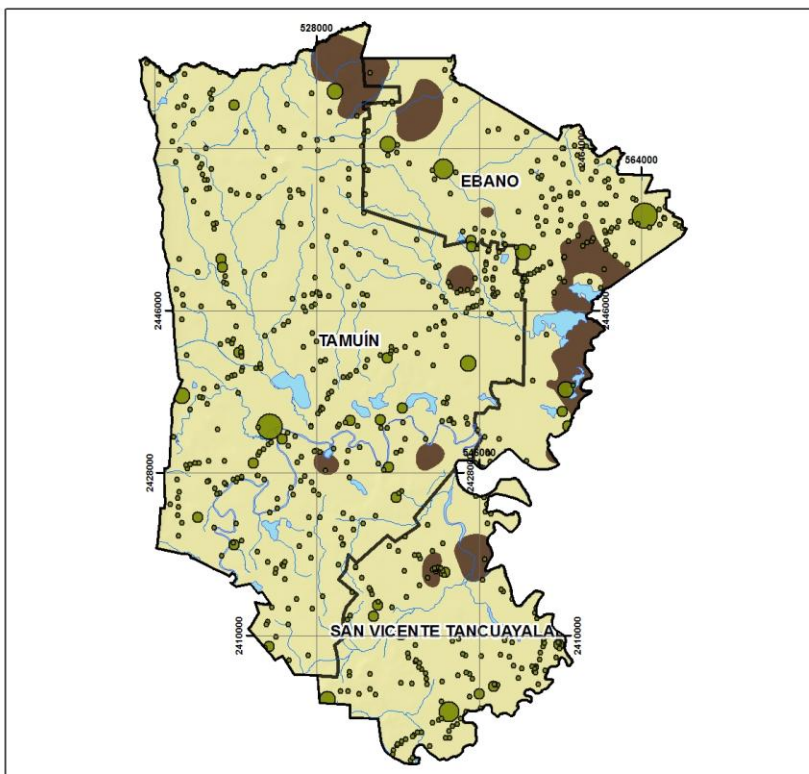
- 1 - 250
- 251 - 1259
- 1260 - 3134
- 3135 - 6673
- 6674 - 22133

- Área sin cipermetrina
- Área con cipermetrina
- Cuerpos de agua
- Escurremientos
- Límite municipal

Proyección UTM
 Elipsoide WGS84 Zona 14N
 Datum WGS84

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida malathion
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALA EN LA HUASTECA POTOSINA, 2002

Localización

Simbología

Población total

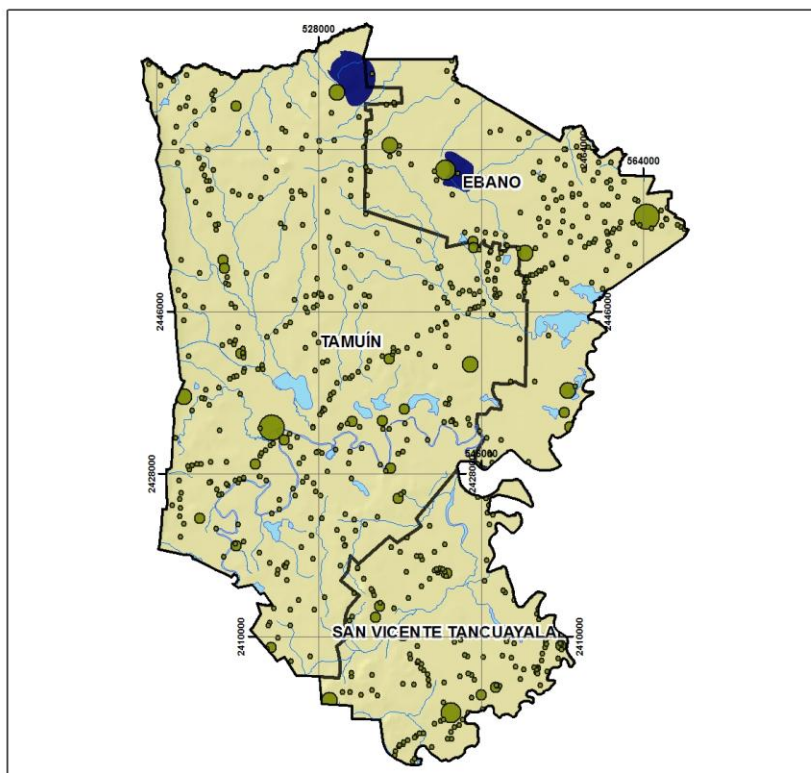
- 1 - 260
- 261 - 1259
- 1260 - 3134
- 3135 - 6673
- 6674 - 22133

- Área sin malathion
- Área con malathion
- Cuerpos de agua
- Escurremientos
- Límite municipal

Proyección UTM
 Elipsoide WGS84 Zona 14N
 Datum WGS84

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida parathion metílico al 3%
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALAB EN LA HUASTECA POTOSINA, 2002

