



El Colegio de la Frontera Sur

Determinación de plaguicidas en muestras de suelo y
productos alimenticios de huertos familiares en la zona
Ríos de Tabasco

TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural
Con orientación en Biotecnología Ambiental

Por

Pedro Antonio Santiago Montejo

2016



El Colegio de la Frontera Sur

Villahermosa, Tabasco, 29 de junio de 2016.

Las personas abajo firmantes, integrantes del jurado examinador de:

Pedro Antonio Santiago Montejo

hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada:

“Determinación de plaguicidas en muestras de suelo y productos alimenticios de huertos familiares en la zona Ríos de Tabasco”

para obtener el grado de **Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural**.

	Nombre	Firma
Director	Dr. Johannes Cornelis van der Wal	_____
Asesor	Dr. Regino Gómez Álvarez	_____
Asesor	M. en C. Ricardo Alberto Castro Chan	_____
Sinodal adicional	Dra. Teresa Álvarez Legorreta	_____
Sinodal adicional	Dr. Arturo Torres Dosal	_____
Sinodal suplente	Dra. Elda Miriam Aldasoro Maya	_____

Dedicatoria

Por quienes estoy aquí, mis padres: Joaquina y Pedro

A los que de la mano andamos por el tiempo,
mis hermano, Kristell y Julio.

Mi dulce Hannia, pedacito de cielo que sin
saberlo da alegría a nuestras vidas.

Agradecimientos

A El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), por sus excelentes investigadores, la oportunidad de realizar un posgrado, así como la disponibilidad de las instalaciones que permitieron la elaboración de este trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado la beca con número de cvu 492549.

Al jefe de esta expedición por el conocimiento llamada tesis, mi tutor, el Dr. Hans van der Wal. Por su apoyo a lo largo de este trabajo, sus comentarios tan certeros y objetivos lograron que se concluyera. A mi comité tutelar, el Dr. Regino Gómez y el M. en C. Ricardo Castro por su guía durante mi formación. Yadira y Chrystian, siempre tan dispuestas a ayudar y resolver las dudas administrativas, ¡gracias!

Por abrirme las puertas del laboratorio en la unidad de Chetumal, donde se llevaron a cabo los análisis por cromatografía de gases, a la Dra. Teresa Álvarez, su paciencia y su guía lograron que las pruebas se realizaran con éxito. A la Ing. Adriana Zavala y al Técnico de laboratorio Alejandro Ortiz por compartir conmigo su experiencia, las instalaciones y material del laboratorio institucional de Química. A los amig@s que hice en mis días por la ciudad de Chetumal; Paulina, Karla, Penelope, Cristian y la tan siempre simpática doña Tere del comedor.

A mis amig@s de agroecología, Alejandro, Javier, Andrea y Tere, por los tantos momentos compartidos y hacer más llevadera la realización de este trabajo.

Siempre es un reto trabajar con un grupo multidisciplinario, gracias a mis compañer@s de generación Gisella, Martha, Erika, Michi, Mayra, Juan David, Javier Pech, Jero y Carlos por formar parte en esta etapa de mi vida. Mi estancia en Tapachula se hizo más amena gracias a los compañeros de especialidad, Aurora, Carolina, Flor y el Fer, en verdad muchas gracias por los tantos momentos compartidos dentro y fuera de Ecosur. A los ecosureños que en el camino me fui encontrando, Alejandrita, Paco, Grecia, Mariana, Laura, gracias por dejarme ser parte de sus vidas.

Un agradecimiento especial a los productores, a la gente de las comunidades por sus tantas atenciones y quienes cordialmente participaron en las encuestas donde se generó tanta información.

Todo lo que soy se lo debo a mi familia, gracias a mis padres, Joaquina y Pedro por apoyarme siempre tan incondicionalmente y alentarme a su manera. A mis hermanos, Kristell y Julio por compartir tantos momentos, tantas risas. En especial, mi hija Hannia, gracias por recordarme que la imaginación no tiene límites, espero algún día llegar a ser inspiración para ti.

Tabla de contenido

Resumen	1
Capítulo I	2
1. Introducción	2
1.1 Historial del uso de plaguicidas.....	5
1.2 Impactos en el ambiente	6
1.3 Impactos en la salud humana	8
1.4 Impactos en los sistemas de producción	11
1.5 Uso de plaguicidas en sistemas tradicionales.....	11
1.6 Hipótesis	13
1.7 Objetivos	13
1.7.1 Objetivo general.....	13
1.7.2 Objetivos específicos	13
Capítulo II	15
2. Artículo sometido a la revista Ecosistemas y Recursos Agropecuarios	15
Capítulo III	42
3. Conclusiones	42
Literatura citada.....	43
Anexos	50

Resumen

Actualmente el uso de plaguicidas en Tabasco se lleva a cabo con escaso monitoreo, en zonas rurales su mayor uso es en campos agrícolas y ganaderos. La aplicación de plaguicidas en estos sistemas de producción, puede afectar el área circundante y llegar a sistemas de producción de menor escala como los huertos familiares. Estos pequeños sistemas son de gran importancia para la población rural, ya que ellos se valen en gran medida de estos sistemas para obtener productos destinados al autoconsumo, el trueque, regalo o la comercialización.

En este trabajo se evaluó si el uso de plaguicidas en los sistemas agropecuarios, se relaciona con el uso de los mismos en los huertos familiares, en tres paisajes productivos en la región de los Ríos en Tabasco, México. Se aplicaron encuestas a los jefes de familia, 28 en laderas de montaña (LM), 29 en lomeríos (L) y 30 en la planicie fluvial (PF). Se obtuvieron datos cuantitativos de las concentraciones de plaguicidas organoclorados en cinco muestras compuestas de suelos y limones provenientes de huertos en cada paisaje productivo, a partir de análisis por cromatografía de gases. El 92% de los productores aplican productos utilizados en potreros y cultivos agrícolas en su huerto familiar. Cada familia aplicó anualmente 43.3 kg de ingrediente activo (I.A.) de herbicidas en PF, 35.6 en L y 11.9 en LM. También se aplicaron 14.6 kg I.A. de insecticidas en PF, 3.7 en L y 3.1 en LM. La suma media de las concentraciones de los organoclorados en suelos de huertos fue 252 ng/g en PF, 840 en L y 148 en LM; en frutas 190 ng/g en L, 137 en LM y 221 en PF. El uso de plaguicidas en común en los tres paisajes productivos evaluados y en los huertos inmersos en ellos.

Palabras clave: cromatografía de gases, zonas geomorfológicas, *Citrus limon*, organoclorados, agroecosistema.

Capítulo I

1. Introducción

El uso de plaguicidas sintéticos a gran escala inició en los años 30 del siglo pasado, primordialmente para evitar enfermedades como la malaria (Philbert et al. 2014). Posterior a la Segunda Guerra Mundial, se incrementó fuertemente su uso en la agricultura industrial, en la cual se han reemplazado los procesos naturales por la aplicación de insumos externos (Perfecto et al. 2009). En los años sesenta el incremento en su utilización fue del 11% anual, y entre 1970 y 1980 del 7.6% (OIT 1994). Para la década de los 90's se calculó un consumo de 3 millones de toneladas a nivel mundial, de las cuales el 19% se utilizó en áreas rurales en países en vías de desarrollo (FAO 1997). Los compuestos más utilizados son actualmente los organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretrinas (Ramirez y Lacasaña, 2001). Los principales usos son para el control de plagas y enfermedades (Pérez Vázquez y Landeros Sánchez 2009).