Localización

Simbología

Población total

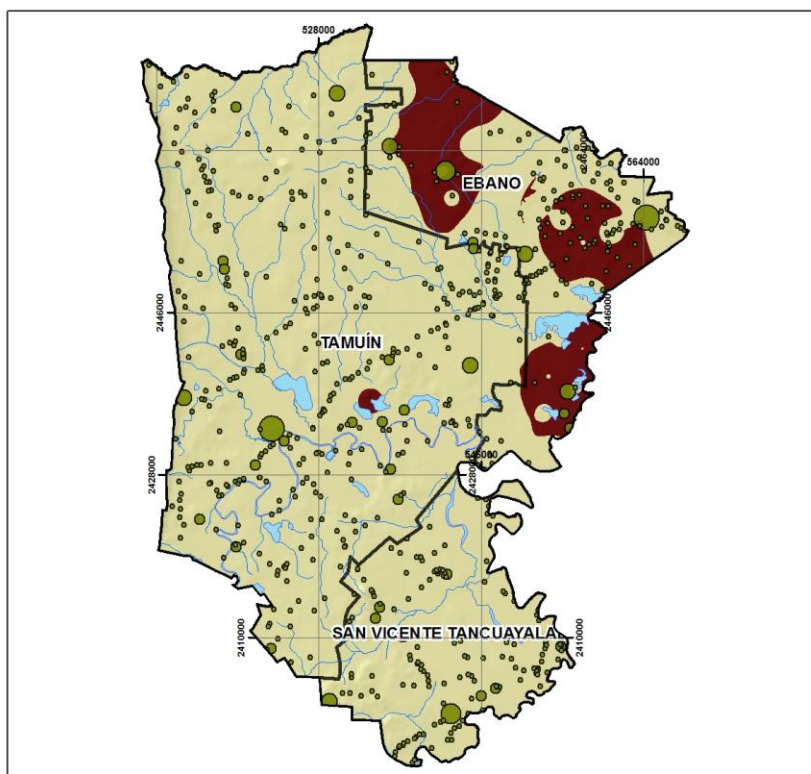
- 1 - 260
- 261 - 1259
- 1260 - 3134
- 3135 - 6673
- 6674 - 22133

- Área sin parathion
- Área con parathion
- Cuerpos de agua
- Escurrimientos
- Límite municipal

Proyección UTM
 Elipsoide WGS84 Datum WGS84 Zona 14N

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida parathion metílico 720
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALAB EN LA HUASTECA POTOSINA, 2002

Localización

Simbología

Población total

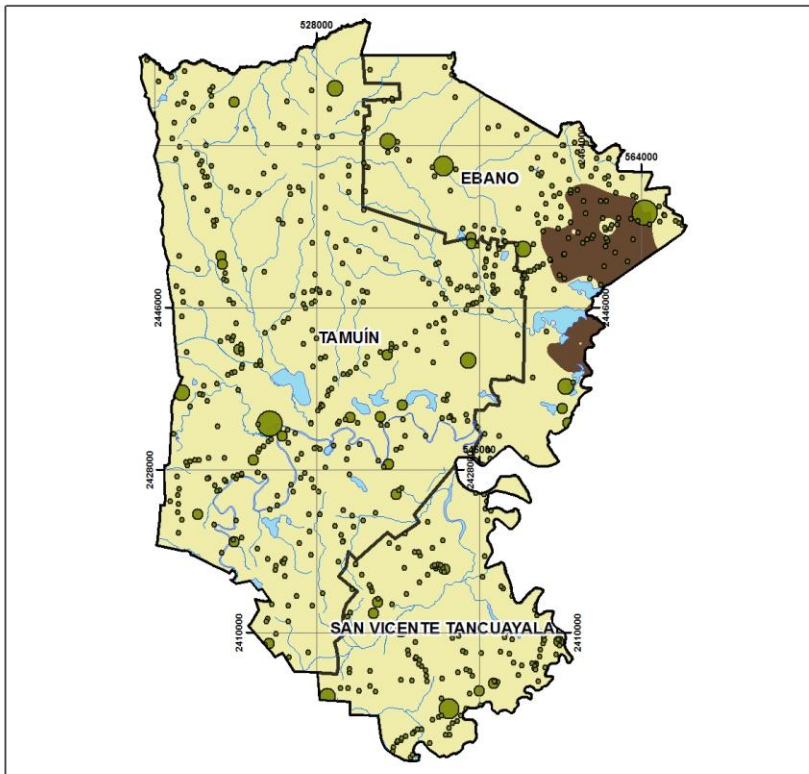
- 1 - 260
- 261 - 1259
- 1260 - 3134
- 3135 - 6673
- 6674 - 22133

- Área sin parathion
- Área con parathion
- Cuerpos de agua
- Escurrimientos
- Límite municipal

Proyección UTM
 Elipsoide WGS84 Datum WGS84 Zona 14N

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida malathion
MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALÁ EN LA HUASTECA POTOSINA, 2003