El libro "Silent Spring" (Carson 1962) documentó por primera vez los efectos negativos de los plaguicidas en el ambiente y los posibles efectos en la salud humana. Actualmente se sabe que el uso de plaguicidas afecta las condiciones ecológicas de manera directa (suelo, aire, agua, flora, fauna) (FAO 1997; Wilson y Tisdell 2000). Así como, de forma residual a través de las escorrentías por lluvias que, contaminan las aguas superficiales (Romero Torres et al. 2009), o por la infiltración en el suelo que, genera bioacumulación y pueden incluso contaminar las aguas subterráneas (FAO 1997; Pérez Espejo y Aguilar Ibarra 2012).

Este conocimiento ha dado pie al establecimiento de normas en legislaciones internacionales y nacionales sobre el uso de agroquímicos y las concentraciones permitidas. En Estados Unidos la reglamentación al respecto se encuentra en el Environmental Protection Agency (EPA), en Europa en el Reglamento (CE) 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo y en México en normas mexicanas como la NOM-232-SSA1-2009 (DOF 2009).

Si bien existe preocupación en los ámbitos ambientales y de salud, en la actualidad se desconoce en gran medida las concentraciones de compuestos plaguicidas sintéticos en productos comestibles, frutas y vegetales, y en los suelos agrícolas, las investigaciones al respecto son escasas, particularmente en países en vías de desarrollo (Albert Palacios 2005). En México, la información sobre el impacto ambiental y a la salud de los seres humanos ocasionados por estos productos, es insuficiente (Albert Palacios 2005; Romero Torres et al. 2009). El estado de Tabasco en particular, se encuentra entre los 11 estados con mayor utilización de plaguicidas. No se monitorea rigurosamente el uso de estos en las actividades agropecuarias y forestales (Caballero 2001; Albert Palacios 2005).

Es probable que el uso de los plaguicidas en los principales usos de la tierra (agrícola y pecuario) se haya expandido hacia sistemas de producción que se realizan a menor escala (INEGI 2007). Programas gubernamentales como el Plan Balcan-Tenosique (Tudela 1989) en el pasado, o PROCAMPO y otros programas en la actualidad, frecuentemente ponen a disposición de la población rural insumos externos (INEGI 2007). Por ello y otros factores relacionados con su disponibilidad y la comodidad de su aplicación, es factible que los utilicen en sistemas de producción a pequeña escala, como los huertos familiares (Ospina 2007).

Los huertos familiares son agro-ecosistemas multi-diversos, que brindan productos alimenticios y de otros usos (maderable, medicinal, ornamental), y que rodean e incluyen las casas de familias rurales (van der Wal et al., 2013). En ellos se realizan un sinnúmero de actividades de la vida cotidiana (juego de niños, reuniones, lavar ropa, criar animales, cortar leña, etc.) (van der Wal et al. 2011; Mariaca Méndez 2012; Juan Pérez 2013). Su productividad se basa en el manejo, sin embargo, por sus características de sistema tradicional, también se basa en mantener la funcionalidad de los procesos naturales, como el reciclaje de nutrientes, la descomposición de materia orgánica, y el control natural de plagas y enfermedades (Torquebieau 2000; Perfecto et al. 2009).

Esta tesis tiene como objeto de estudio las prácticas de uso de los plaguicidas en los principales usos de la tierra en la región de Los Ríos, Tabasco. Se realizó en tres mosaicos agrícolas-ganaderos-naturales, en los que se combinan sistemas de producción agropecuarias de distintas intensidades de manejo. Se analizó la relación entre las intensidades de aplicación y las prácticas de uso de plaguicidas en parcelas agrícolas y ganaderas y las concentraciones de dichos productos en los huertos familiares. Para ello, se determinaron las concentraciones de plaguicidas en los suelos y en frutas de 87 huertos.

Los resultados permiten establecer qué tan sanos son los huertos como espacios de actividades cotidianas y como sistemas de producción de alimentos. Por último se sugiere analizar la posibilidad de comercializar los productos del huerto familiar a través de algún tipo de certificación participativa, y de esta manera propiciar la conservación de la agrobiodiversidad en los mismos (Gutiérrez, Morales y Limón, 2013).

1.1 Historial del uso de plaguicidas

El uso de los plaguicidas sintéticos a nivel mundial inicia a principios del siglo XIX, y se pueden distinguir tres fases en su desarrollo histórico (González 2004). La primera es el descubrimiento de la acción plaguicida de algunos compuestos químicos, como el azufre y el sulfato de cobre. La segunda fase inicia cuando en Holanda se introduce el uso de los aceites insecticidas. La tercera inicia con el descubrimiento de las propiedades insecticidas del Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) y de plaguicidas más avanzados (Pitarch Arquimbau 2001; Madeley 2003). A finales del siglo XX, la producción mundial de plaguicidas se estimaba en 3 millones de toneladas, más del 80% de las cuales fueron empleadas en Europa y Estados Unidos (OMS 1990; Albert Palacios 2001).

En México se han usado plaguicidas agrícolas desde fines del Siglo XIX (Albert Palacios 2005). La aplicación intensiva de plaguicidas sintéticos se inició en 1948, con la introducción del DDT, usado principalmente para el combate del paludismo (Albert Palacios 2001). Posteriormente se incorporaron al mercado diversos tipos de plaguicidas, acción que estuvo relacionada con la Revolución Verde donde México fue uno de los primeros países latinoamericanos en adoptarla (Albert Palacios 2005). Actualmente el 85% de la población dedicada a las actividades agropecuarias y forestales a nivel mundial utiliza plaguicidas sintéticos (INEGI 2007).

Entre las primeras publicaciones sobre las consecuencias de la aplicación de los plaguicidas se encuentra el libro *Silent Spring*, escrito por Rachel Carson en 1962. El libro hace un llamado a tomar medidas ante el uso de plaguicidas, ya que la contaminación que ocasiona no solo es un problema a corto plazo. En 1978, las observaciones de Carson fueron confirmados por Van den Bosch, en su libro *The Pesticide Conspiracy* al documentar las consecuencias del uso indiscriminado de plaguicidas (van den Bosch 1978). Tales consecuencias pueden catalogarse como impactos en el ambiente, la salud humana y los sistemas de producción agropecuarios; a continuación se detalla cada uno de ellos.

1.2 Impactos en el ambiente

Los plaguicidas son tóxicos ya que son elaborados para matar a organismos (Georgina Calva y del Rocío Torres 1998; Ramírez Milla y Santos Sánchez 2009). Frecuentemente son de amplio espectro, es decir, llegan a impactar a más de una especie (Georgina Calva y del Rocío Torres 1998). Son en su mayoría compuestos orgánicos liposolubles, por lo cual se pueden alojar en el tejido adiposo de los organismos y provocar bioacumulación y biomagnificación de los residuos persistentes (Waliszewski et al. 2003; Waliszewski et al. 2012). De esta manera pueden llegar a los niveles superiores de las cadenas tróficas, y eventualmente, a los seres humanos (Carson 1962; van den Bosch 1989).

La mayoría de los plaguicidas, sobre todo los organoclorados, presentan una gran estabilidad química, razón por la cual no se degradan fácilmente al ser expuestos al agua, la luz, el calor, o los microorganismos (Daba et al. 2011). Sin embargo, como cualquier compuesto pasan por procesos de degradación y transformación (total o parcial) que conducen a la formación de nuevos productos (metabolitos) que pueden ser más o menos persistentes y tóxicos que los compuestos originales (FAO, 1997; Hernandez y Hansen, 2011). Tal es el caso del DDT que se degrada en Diclorodifenildicloroetileno (DDE) y Diclorodifenildicloroetano (DDD) dependiendo de las condiciones físicas, o de los microorganismos que actúen en su descomposición (Castellanos Rozo y Rache Cardenal 2013). Por la vía anaerobia, algunas bacterias como *Dehalococcoides* y *Dehalobacter*, llevan a cabo reacciones de descloración reductiva para producir el DDD, de forma similar, el DDE se obtiene por la deshidrocloración del DDT (Barragán-Huerta et al. 2007; Castellanos Rozo y Rache Cardenal 2013).