Localización

Simbología

Población total

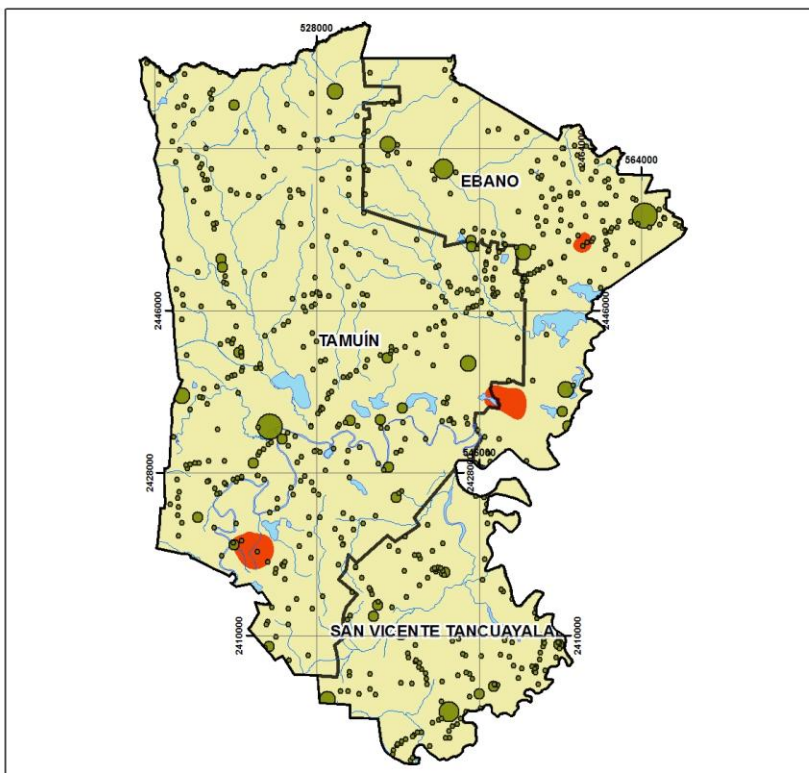
- 1 - 260
- 261 - 1259
- 1260 - 3134
- 3135 - 6673
- 6674 - 22133

- Área sin malathion
- Área con malathion
- Cuerpos de agua
- Escurremientos
- Límite municipal

Proyección UTM Zona 14N
Elipsoide WGS84 Datum WGS84

Fuente:
Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
Melva Guadalupe Herrera Godina
Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida cipermetrina
MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALÁ EN LA HUASTECA POTOSINA, 2004

Localización

Simbología

Población total

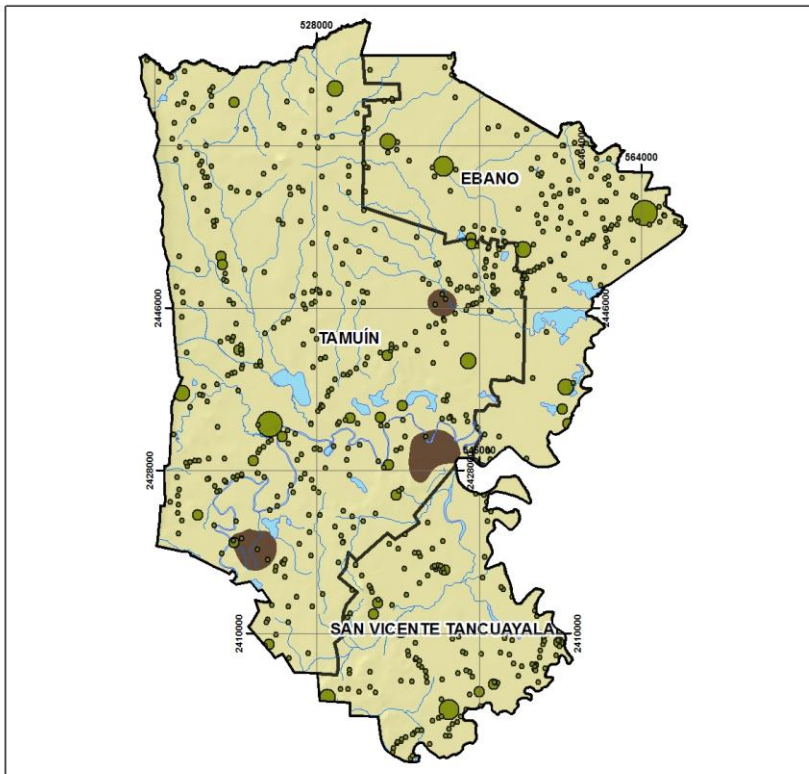
- 1 - 260
- 261 - 1259
- 1260 - 3134
- 3135 - 6673
- 6674 - 22133

- Área sin cipermetrina
- Área con cipermetrina
- Cuerpos de agua
- Escurremientos
- Límite municipal

Proyección UTM Zona 14N
Elipsoide WGS84 Datum WGS84

Fuente:
Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAV/SLP

Autor:
Melva Guadalupe Herrera Godina
Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la aplicación del plaguicida malathion
MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALÁ EN LA HUASTECA POTOSINA, 2004

Localización

Simbología

Población total

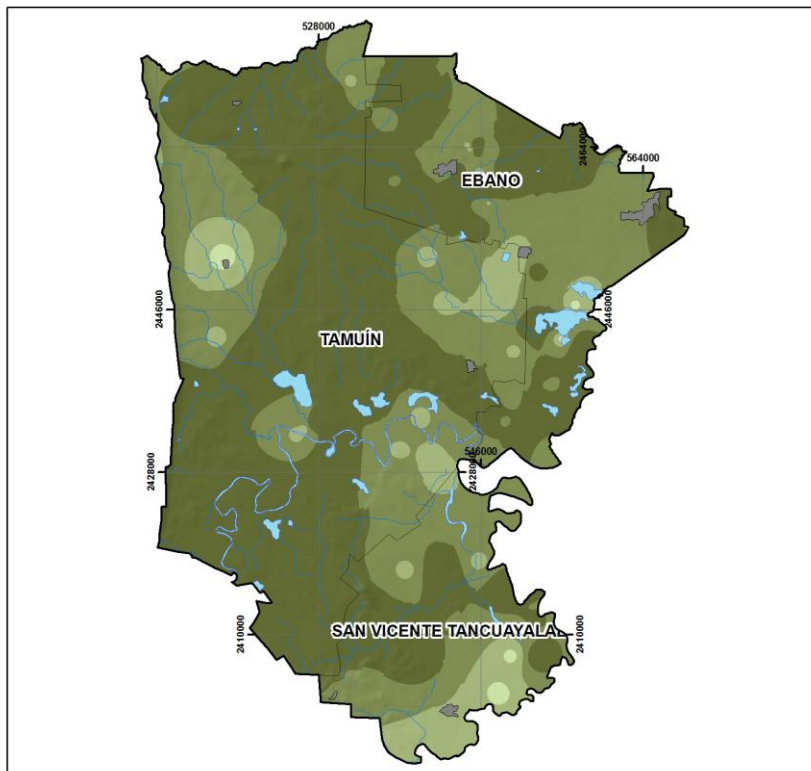
- 1 - 260
- 261 - 1259
- 1260 - 3134
- 3135 - 6673
- 6674 - 22133

- Área sin malathion
- Área con malathion
- Cuerpos de agua
- Escurrimientos
- Límite municipal

Proyección UTM
Elipsoide WGS84 Zona 14N
Datum WGS84

Fuente:
Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAVSLP

Autor:
Melva Guadalupe Herrera Godina
Noviembre de 2008



Mapa de interpolación del material calcáreo
MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALÁ EN LA HUASTECA POTOSINA

Localización

Simbología

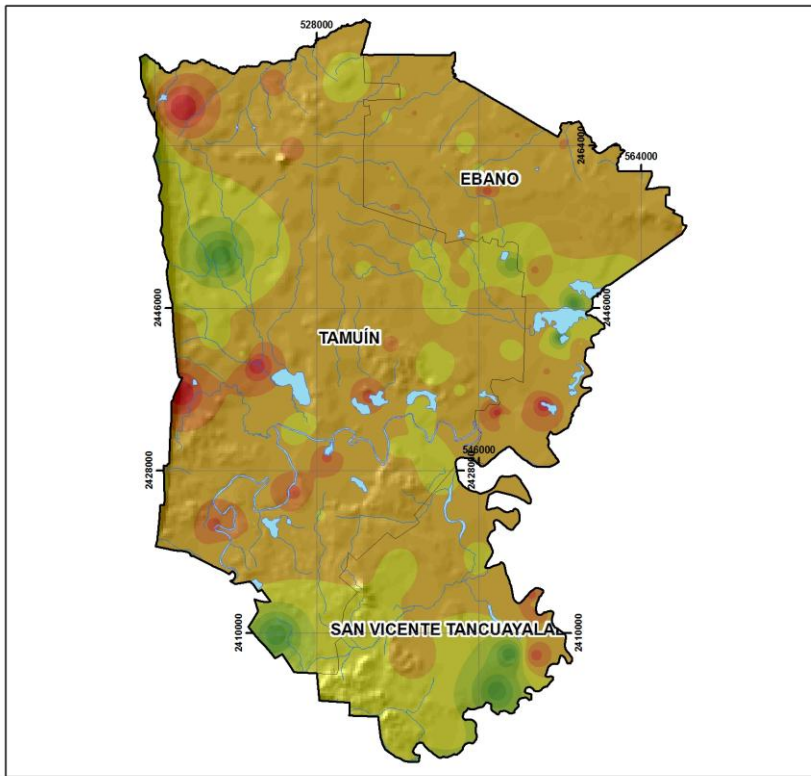
Categoría

- No calcáreo
- Ligeramente calcáreo
- Calcáreo
- Altamente calcáreo
- Cuerpos de agua
- Escurrimientos
- Zona Urbana
- Límite municipal

Proyección UTM Zona 14N
Elipsoide WGS84 Datum WGS84

Fuente:
Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, UASLP

Autor:
Melva Guadalupe Herrera Godina
Noviembre de 2008



Mapa de interpolación del pH
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALAB EN LA HUAASTECA, POTOSINA

Localización

Simbología

Valor de pH

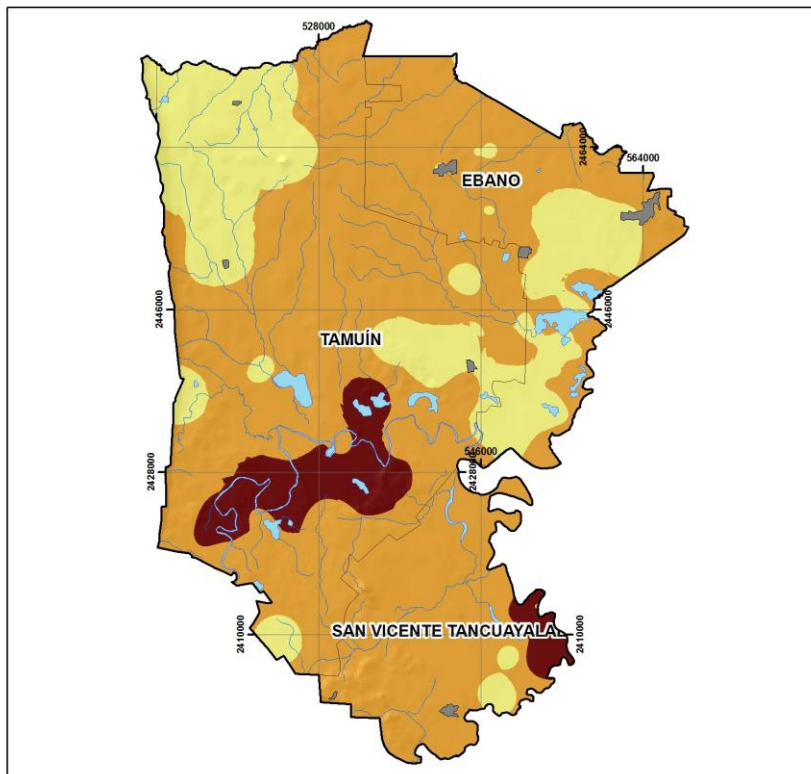
- 8.0 - 8.07
- 8.08 - 8.14
- 8.15 - 8.21
- 8.22 - 8.28
- 8.29 - 8.35
- 8.36 - 8.42
- 8.43 - 8.49
- 8.50 - 8.56
- 8.57 - 8.63