Los plaguicidas alteran los controles naturales y favorecen el desarrollo de las plagas mediante el desarrollo de resistencias y al favorecer el brote y la predominancia de una o más especies (Perfecto et al. 2009). Ligado a lo anterior, los agricultores se vuelven dependientes de estos insumos externos involucrándolos en una situación donde cada vez se requiere mayor cantidad de producto (Perfecto et al. 2009). En este contexto se

hace referencia al concepto de “*treadmill* de plaguicidas”, que combina 3 consecuencias generales simultáneas: el resurgimiento de plagas por eliminar los controles naturales; resistencia a los plaguicidas por medio de la adaptación de los organismos; y el brote de plagas secundarias que hasta entonces se mantenían latentes (Nicholls Estrada y Altieri 2009).

Los plaguicidas persistentes causan daños a largo plazo (contaminación crónica), al aumentar su concentración en el ambiente con las sucesivas aplicaciones (Romero Torres et al. 2009; Pérez Espejo y Aguilar Ibarra 2012). Por ello, las cantidades que se acumulan son considerables, por ejemplo, un estudio realizado en Cárdenas, Tabasco, señala que los ingenios azucareros de este municipio, utilizan alrededor de 48.5 toneladas de plaguicidas anuales en 25,000 hectáreas de caña de azúcar, equivalentes a 2.4 kg/ha en el ingenio Benito Juárez y 1.2 kg/ha en el ingenio Santa Rosalía. En ellos, se aplican 17 tipos de plaguicidas de las familias químicas de organofosforados, carbamatos, piretroides, imidas, indandiona (Hernández Acosta et al. 2013). Asimismo, los plaguicidas persistentes pueden ser movilizados mediante distintas vías, como las escorrentías de lluvias, la filtración a los acuíferos, a través de los ríos y por el aire, así llegan a lugares alejados del lugar de su aplicación (FAO 1997; Pérez Espejo y Aguilar Ibarra 2012). Aunado a esto, la población que se dedica a las actividades agrícolas utiliza una gran variedad de plaguicidas, que pueden llegar a contaminar diversos recursos, no solamente en las áreas de cultivo, sino también al área circundante (Wilson y Tisdell 2000). Las descargas de agroquímicos afectan a los sistemas lagunares, de drenes y riego, a través de las escorrentías superficiales de la lluvia (García Gutiérrez y Rodríguez Meza 2012).

Lo anterior ha inducido la búsqueda de alternativas al uso de compuestos químicos sintéticos, con el fin de discontinuar estos productos y evitar su uso (Alatorre Rosas et al. 2004). En este sentido se ha recurrido a procedimientos ecológicos como el Manejo Integrado de Plagas (MIP), el cual busca que a través de métodos culturales y biológicos se prevengan y controlen las plagas (Pohlan et al. 2005). En el MIP se combina el Manejo Ecológico de Plagas, la Agroecología, el Manejo Integrado de Biodiversidad, y otras prácticas. Estas prácticas fomentan los procesos naturales que

regulan los ecosistemas, y consideran a todo el sistema en que inciden como una unidad (Altieri y Rosset 2004; Barrera 2007). Por otra parte, la agricultura orgánica es una alternativa de producción libre de insumos externos, como los plaguicidas y fertilizantes, aunque más allá de evitar su uso, es una práctica que se basa en cuatro principios generales: salud, equidad, ecología y precaución (IFOAM 2005). Tales principios involucran aspectos éticos, sociales, ambientales y de desarrollo, que tienen que ver con cómo la población interactúa con los recursos naturales y sus semejantes (Journeau et al. 2013). Así, la agricultura orgánica puede lograr un equilibrio con el medio ambiente, a través de la reutilización de lo que en el sistema se genera, promoviendo la fertilidad del suelo, la actividad biológica, y la biodiversidad (Andersen y Pazderka 2003). Aunado a estos beneficios, la agricultura orgánica también puede proveer ingresos económicos más altos, mediante algún tipo de certificación orgánica (Gutiérrez Pérez et al. 2013).

1.3 Impactos en la salud humana

La exposición a los distintos tipos de plaguicidas puede provocar dos tipos de intoxicación, crónicas (sus síntomas se presentan a largo plazo) y agudas (se observan los síntomas minutos u horas después de la exposición) (Karam et al. 2004; Uzcátegui et al. 2011).

Los plaguicidas persistentes tienen mayor probabilidad de interactuar con los distintos componentes de los ecosistemas (FAO 1997; Daba et al. 2011; Kofi Bempah y Kwame Donkor 2011). El uso de estas sustancias puede provocar intoxicaciones agudas (IAP) o intoxicaciones crónicas (Hernández González et al. 2007), ya sea de forma directa o residual a través de la contaminación del medio ambiente (FAO 1997). Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (2000), cada año entre 200,000 y 250,000 personas se intoxican con plaguicidas, principalmente personas dedicadas a las actividades agrícolas y ganaderas. La principal fuente de exposición a los compuestos persistentes es la ingesta de alimentos contaminados (Dhananjayan et al. 2012), y la mortandad a causa de estos envenenamientos, también es considerable (OMS 1990).

En Tabasco, un estudio de contaminación por plaguicidas organoclorados, encontró amplia presencia de este producto en muestras de tejido adiposo de seres humanos. Se detectaron cuatro plaguicidas - *p,p'*DDE, *p,p'*-DDT, *o,p'*-DDT, y β -HCH - en el 100%, 96.7%, 78.7% y 58% de las muestras. Las concentraciones medias fueron: 1.043 mg/kg, 0.116 mg/kg, 0.022 mg/kg y 0.049 mg/kg respectivamente (Waliszewski et al. 2012). Las mayores concentraciones se encontraron en mujeres, lo cual debe ser atendido, ya que los contaminantes liposolubles pueden afectar la vida humana desde su origen, a través de la placenta y la leche materna contaminada (Georgina Calva y del Rocío Torres 1998). Ese mismo año Torres-Dosal et al. (2012) evaluaron los niveles de *p,p'*DDE y *p,p'*-DDT en muestras de sangre de humanos, donde se encontraron valores medios de 4.3 mg/kg para *p,p'*DDE y 0.6 mg/kg para *p,p'*-DDT. Los datos de evaluación de plaguicidas de los dos estudios indican una exposición en años pasados, debido a que se encontró mayor concentración del DDE, compuesto de la degradación del DDT.

Los plaguicidas organofosforados, carbamatos y piretrinas son menos persistentes que los organoclorados. Sin embargo presentan una alta toxicidad para los humanos en periodos cortos de tiempos (contaminación aguda) (Huerta y Delgado Cobos 2000). Inhabilitan la Acetilcolinesterasa, enzima encargada de degradar la acetilcolina, lo que provoca alta concentración de esta proteína y ocasiona convulsiones, calambres, hipertensión, vómitos, entre otros síntomas (Fernández et al., 2010).

Debido a la preocupación mundial por los daños a la salud ocasionados por compuestos tóxicos persistentes como los plaguicidas, se cuenta actualmente con normas y leyes que regulan o prohíben el uso de agroquímicos (Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas por la FAO 2006, NOM-232-SSA1-2009 norma mexicana del 2009 para plaguicidas de uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico). No obstante, en un estudio sobre las IAP en el estado de México, se encontró que la salud de trabajadores agrícolas se ve afectada por estas intoxicaciones en áreas rurales. La vía más frecuente de exposición, de los casos estudiados, es la respiratoria (Hernández González et al. 2007). De acuerdo con este estudio las intoxicaciones agudas por

plaguicidas (IAP) se presentan, entre otros factores, por la falta de información sobre el uso adecuado de plaguicidas.