Cuerpos de agua
 Escurrimientos
 Zona Urbana
 Límite municipal

Proyección UTM Elipsoide WGS84 Zona 14N Datum WGS84

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, UASLP

Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008



Mapa de interpolación de la textura del suelo
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALAB EN LA HUAASTECA, POTOSINA

Localización

Simbología

Textura

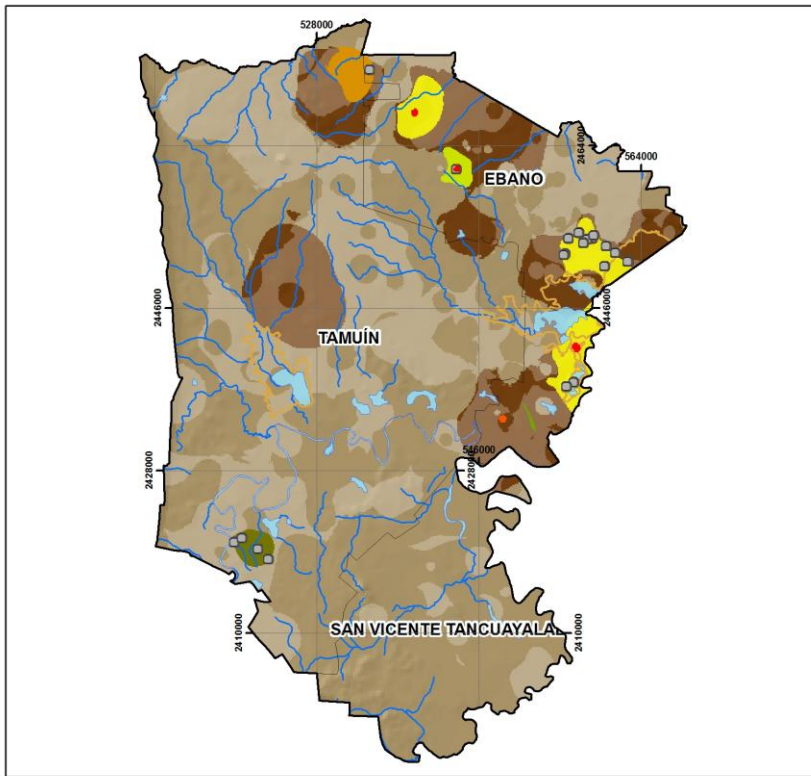
- Arcillosa
- Franco-limo-arcillosa
- Franco-arcillosa

Cuerpos de agua
 Escurrimientos
 Zona Urbana
 Límite municipal

Proyección UTM Elipsoide WGS84 Zona 14N Datum WGS84

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, UASLP

Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008



Mapa global de vulnerabilidad ante la aplicación de plaguicida Fipronil
 MUNICIPIOS DE EBANO, TAMUÍN Y SAN VICENTE TANCUAYALA EN LA SIERRA POTOSINA 2002-2004

Localización

Simbología

Población

- Localidades expuestas a diversos plaguicidas

Inhibición del metabolismo de Fipronil por:

- Maíz/soy y Pastizos al 3%
- Maíz/soy y Pastizos 720
- Opuntias y Pastizos
- Opuntias y Pastizos 720
- Pastizos 720 al 3%

Presencia acelerada de metabolitos por:

- Deposición rápida del Fipronil

Presencia probable de:

- Fipronil Sulfona
- Fipronil Sulfato

Área de acumulación de sedimentos

Áreas de coincidencia de vulnerabilidades

- Quemadas agrícolas, Fincas y Cultivos de aplicación
- Matorrales, Fincas y Cultivos de aplicación
- Cuerpos de agua
- Escorrentos
- Límite municipal

Proyección UTM Zona 14N
 Elipsoide WGS84 Datum WGS84

Fuente:
 Elaboración propia con base en los datos proporcionados por el proyecto SAGARPA2004/C01-186/A-1, CAVSLP
 Autor:
 Melva Guadalupe Herrera Godina
 Noviembre de 2008