Los plaguicidas además de utilizarse en cultivos comerciales como los monocultivos, también son empleados en sistemas agroforestales de menor escala en los cuales se busca diversificar y optimizar la producción (Bernardino Hernández et al. 2013). Además de la falta de capacitación o de ausencia de información sobre el manejo de plaguicidas, intervienen factores externos, como la subordinación a un mercado mayor, y la dependencia de la agricultura convencional intensiva de una gran parte de la población rural. Lo que obliga a los productores a cumplir con lo que dicta el mercado nacional, como grandes cantidades de producción y obtención de productos en menos tiempo (Rosset 2003; Barrera 2007). Por ejemplo, en los Altos de Morelos los campesinos utilizan plaguicidas y agroquímicos, para obtener mayor volumen de cosecha y poder acceder a mercados nacionales (Sánchez y Betanzos, 2006). Barrera (2007) señala que las plagas se encuentran entre los factores limitantes de la productividad en los sistemas agroforestales y pecuarios.

En Oaxaca, Ramírez (2009), encontró tres plaguicidas (malatión, alfa-endosulfán y metamidofos) en muestras de tres especies vegetales (calabacita, tomate verde y jitomate saladette). Los residuos excedían los límites máximos (LMR) de acuerdo con la norma oficial por la comisión europea (CE) N° 396/2005. Es necesario realizar acciones de monitoreo sobre el contenido de plaguicidas en alimentos que se producen en zonas rurales, ya que es común que la población consuma alimentos de la zona, sea por la venta, autoconsumo o intercambio (van der Wal et al. 2012).

Aunque en el país son escasos los trabajos de investigación sobre residuos de plaguicidas en frutas y vegetales, recientemente se ha encontrado que los productores de frutas y hortalizas consideran importante el uso de plaguicidas por dos razones principales. Por un lado, los beneficios tecnológicos que estos productores perciben y por otro el valor económico que significa su uso (Madeley 2003; Bernardino Hernández et al. 2013). Sin embargo, los productores no tienen suficiente conocimiento sobre los riesgos y el manejo adecuado de plaguicidas, lo que promueve conductas que

favorecen situaciones de peligro por intoxicación hacia su salud, la de su familia y la de la población rural en general (Bernardino Hernández et al. 2013).

1.4 Impactos en los sistemas de producción

En el actual sistema de producción de monocultivos la biodiversidad ha sido fuertemente afectada (World Agroforestry Centre 2014), ya que la transición y el establecimiento de monocultivos, implica el abandono de variedades locales de cultivo agrícolas. Este proceso ha generado que se pierdan características ligadas a la asociación de cultivos y a sistemas agrodiversos, como la resistencia a enfermedades o el control de plagas por enemigos naturales (Perfecto et al., 2010). Así es como se ha aumentado la necesidad de usar plaguicidas y disminuido el manejo ecológico de sistemas agroforestales, aunado a periodos prolongados de barbecho con el fin de producir en una misma área. Tales acciones pueden llevar a la pérdida de fertilidad del suelo, por la interrupción de los ciclos microbianos, la disminución de insectos benéficos y la pérdida de biodiversidad asociada (Nicholls Estrada y Altieri 2009).

1.5 Uso de plaguicidas en sistemas tradicionales.

El estudio del uso de plaguicidas en sistemas agroforestales es todavía un área de oportunidad, particularmente en los huertos familiares. El manejo de huertos puede estar acoplado con actividades que se realizan en otros sistemas de producción de mayor escala, como los del sector agropecuario (cultivos de temporal, ganadería, plantaciones) (Ruiz Suárez et al. 2009; van der Wal et al. 2013). Por ello el huerto familiar y sus habitantes se pueden ver afectados por la reproducción de las prácticas realizadas en los sistemas de producción agropecuarios, como la utilización de fertilizantes, plaguicidas o demás compuestos sintéticos orgánicos e inorgánicos (INEGI 2007; Romero Torres et al. 2009).

En Tabasco, se han encontrado altas concentraciones de plaguicidas en suelo en huertos familiares (van der Wal, Huerta y Torres, 2011). Esto puede afectar la salud de las personas que realizan sus actividades cotidianas en este espacio, particularmente las mujeres y los niños. Además de perturbar el funcionamiento ecológico del sistema

de producción al incidir sobre la fauna (FAO 1997). Al considerar que en áreas rurales la población se sustenta en parte de sus huertos familiares, ya sea por el autoconsumo, la comercialización o el intercambio de los productos generados (Mariaca Méndez 2012), la disminución de la calidad de los productos y el funcionamiento ecológico del sistema, puede afectar el potencial de contribución de los huertos a las estrategias económicas familiares.

Los huertos familiares en Tabasco representan un gran potencial para las familias que allí habitan, desde el punto de vista ecológico (conservación de biodiversidad, reservorio de especies vegetales, etc.), como también la provisión de elementos que ayudan en las economías familiares (Juan Pérez 2013). Esto se debe a que son los agroecosistemas más frecuentes (Hart 1985), se calcula alrededor de 340,00 unidades en una extensión de 50,000 hectáreas, 1.5% del territorio de Tabasco (van der Wal et al. 2012).

Los huertos familiares pueden verse afectados por los sistemas de producción de mayor escala que se encuentran a su alrededor, así como los huertos pueden incidir sobre su entorno (Mariaca Méndez 2012; Bernardino Hernández et al. 2013; van der Wal et al. 2013). En promedio producen aproximadamente 1.3 toneladas por huerto familiar por año (van der Wal y Bongers 2012). El 30% de esta producción es consumida por la población que radica en las zonas rurales, por lo que es posible la exposición considerable a plaguicidas, los cuales afectan al medio ambiente, al sistema de producción, y a la calidad de los productos (Rosset 2003). Por ello es necesario determinar la presencia y las concentraciones de estos compuestos, tanto en suelos como en productos alimenticios provenientes de huertos familiares. La información que se genere será un primer paso para el monitoreo de contaminación por plaguicidas en poblaciones rurales, ya que en el estado de Tabasco no se realiza actualmente un seguimiento sobre el uso de estos compuestos en los espacios inmediatos de las viviendas en zonas rurales. Esta investigación contribuye al conocimiento de las concentraciones de plaguicidas, contenidos en suelos y en la producción frutal de limón en los huertos familiares, donde se utiliza este sistema de producción como medio de sustento y de comercialización.

Adicionalmente, la información servirá de base para idear un tipo de certificación orgánica, como la certificación participativa, la cual consiste en un proceso colectivo entre productores y consumidores, generados a pequeña escala, basado en relaciones de confianza y que promueven los compromisos de salud, ecología y equidad (Red Mexicana de Tianguis y Mercados Organicos 2012). La producción orgánica, propiciaría la disminución en el consumo de productos sintéticos externos, como los plaguicidas, así como los impactos sobre la salud de los humanos y del agroecosistema.

1.6 Hipótesis

A mayor uso de plaguicidas en los sistemas de producción agropecuario es mayor el uso en huertos familiares de la región de Los Ríos.

La concentración de plaguicidas en suelos y limones (*Citrus limon*) de huertos familiares en la región de los Ríos, Tabasco, se correlaciona con las prácticas de uso de plaguicidas en los sistemas de producción agropecuarios.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar si el uso de plaguicidas en la producción agropecuaria en comunidades rurales de la región de los Ríos, Tabasco se relaciona con el uso de los mismos en huertos familiares.

1.7.2 Objetivos específicos

Analizar las prácticas de uso de plaguicidas en tres paisajes productivos en la región de los Ríos, Tabasco.

Determinar la concentración de plaguicidas en suelos y limones (*Citrus limon*) de huertos familiares.

Determinar si hay correlación del uso de plaguicidas entre parcelas de uso agropecuario y los huertos familiares.

Determinar si existe una relación entre el uso de plaguicidas en los usos de la tierra y las concentraciones de plaguicidas órgano-clorados en suelos y limones de huertos familiares.

Capítulo II

2. Artículo sometido a la revista Ecosistemas y Recursos Agropecuarios

2
3 **DIAGNOSTICO DEL USO DE PLAGUICIDAS EN HUERTOS FAMILIARES EN LOS RÍOS, TABASCO,**
4 **MÉXICO**

5
6 **DIAGNOSIS OF PESTICIDES USE IN HOME GARDENS IN LOS RÍOS, TABASCO, MÉXICO**

7
8 Autores: Pedro Antonio Santiago-Montejo¹, Hans van der Wal^{2*}, Teresa Álvarez-Legorreta³, Regino
9 Gómez-Álvarez⁴, Ricardo Castro-Chan⁵.

10
11 Adscripciones:

12 ¹ Maestría en Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur. Carretera a
13 Reforma Km. 15.5 s/n. Ra. Guineo Segunda Sección. CP 86280 Villahermosa, Tabasco, México.

14 ²Grupo Académico de Agroecología. El Colegio de la Frontera Sur. Carretera a Reforma Km. 15.5 s/n. Ra.
15 Guineo Segunda Sección. CP 86280, Villahermosa, Tabasco, México. Tel. (52)9933136110 Ext. 3101.
16 Correo electrónico: hvanderwal@ecosur.mx; Correo alterno: hansvanderwal@hotmail.com (autor de
17 correspondencia).

18 ³Grupo Académico de Biotecnología Ambiental. El Colegio de la Frontera Sur. Av. del Centenario Km. 5.5.
19 C.P. 77900, Chetumal, Quintana Roo, México.

20 ⁴Grupo Académico de Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras. El Colegio de la Frontera Sur.
21 Carretera a Reforma Km. 15.5 s/n. Ra. Guineo Segunda Sección. CP 86280, Villahermosa, Tabasco,
22 México.

23 ⁵Grupo Académico de Biotecnología Ambiental. El Colegio de la Frontera Sur. Carretera Antiguo
24 Aeropuerto Km. 2.5, Centro, C.P. 30700, Tapachula de Córdova y Ordoñez, Chiapas.

25 **RESUMEN.** Se analizó la relación entre el uso de plaguicidas en tres paisajes productivos con su uso en
26 los huertos familiares inmersos en ellos en la región de Los Ríos, Tabasco, México, y se determinó las
27 concentraciones de organoclorados en suelos y limones de los huertos. Se entrevistaron a 30 jefes de
28 familia en los paisajes productivos de la planicie fluvial (PF), 29 en lomeríos (L) y 28 en laderas de montaña
29 (LM). Mediante cromatografía de gases se determinaron las concentraciones de organoclorados en
30 muestras compuestas de suelos y de limones de cinco huertos por paisaje. En los tres paisajes, más de
31 86% de los productores utilizan herbicidas y más de 96% insecticidas. El 92% aplica productos utilizados
32 en el paisaje productivo también en el huerto familiar. El ingrediente activo (I.A.) herbicida más aplicado es
33 el 2,4-D, seguido por glifosato y cipermetrina. Clorpirifos etil y paratión metílico son los I.A. insecticidas más
34 aplicados. Cada familia utilizó anualmente 41.5 kg I.A. de herbicidas en PF, 38.4 en L y 11.8 en LM; y 12.5
35 kg I.A. de insecticidas en PF, 3.7 en L y 3.1 en LM. Las concentraciones de organoclorados en suelos y
36 limones de huertos fueron altamente variables y no había diferencias significativas entre los paisajes. Las
37 concentraciones de organoclorados por encima de límites internacionales establecidas en parte de las
38 muestras de suelo y fruta indican que es deseable realizar acciones de saneamiento en los huertos
39 familiares, independientemente del paisaje productivo.

40 Palabras clave: paisaje productivo, insecticidas, herbicidas, cromatografía de gases, organoclorados, *Citrus*
41 *limon*

42
43 **ABSTRACT.** We analysed the relation between the use of pesticides in three productive landscapes and
44 their use in the homegardens embedded in them in the Los Ríos region in Tabasco, México, and
45 determined the concentrations of organochlorates in soils and lemons from the homegardens. We
46 interviewed 30 family heads in the fluvial plains (PF), 29 in the small hills (L) and 28 in the mountain slopes
47 (LM) productive landscapes. We used gas chromatography to determine the concentrations of
48 organochlorates in composed samples of soils and of lemons from five homegardens in each landscape. In

49 the three landscapes more than 85% of the farmers use herbicides and more than 95% insecticides.
50 Ninety-two percent applies products used in the productive landscape also in the homegarden. The most
51 used active ingredient (A.I.) of herbicides is 2,4-D, followed by glifosate and cipermetrin. Clorpirifos etil and
52 paratión metil are the most used A.I. of insecticides. Yearly each family used 41.5 kg A.I. of herbicides in
53 PF, 38.4 in L and 11.8 in LM; and 12.5 kg I.A. of insecticides in PF, 3.7 in L and 3.1 in LM. Concentrations
54 of organochlorates in soils and lemons from homegardens were highly variable and there were no
55 significant differences between landscapes. The high concentrations of organochlorates above
56 internationally established thresholds in a part of the samples of soils and fruits indicates the desirability of
57 sanitation measures in homegardens, independently of the productive landscape.

58 Key words: productive landscape, insecticides, herbicides, gas chromatography, organochlorides, *Citrus*
59 *limon*

60

61 **INTRODUCCIÓN**

62

63 El uso de plaguicidas sintéticos se inició a gran escala a principio de los años 30 del siglo XX y se siguió
64 incrementando hasta la fecha. Esta práctica reemplazó los procesos naturales y prácticas de manejo en el
65 control de plagas, la manutención de la fertilidad de los suelos y de control de arvenses mediante prácticas
66 mecánicas (Perfecto et al. 2009). Ocurrió en la agricultura industrial y también en la agricultura familiar.
67 Además de modificar el funcionamiento de los agroecosistemas (FAO 1997), el uso de plaguicidas
68 sintéticos altera los ecosistemas naturales (Tournebize et al. 2013) y afecta la inocuidad de los alimentos
69 obtenidos en los espacios rurales.

70 Poco se conoce sobre el uso de plaguicidas en huertos familiares. Estos son sistemas agroforestales multi-
71 estrato y diversos, en los cuales familias rurales combinan el cultivo de árboles, arbustos y herbáceas con
72 la cría de animales en el espacio alrededor de sus casas, con la finalidad de generar bienes (Fernández y

73 Nair 1986). Además de producir alimentos, madera, leña y medicina, los huertos proveen áreas de trabajo
74 para hombres y mujeres, espacios de recreación, y sirven como reservorio de agrobiodiversidad, tanto la
75 planeada (cultivada) como la asociada, que facilita procesos ecológicos y productivos (control de plagas,
76 reciclaje de nutrientes, etc.) (Mariaca-Méndez 2012).

77 El conocimiento sobre las concentraciones de compuestos plaguicidas sintéticos en los agroecosistemas y
78 en los productos que proveen, es particularmente deficiente en países en vías de desarrollo (Albert-
79 Palacios 2005). Probablemente el uso de los plaguicidas en los principales usos de la tierra (agrícola y
80 pecuario) se ha extendido hacia sistemas de producción que se realizan a menor escala (INEGI 2007).
81 Programas gubernamentales en Tabasco como el Plan Balancán-Tenosique (Tudela 1989) en el pasado,
82 PROCAMPO y otros programas en la actualidad, frecuentemente ponen a disposición de la población rural
83 insumos externos (INEGI 2007). Asimismo, los productos están disponibles a través de redes comerciales.
84 Por ello, es factible que los productores los utilicen en sistemas de producción a pequeña escala, como los
85 huertos familiares (Mariaca 2012).