Bibliografía

- Avila Méndez, Agustín, 1988. “¿A dónde va la Huasteca?”, en ZEPEDA Patterson, Jorge (comp.) *Coloquio sobre la crisis y las regiones en México*. México: Procuraduría Agraria. Documento digital disponible en: <http://www.pa.gob.mx/publica/pa070503.htm> (última consulta: 02/02/2009).
- Adlouni, Salaheddine et. al., 2007. Effects of climate on West Nile Virus transmission risk used for public health decision-making in Québec. *International Journal of Health Geographics* , 6:40
- Ayala-Carcedo, F. J.; Olcina Cantos J. (Coordinadores), 2002. *Riesgos Naturales*. Ariel Ciencia. Primera edición. España.
- Bell, Nathaniel, 2007. Using GIS-based methods of multicriteria analysis to construct socioeconomic deprivation indices. *International Journal of Health Geographics*, 6:17
- Bettencourt, M.J. 1992. M&B46136 – Acute toxicity to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under flow through conditions. Reporte no. R010488. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Biever, R.C., et. al., 2003. Icon® rice seed treatment toxicity to crayfish (*Procambarus clarkia*) in experimental rice paddles 2003. Reporte no. 1022936. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Bocksh, S. Assessment of side effects of Reg. No. 4673253 (MB46136) to the honeybee *Apis mellifera* L. in the Laboratory. Reporte no. 1027274. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Bosques Sendra, Joaquín. 1992. *Sistemas de Información Geográfica*. España. Ed. RIALP pp.451.
- Burrough, P.A. 1991. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. USA. Ed. Oxford p.p. 194.
- Caboni, P. 2003. Phenylpyrazole insecticide photochemistry, metabolis, and GABAergic action: ethiprole compared with fipronil. *J Agric Food Chem*. 51(24):7055-61
- CENAPRED. 2004. Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Versión 2004, CENAPRED Sistema Nacional de Protección Civil, México.
- Chardon, Annie-Catherine. 1998. Crecimiento urbano y riesgos “naturales”: Evaluacion final de la vulnerabilidad global en Manizales, Andes de Colombia. *Desantres y Sociedad*. No. 9 Año 6 pp. 1-35

- Chiovarou, ED. 2008. Comparison of storm intensity and application timing on modeled transport and fate of six contaminants. *Sci Total Environ* . 389(1):87-100.
- Chuvioco, Emilio. 1996. *Fundamentos de Teledetección espacial*. Madrid. Ediciones RIALP S.A.
- Cole, J.H. 1991. The acute contact and oral toxicity to honey bees of M&B46030. Reporte no. R010458. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Collins, M.K. M&B46513 – Acute toxicity to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under static renewal conditions. Reporte no. R010490. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Congdon, Peter. 2007. A model for spatial variations in life expectancy; mortality in Chinese regions in 2000. *International Journal of Health Geographics*, 6:16
- Connelly, Pete. 2001. Environmental Fate of Fipronil. California Environmental Protection Agency. Pp. 1-17.
- Comisión Europea. 2006. Final addendum to the Draft Assessment Report. Primera parte.
- Das, Parikshit C. 2006. Fipronil induces CYP isoforms and cytotoxicity in human hepatocytes. *Chemico-Biological Interactions*. 164(3):200-214.
- DeChello, Laurie M. et. al. 2007. Spatial analysis of colorectal cancer incidence and proportion of late-stage in Massachusetts residents: 1995-1998. *International Journal of Health Geographics*, 6:20
- Demers, Michael N. 2000. *Fundamentals of Geographic Information Systems*. USA. Ed. Wiley pp. 498
- Dionne, E. 1997. Fipronil technical – Acute toxicity to channel catfish (*Ictalurus punctatus*) under flow-through conditions. Reporte no. R010541. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Dongus, Stefan. 2007. Participatory mapping of target areas to enable operational larval source management to suppress malaria vector mosquitoes in Dar es Salaam, Tanzania. *International Journal of Health Geographics*, 6:37
- Doran, Gregory et al. 2006. The sorption and degradation of the rice pesticides fipronil and thiobencarb on two Australian rice soils. *Australian Journal of Soil Research*. 44(6):599-610.
- FAO/WHO. 2001. Pesticide residues in food. Report of the 2001 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues Geneva 2001.

- Fenet, H. et al. 2001. Fate of a phenylpyrazole in vegetation and soil under tropical field conditions. *J. Agr. Food Chem.* 49(3):1293-7
- Freed, V. H. 1997. Chemodynamics: Transport and Behaviour of Chemicals in the Environment A Problem in Environmental Health. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 20, pp. 55-70.
- Gallagher S.P., Grimes J., Beavers J.B. & Martin K.H. MB046136: A dietary LC50 study with the Northern Bobwhite quail 1999. Report no. R010549. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Gallagher S.P., et. al. 2000. MB046513: A dietary LC50 study with the Northern Bobwhite. Report no. B003063. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Gallagher SP, et. al. 2001. MB046136: An acute oral toxicity study with the Northern Bobwhite. Report no. C017030. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Garb, Jane L. 2007. Using GIS for spatial analysis of rectal lesions in the human body. *International Journal of Health Geographics*, 6:11
- Giffard, H. 2001. Evaluation of effects on honey bees of soil treatment, with an application of EXP60720A, insectproof tunnels on sunflowers. Report no. C013759. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Goel A. 2007. Determination of vapor pressure-temperature relationships of currently-use pesticides and transformation products. *J Environ Sci Health B*. 42(4):343-349.
- Goldberg, Sabine et. al. 2000. *Soil Colloidal Behavior en Handbook of Soil Science*. FL, USA. Ed. Taylor & Francis.
- Grolleau, G. 1993. Toxicité de l'insecticide fipronil pour la perdrix grise, Perdix perdix. Report no. R010474. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Guang-Gou, Ying. 2001. Sorption of fipronil and its metabolites on soils from South Australia. *J Environ Sci Health*. 36(5):545-558.
- Guang-Gou, Ying. 2002. Laboratory and field studies on the degradation of fipronil in a soil. *Australian journal of soil research*. 40(7):1095-1102.
- Gunasekara, Amrith S. 2007. Environmental Fate of Fipronil. California Environmental Protection Agency. Pp. 1-28.