86 Estudios exploratorios en los huertos en Tabasco indican altas concentraciones en promedio y alta
87 variabilidad en las concentraciones de plaguicidas organoclorados en suelos, como también en la sangre
88 de la población rural (van der Wal et al. 2011). Los plaguicidas organoclorados han sido ampliamente
89 estudiados. Debido a sus características de resistencia en el ambiente (Waliszewski et al. 2003), se
90 pueden almacenar en los seres vivos (bioacumulación). Al desplazarse a través de la cadena trófica
91 (biomagnificación) eventualmente pueden llegar hasta los seres humanos (van den Bosch 1989; Uzcátegui
92 et al. 2011). Ello hace necesario seguir evaluando las concentraciones de este tipo de contaminantes, a
93 pesar de que su uso de haya abandonado. Actualmente existe una gama de plaguicidas de distintas
94 clases químicas, que son menos persistentes, sin embargo también representan una fuente de
95 contaminación ambiental y afectar salud humana (OMS 1992; Salcedo y Guzmán 2014).

96 Un mayor conocimiento sobre las prácticas de uso de plaguicidas permitiría evaluar la contribución de los
97 huertos familiares a una alimentación sana de sus dueños, como también la posibilidad de comercializar
98 excedentes como productos sanos en centros urbanos cercanos y constituirse como un eje en sistemas
99 alimentarios regionales alternativos (Chappell y LaValle 2011).

100 Se desconoce si las concentraciones de plaguicidas en suelos y frutas muestran una relación con su uso
101 en la producción agrícola, ganadera y forestal en los paisajes productivos alrededor de los huertos
102 familiares. Posiblemente, las prácticas de manejo en los huertos familiares reproducen las prácticas de
103 manejo en los sistemas de producción agropecuarios, en lo referente a la utilización de plaguicidas o
104 demás compuestos sintéticos orgánicos e inorgánicos (Ruiz-Suárez 2009).

105 En la presente investigación se analiza el uso de plaguicidas en tres paisajes productivos que combinan
106 distintos usos de la tierra. Comparamos el uso de plaguicidas en los huertos familiares y las
107 concentraciones de plaguicidas organoclorados en suelos y limones (*Citrus limon*) de huertos inmersos en
108 los paisajes productivos. Los tres paisajes productivos corresponden a la planicie fluvial (PF), lomeríos (L) y
109 laderas de montaña (LM) en la región de Los Ríos, Tabasco, México. En nuestras hipótesis, el uso de
110 plaguicidas en huertos es proporcional al uso en los paisajes productivos que los rodean; y la
111 concentración de organoclorados en suelos y frutas de huertos familiares es mayor en los paisajes
112 productivos donde su uso es más común y se usan mayores cantidades de plaguicidas.

113

114 **MATERIALES Y MÉTODOS**

115

116 **Área de estudio.** El estudio se realizó en ejidos representativos de la región de Los Ríos en el extremo
117 sur-este del estado de Tabasco, México (Figura 1). En ella, se presentan las condiciones geomorfológicas
118 planicie fluvial (PF), lomeríos (L) y laderas de montaña (LM) de acuerdo con West et al. (1985). Las
119 secciones Pochote, Jobal y Avispero, del ejido Emiliano Zapata en PF, tienen tierras fértiles sobre

120 materiales sedimentarios tales como calizas, lutitas y areniscas, depositadas en el cuaternario reciente. Los
121 asentamientos humanos se establecen sobre las ligeras elevaciones de diques de río, permitiendo convivir
122 con las frecuentes inundaciones (Palma-López et al. 2007). Los ejidos El Ramonal y El Capulín se asientan
123 sobre lomeríos suaves en el municipio de Balancán, compuestos de materiales del cuaternario (caliche,
124 caliza, conglomerado, arenisca). Los suelos arcillosos presentan alternadamente problemas de sequía y
125 excesos de humedad. Las comunidades Corregidora Ortiz y Niños Héroe de Chapultepec en LM en el
126 municipio de Tenosique, se asientan en pequeños valles entre cerros calizos cóncavos y cónicos de
127 materiales sedimentarios (calizas, areniscas, conglomerados, lutita-areniscas y caliza-lutitas), depositados
128 en el cuaternario, paleógeno y cretácico (West et al. 1985).

129 [Figura 1]

130 Cada condición geomorfológica presenta actualmente combinaciones *sui generis* de usos de los recursos
131 naturales y procesos sociales, resultando en paisajes productivos particulares. En PF, la fertilidad de las
132 tierras, las inundaciones periódicas y el rentismo de las tierras ejidales han llevado a un paisaje productivo
133 en el cual se combinan y alternan la producción intensiva de sorgo de grano y maíz, y la ganadería bovina.
134 En L, el paisaje productivo ha sido influido fuertemente por el Plan Balancán-Tenosique, programa
135 gubernamental de colonización instrumentado a partir de los años 1970. Después de incentivar la
136 ganadería bovina de doble propósito semi-estabulada y pastizales mejorados, esta pasó a ser una
137 ganadería extensiva en potreros degradados (Casco 1980). Actualmente la ganadería se combina con el
138 cultivo mecanizado de calabaza, chíca y maíz. Mientras que en LM se combina la agricultura manual de
139 subsistencia en milpa con ganadería y actividades forestales.

140

141 **Selección de familias a partir de huertos.** Se integró una muestra de 87 familias en las comunidades de
142 estudio (30 PF, 28 LM, 29 L), seleccionadas al azar a partir de sus huertos familiares, visibles en imágenes
143 satelitales de alta resolución en Google Earth. El procedimiento de selección consistió en numerar las

144 “cuadras” (manzanas) en las localidades y seleccionarlas al azar utilizando números aleatorios. Se contó el
145 número de huertos en cada cuadra sobre el terreno durante visitas a la comunidad, y se seleccionaron a
146 partir de números aleatorios. Se solicitó la anuencia de los dueños para indagar a través de cuestionarios
147 sobre el uso de plaguicidas. A falta de ella, se procedía con la familia en el huerto vecino.

148
149 **Aplicación de encuestas.** Se encuestó a los jefes de familia sobre el uso de plaguicidas, los productos
150 aplicados, y las cantidades utilizadas en parcelas agrícolas, potreros y/o huertos familiares a lo largo de un
151 año. Se corroboró y amplió la información sobre la nomenclatura de plaguicidas en encuestas a dueños de
152 establecimientos de venta de plaguicidas, quienes también proporcionaron información sobre los
153 ingredientes activos en los productos comerciales y las cantidades de los principales plaguicidas vendidos
154 anualmente. Se aplicaron cuestionarios a una muestra de encargados y dueños de establecimientos de
155 venta de plaguicidas en la región, y se estimó la cantidad total aplicada de cada ingrediente activo en la
156 región, extrapolando de la muestra al número total de establecimientos en la región. Se comparó el orden
157 de importancia de los ingredientes activos obtenido a través de las aproximaciones de uso y de venta.

158
159 **Muestreo de suelos y frutas.** A partir del inventario de árboles frutales en los huertos familiares de las
160 personas entrevistadas (Alcudia et al, sometido), se determinó cuáles especies frutales eran más
161 frecuentes. En 5 huertos en cada localidad se tomaron muestras de limones (*C.limon*), siendo la fruta más
162 frecuente en todos los sitios, La toma de muestras de frutas se llevó acabo de acuerdo a la directiva
163 2002/63/CE de la Comisión Europea.

164 Se determinaron las concentraciones de plaguicidas organoclorados en muestras compuestas de suelos de
165 15 huertos en total, a partir del método de UNEP-IAEA (1982), que consiste en una extracción soxhlet con
166 hexano por 8 horas, una purificación del extracto en columnas empacadas con florisil y una separación de
167 compuestos por cromatografía de gases en un equipo Agilent modelo 7890A, con detector de captura de

168 electrones y columna capilar de fenil-metil-silicona. Para la determinación de plaguicidas organoclorados
169 en muestra de frutas se siguió el método de Zawiyah et al (2007), que consistió en la extracción con
170 acetato de etilo y sulfato de sodio anhidro de una muestra homogenizada de tejido, la purificación del
171 extracto en columnas SAX/PSA previamente acondicionadas con un mezcla de acetona: hexano (3:7, v/v)
172 y su cuantificación por cromatografía de gases como en el caso de los suelos.

173
174 **Determinación de compuestos.** Para la identificación y cuantificación de los compuestos, se utilizó una
175 mezcla estándar con 16 compuestos individuales (alfa, beta, gama y delta-HCH, heptacloro, aldrín,
176 heptacloro epóxido, endosulfán I, dieldrín, p,p'-DDE, endrín, endosulfán II, p,p'-DDD, endrín aldehído, p,p'-
177 DDT, endosulfán sulfato) marca Chem Service. Las condiciones de operación del cromatógrafo de gases
178 fueron las siguientes: temperatura del inyector: 260°C, temperatura detector: 320°C, temperatura del
179 horno: 90°C. Flujo de gas Helio en columna: 6.5 ml/minuto, flujo combinado de gas Helio + Nitrógeno
180 makeup: 30 ml/min.0. El límite de detección del equipo es de 0.014 ng/ml.

181
182 **Análisis estadísticos.** Los datos obtenidos a través de las encuestas sobre el uso de plaguicidas en los
183 paisajes productivos fueron analizados mediante ANOVA, en caso de distribución normal de los datos,
184 utilizando la prueba *post hoc* HSD de Tukey para determinar si había diferencias entre pares de paisajes.
185 En caso de una distribución no-normal, se utilizaron las pruebas no-paramétricas de Kruskal-Wallis y
186 Mann-Whitney. En las pruebas *post hoc* se aplicó la corrección secuencial de Bonferroni. Para determinar
187 si había diferencias en la frecuencia de uso de plaguicidas y prácticas entre paisajes productivos, se usó la
188 prueba de χ^2 . Para determinar si había diferencias significativas en las concentraciones de organoclorados
189 entre muestras de fruta y suelo provenientes de huertos de los distintos paisajes agrícolas, se utilizó
190 ANOVA/Kruskal-Wallis y HSD de Tukey/Mann-Whitney.

191

192 **RESULTADOS**

193

194 **Uso de plaguicidas en los paisajes productivos, productos comerciales.** El uso de plaguicidas es
195 generalizado en los tres paisajes productivos en la región de Los Ríos, donde más de 86% de los
196 productores utilizan herbicidas y más de 96% insecticidas, no habiendo diferencias significativas entre
197 paisajes en el porcentaje de familias que los utiliza.

198 Las 87 familias encuestadas utilizaron en total 60 productos comerciales de plaguicidas, de los cuales 28
199 corresponden a herbicidas, 29 a insecticidas, dos a fungicidas y uno a un raticida (Anexo 1). En lomeríos
200 se utiliza el mayor número de productos (Figura 2). En laderas de montaña el número de herbicidas
201 aplicados es similar y el de insecticidas menor que en lomeríos. En la planicie fluvial se usan menos
202 plaguicidas distintos (Figura 2). Los herbicidas utilizados por el mayor número de productores son
203 Velfosato (40) y Paraquat (28). Los insecticidas utilizados por el mayor número de productores son Arrivo
204 (43) y Foley (40).

205 [Figura 2]

206

207 **Uso de ingredientes activos (I.A.).** Regionalmente, glifosato es el ingrediente activo de herbicida utilizado
208 por mayor número de productores, seguido por paraquat y 2,4-D. Cada una de estas substancias es
209 utilizada por más de 60% de los productores en la muestra total (Figura 3). Se observa cierta
210 especialización: glifosato y paraquat, como también picloram, son utilizados por un mayor número de
211 productores en L y LM que en PF, mientras que 2,4-D y atrazina son utilizados por más productores en PF
212 (Figura 3).

213 [Figura 3]

214 Cipermetrina es el ingrediente activo de insecticidas utilizado por más productores. El número de usuarios
215 es similar en planicie fluvial y laderas de montaña, donde es mayor que en lomeríos. En este paisaje,

216 metamidofos complementa el menor uso de cipermetrina. Paratión metílico es el I.A. utilizado por el
217 segundo mayor número de productores. Es aplicado por un número similar de productores en los tres
218 paisajes productivos (Figura 4). Llama la atención que varios productores en L usan varios ingredientes
219 activos no utilizados en los otros dos paisajes productivos (clofentezina, imidacloprid y metomilo).

220 [Figura 4]

221

222 **Uso de plaguicidas en huertos familiares.** La mayoría de los productores que usan plaguicidas en sus
223 parcelas agrícolas y potreros, también los utilizan en sus huertos familiares. Esto fue el caso de 86% de las
224 encuestas aplicadas en lomeríos, 96% en laderas de montaña y 84% en planicie fluvial. El número de
225 compuestos utilizados en los huertos varía entre los paisajes productivos. En planicie fluvial es menor el
226 número de productores que usa herbicidas que en lomeríos y laderas de montaña. En laderas de montaña
227 es mayor el número de familias que usa insecticidas – principalmente clorpirifos etil y cipermetrina - en los
228 huertos que en lomeríos y planicie fluvial (Tabla 1).

229 [Tabla 1]

230

231 **Cantidades de herbicidas e insecticidas utilizados en los paisajes productivos.** Los insecticidas más
232 aplicados por la muestra total de familias son cipermetrina, clorpirifos etil y paratión metílico con 220, 174 y
233 113 kg de ingrediente activo (I.A.) de la aplicación total que son 551 kg I.A., abarcando 92% del total
234 aplicado. El orden de importancia de estos tres insecticidas varía entre los tres paisajes productivos.
235 Cipermetrina es el insecticida más aplicado en la planicie fluvial, paratión metílico en lomeríos, y clorpirifos
236 etil en laderas de montaña. La cantidad media de I.A. aplicada por familia de la muestra varía, de 3.1 kg
237 por año en LM, 3.7 en L y 12.5 kg en PF (Figura 5).

238 [Figura 5]

239 Los ingredientes activos más utilizados de herbicidas en la región de Los Ríos son 2,4-D y glifosato, que
240 aportan 60.7% y 16.6% del total de I.A. aplicado. A estos le siguen picloram con 7%, atrazina con 6.4% y
241 paraquat con 5.8%. Picloram es aplicado sobre todo en lomeríos, atrazina solamente en planicie fluvial. Las
242 cantidades aplicadas son menores en laderas de montaña (Figura 5).

243
244 **Cantidades de plaguicidas comercializadas en la región.** Las cantidades de I.A. comercializadas por
245 negocios dedicados a la venta de plaguicidas dan una idea de las cantidades relativas de los distintos
246 compuestos aplicados en la región y permiten una aproximación a la cantidad total de productos aplicados.
247 Los I.A. de insecticidas (Figura 6) y herbicidas (Figura 7) más comercializados en 2015 por seis
248 establecimientos en insecticidas son paratión metílico y cipermetrina (Figura 6); en herbicidas 2,4-D y
249 glifosato (Figura 7).