- Handley J. W., et. al. The Acute toxicity of M&B46030 to common carp (*Cyprinus carpio*). Reporte no. R010446. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Hainzl, Dominio. 1996. Fipronil insecticide: Novel photochemical desulfinylation with retention of neurotoxicity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Vol. 93, pp. 12764–12767
- Hainzl, Dominio. 1998. Mechanisms for selective toxicity of fipronil insecticide and its sulfone metabolite and desulfinyl photoproduct. *Chem Res Toxicol*. 11(12): 1529-1535
- Hakin B. et. al. 1992. M&B46030 – Acute oral toxicity (LD50) to the Pheasant. Reporte no. R010439. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Helsten B.R. et. Al. 1994. 14-day acute oral LD50 study with M&B46513 in Mallard Ducks. Reporte no. R010519. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Hodgson E. 2007. Human metabolic interactions of environmental chemicals. *J Biochem Mol Toxicol*. 21(4):182-186.
- INEGI. 1996. Síntesis de Información Geográfica del Estado de San Luis Potosi. Versión Digital.
- INIFAP, 2005. Folleto Técnico Núm. 12. San Luis Potosí, S.L.P., México.
- INIFAP, SAGARPA. 2005. La langosta *Shintocerca piceifrons piceifrons* y su manejo en la planicie huesteca. FPSLP.
- INIFAP, SAGARPA. 2005. El chapulín *Melanoplus sp.* y su manejo en la planicie huesteca. FPSLP .
- Jacob, Benjamin G. 2007. Remote and field level quantification of vegetation covariates for malaria mapping in three rice agro-village complexes in Central Kenya. *International Journal of Health Geographics*, 6:21
- Joo, H. 2007. Inhibition of fipronil and nonane metabolism in human liver microsomes and human cytochrome P450 isoforms by chlorpyrifos. *J Biochem Mol Toxicol*. 21(2):76-80
- Kenley, K. et al. 2001. Abiotic Processes Influencing Fipronil and Desthiofipronil Dissipation in California, USA, Rice Fields. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 20(5):972-977
- Lavell, Allan. 1999. Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos. LA RED pp.1-15

- Linard, Catherine. 2007. Determinants of the geographic distribution of Puumala virus and Lyme borreliosis infections in Belgium. *International Journal of Health Geographics*, 6:15
- Liu, X.B. 2002. Characteristics of the natural organic matter sorption effects of organic contaminants. *J Environ Sci*. 14(3):352-356.
- Machado, Mark W. 2001. RPA 200766 – Acute toxicity to Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) under static renewal conditions. Reporte no. C015729. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Machado, Mark W. 1993. MB 46030 – Acute toxicity to Sheepshead Minnow (*Cyprinodon variegatus*) under flow-through conditions. Reporte no. R010495. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Masutti, CS. 2007. Degradation of fipronil under laboratory conditions in a tropical soil from sirinhaém pernambuco, Brazil. *J Environ Sci Health B*. 42(1): 33-43
- Maurin, G. 1999 Effet du traitement de semences REGENT TS vis-à-vis des abeilles pendant la floraison du tournesol. 2^{ème} Partie: Expérimentation en plein champs. Reporte no. C019707. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- McNamara, P.C. 1990. (M&B46030) – Acute toxicity to daphnids (*Daphnia magna*) during 48-hour flow-through exposure. Reporte no. R010450. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Mohamed, Fahim. 2004. Acute Human Self-Poisoning with the *N*-Phenylpyrazole Insecticide Fipronil –A GABAA-Gated Chloride Channel Blocker. *J Toxicol Clin Toxicol*. 42(7): 955–963.
- Moran, Dominic. 2007. HIV/AIDS in Russia: determinants of regional prevalence. *International Journal of Health Geographics*, 6:22
- Narahashi, T. 2007. Differential actions of insecticides on the target sites: basis for selective toxicity. *Hum Exp Toxicol*. 26(4):361-366.
- Ngim kk. 2001. Abiotic processes influencing fipronil and desethiofipronil in California, USA, rice fields. *Environ Toxicol Chem*. 20(5):972-977
- Oliver Dp. 2005. Sorption of pesticides in tropical and temperate soils from Australia and the Philippines. *J Agric Food Chem*. 53(16):6420-6425.
- Oliver, Lisa N et. al. 2007. Comparing circular and network buffers to examine the influence of land use on walking for leisure and errands. *International Journal of Health Geographics*, 6:41

- Pan-UK. Fipronil. Pesticides News 2000; n°. 48; 20-27. Documento disponible en <http://www.pan-uk.org/pestnews/actives/fipronil.htm>
- Pedersen, C.A. 1990. M&B46030 technical: 21 day acute oral LD50 study in Bobwhite Quail. Reporte no. R010437. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Pedersen, C.A. 1990. M&B46030 technical: 22-day acute dietary LC50 study in Bobwhite Quail . Reporte no. R010442. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Pedersen, C.A. et. al. 1992 M&B46030 technical: Toxicity and reproductive study in Bobwhite Quail. Reporte no. R010462. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Pedersen, C.A. et. al. 1993. M&B46513, 21-day acute oral LD50 study in Bobwhite Quail 1993. Reporte no. 10518. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Peña, Carlos E. et al. 2001. *Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental*. The University of Arizona.
- Putt, A. E. 2003. Fipronil – Acute toxicity to clams (*Corbicula fluminea*) under static-renewal conditios. Reporte no. 5000544. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Ratra, GS. 2001. Role of human GABA(A) receptor beta3 subunit in insecticida toxicity. *Toxicol Appl Pharmacol*. 172(3): 233-240.
- Ratra, G.S. 2002. Unique insecticide specificity of human homomeric rho 1 GABA(C) receptor. *Toxicol Lett*. 129(1-2):47-53
- Raveton, M. et al. Soil distribution of fipronil and its metabolites originating from a seed-coated formulation. *Chemosphere* 2007. 69(7):1129-9.
- Reyes, Hernández Humberto, et. al. 2006. “Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México, 1973-2000”, en *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, México: UNAM*, Núm. 59, pp. 26-42 (Documento digital disponible en: <http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/boletin/bol59/b59art2.pdf> (última consulta: 02/02/2009).
- Rogerson, Peter A. 2007. Case control study of the geographic variability of exposure to disinfectant byproducts and risk for rectal cancer. *International Journal of Health Geographics*, 6:18

- Rose, Randy L. 2006. Fipronil induces CYP isoforms and cytotoxicity in human hepatocytes. *Chemico-Biological Interactions*. 164(3):200-214.
- Ruiz Corral, José Ariel et. al. 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. INIFAP.
- Ruiz, Marilyn O. 2007. Association of West Nile virus illness and urban landscapes in Chicago and Detroit. *International Journal of Health Geographics*, 6:10
- Ryan, Larry. 1997. Creating a Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Image using MultiSpec. The GLOBE Program. University of New Hampshire.
- Satacana, N. (2001) *Análisis de la susceptibilidad del terreno a la formación de deslizamientos superficiales y grandes deslizamientos mediante el uso de SIG. Aplicación a la cuenca alta del río Lobregat*, Tesis Doctoral, Universidad politécnica de Cataluña
- Sharma K. 2007. Persistente and vertical distribution of termiticide fipronil in modified ground borrad test. *Environ Monit Assess*.
- Sheng G. 2001. Potencial contributios of smectite clays and organic matter to pesticides retention in soils. *J Agric Food Chem*. 49(6):2899-2907.
- Stroh, Emilie et. al. 2007. A study of spatial resolution in pollution exposure modeling *International Journal of Health Geographics*, 6:19
- Strong, Mark et. al. 2007. A method for modelling GP practice level deprivation scores using GIS. *International Journal of Health Geographics*, 6:38
- Suteau, P. 1991. MB45950 - Acute toxicity (96 hours) to rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*) under flow through test conditions. Reporte no. R010521. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Suarez, J. 1998. *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*, Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Colombia.
- Tamayo, Jorge. 1985. *Geografía moderna de México*. México: Trillas, 400 p, 9a ed.
- Thang, J. 2004. In Vitro metabolism of fipronil by human and rat cytochrome P450 and its interactions with testosterone and diazepam. *Chem Biol Interact*. 147(3):319-329.
- Tingle, C. C. D. 2000. Health and environmental effects of fipronil. Pesticide Action Network UK. Briefing Paper. Briefing A1 1 pp. 1-30.
- U.S Environmental Protection Agency. 1996. New Pesticide Fact Sheet. PB96-181516. EPA737-F-96-005. U.S. EPA Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. May 1996.

- U.S Environmental Protection Agency 2002 Total Maximum Daily Load (TMDL) for The Pesticide Fipronil in the Mermentau River Basin. US EPA Region 6.
- USGS. 2003. Fipronil and degradation products in the rice-producing areas of the Mermentau River Basin, Louisiana, Febrero-September 2000. USGS Fact Sheet FS-010-03. USA. Pp.6.
- Ward, G.S. 1991. M&B46030 – Acute toxicity to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, under flow through test conditions. Reporte no. R010445. Final Addendum to the Draft Assessment Report (DAR). Vol. 3.
- Weil, Roy R. et. al. 2002. *The nature of properties of Soils*. USA. Ed. Prentice Hall.
- Wheeler, David C. 2007. A comparison of spatial clustering and cluster detection techniques for childhood leukemia incidence in Ohio, 1996 – 2003. *International Journal of Health Geographics*, 6:13
- Wilches-Chaux, Gustavo. Compilador: Andrew Maskrey 1993. La vulnerabilidad global. En: *Los Desastres No Son Naturales*. Ed. LA RED. pp. 140
- Wood, Alan. 2006. Compendium of Pesticide Common Names. Disponible en: <http://www.alanwood.net/pesticides/index.html>
- Ying, GG. 2006. Persistence and movement of fipronil termiticide with under-slab and trenching treatments. *Environ Toxicol Chem.* 25(8):2045-2050.
- Yuan, Fei et. al. 2006. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment* XX (2006).
- Zhao, Xilong. 2005. Sulfone Metabolite of Fipronil Blocks γ -Aminobutyric Acid- and Glutamate-Activated Chloride Channels in Mammalian and Insect Neurons. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 314:1(No.1); 363-373.