250 [Figura 6]

251 [Figura 7]

252
253 **Concentraciones de organoclorados en suelos de huertos familiares.** La mayoría de los
254 organoclorados analizados se encontraron en suelos de huertos familiares en los tres paisajes productivos.
255 Particularmente los suelos en lomeríos tenían altas concentraciones de varios organoclorados (OC total
256 831 ng/g) (Tabla 2). Las mayores concentraciones eran de p,p'-DDE, endosulfato y compuestos del grupo
257 de los hexaclorociclohexanos (HCHs) en los tres paisajes. No hubo diferencias significativas en las
258 concentraciones de los compuestos entre paisajes productivos (Figura 8). Lo anterior estaba asociado a
259 desviaciones estándar altas (frecuentemente arriba de 550) en los tres paisajes, habiendo concentraciones
260 con un alto rango de variabilidad (Tabla 2). Es interesante mencionar que el DDT, el organoclorado por
261 excelencia debido a su alta persistencia, se encontró en concentraciones más pequeñas (0.02 ng/g) en
262 comparación con sus metabolitos de degradación (436.17 ng/g). Esto sugiere la poca utilización de esta

263 producto, aunque no necesariamente la no aplicación. El Canadian Council of Ministers of the Environment
264 (CCME) establece límites en calidad de suelos solo para los compuestos gamma-HCH (10 ng/g) y Σ DDT
265 (70ng/g). En lomeríos, donde se registraron las mayores concentraciones medias de organoclorados,
266 cuatro de las muestras superaron el límite para Σ DDT (117.4, 1378.3, 534 y 228), y solo una para gamma-
267 HCH (187.4 ng/g). En Planicie fluvial, tres muestras superaron el límite permisible, dos para gamma-HCH
268 (35.6 y 41.4 ng/g) y una para Σ DDT (208 ng/g). Por último, en laderas de montaña dos de las muestras
269 superaron el límite para calidad de suelo Σ DDT (135.2 y 70.6 ng/g) y gamma-HCH (26 ng/g). Se logró un
270 porcentaje de recuperación para las muestras de suelo del 40 al 110%.

271 [Tabla 2]

272 [Figura 8]

273

274 **Concentraciones de organoclorados en limones (*C. limon*) de huertos familiares.** No se encontraron
275 diferencias significativas en las concentraciones de ninguno de los compuestos organoclorados
276 individuales (ANOVA o Kruskal-Wallis, $P > 0.05$ en todos los casos), y tampoco en la suma de las
277 concentraciones de todos los compuestos organoclorados (Kruskal-Wallis, $P = 0.39$) (Figura 9). (tabla 3).

278 [Figura 9]

279 De acuerdo al reglamento (CE) n°396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los límites
280 máximos de residuos de plaguicidas (LMR) en alimentos, se determinó que la mayoría de los compuestos
281 analizados están dentro del LMR, con algunas excepciones, tanto para compuestos como para las
282 diferentes muestras. En lomeríos cuatro de las muestras superaron el LMR para tres compuestos Σ HCH
283 (11.4 y 10.7 ng/g), Σ endosulfán (75.6 y 492 ng/g) y endrín (18.5, 35.4, 38.2 y 77 ng/g). En planicie fluvial,
284 donde se registraron las concentraciones más altas, cinco de las muestras superaron el LMR para cuatro
285 compuestos Σ HCH (11.2 ng/g), Σ heptacloro (111.4 ng/g), Σ endosulfán (80, 123.8 y 180 ng/g) y endrín
286 (122.5, 48.7 y 268 ng/g). Por último, en laderas de montaña se encontró que cuatro de las muestras

287 superaron el LMR para tres compuestos Σ heptacloro (46.8 y 21.7 ng/g), Σ endosulfán (89.8, 72 y 116 ng/g)
288 y endrín (14.31 y 192 ng/g). Los porcentajes de recuperación para las muestras de limón fueron del 27 al
289 67%.

290 [Tabla 3]

291

292 **DISCUSIÓN**

293

294 El estado de Tabasco ocupa el onceavo lugar en el consumo de plaguicidas en México, no obstante se
295 encuentra en el lugar 24 en superficie (Albert-Palacios 2005). En concordancia, los resultados de la
296 presente investigación demuestran que el uso de plaguicidas es alto en los tres paisajes productivos.

297 Existen, sin embargo, diferencias en cuanto a la diversidad de productos comerciales usados en los tres
298 paisajes productivos analizados. Estos se relacionan, en parte, con la cultura local y con la asistencia
299 técnica que reciben los productores. Por ejemplo, en lomeríos se usa el mayor número de productos
300 comerciales, lo cual se relaciona con la asistencia técnica que han recibido los productores por parte del
301 Plan Balancán-Tenosique (Tudela et al. 1989). Por otra parte, se observa también que en laderas de
302 montaña, donde la asistencia técnica es menor (INEGI 2007), los productores usan un gran número de
303 productos comerciales, sobre todo de insecticidas. Su uso corresponde a que resuelven problemas en la
304 producción, y se basa en el intercambio de experiencias entre productores y asesoría en los puntos de
305 venta (Moreno Mena y Lopez Limon 2005; Philbert et al. 2014).

306 La venta anual de plaguicidas es de unas 100 toneladas de ingredientes activos (I.A.) al año por lo menos.

307 La proporción de los I.A. más utilizados, estimada a partir de la información de los comerciantes, no
308 coincide del todo con la obtenida a partir de las encuestas a los productores. Por ejemplo, los negocios
309 venden más paratión metílico que cipermetrina, mientras que las cantidades aplicadas estimadas con base
310 en las encuestas a los productores arrojan un mayor uso de cipermetrina. Tales diferencias pueden

311 deberse a que las encuestas a productores se aplicaron exclusivamente a ejidatarios. Por lo tanto, esta
312 información no incluye datos del consumo por parte de pequeños propietarios. Este último sector dispone
313 de superficies agrícolas y ganaderas considerables en la región, influyendo en las cantidades totales de
314 I.A. utilizadas.

315 Las diferencias en las cantidades de I.A. aplicadas en los paisajes productivos por los productores
316 (ejidatarios) se relacionan con los usos de la tierra en cada uno. En PF se utilizan cantidades altas de
317 productos no utilizadas en los otros dos paisajes productivos en la producción industrial de sorgo. Mientras
318 que en lomeríos, el uso refleja la orientación productiva ganadera. El uso de cantidades menores de
319 plaguicidas en LM refleja el carácter de la agricultura, que es orientada al autoconsumo, en la cual se
320 ahorra en el gasto que conlleva la producción, invirtiendo lo menos posible en plaguicidas (IFOAM 2005;
321 Red Mexicana de Tianguis y Mercados Organicos 2012). El menor consumo de herbicidas en la ganadería
322 en este paisaje refleja las menores extensiones y la aplicación de bajas cantidades por unidad de
323 superficie.

324 No se encontraron diferencias entre paisajes productivos en cuanto a la frecuencia de uso de plaguicidas
325 en los huertos familiares. En los tres paisajes más de 80% de los productores comentó utilizarlos, con
326 algunas diferencias en el número de productos aplicados. No disponemos de datos precisos sobre las
327 cantidades aplicadas, ya que su uso no responde a esquemas de manejo definidos, sino más bien a
328 destinar algún tiempo semanalmente a cierta actividad que puede o no incluir el uso de plaguicidas.

329 Lo anterior explica la alta variación en concentraciones de organoclorados entre huertos familiares,
330 habiendo tanto huertos con concentraciones altas como bajas. La heterogeneidad observada coincide con
331 lo observado por Tournebize et al. (2013). Las familias difieren en sus prácticas. Mientras que unos
332 realizan un deshierbe en un rato libre, otros aplican herbicida. Igualmente, unos realizan un manejo activo
333 de sus huertos, mientras que otros se conforman con lo que pueden cosechar con un manejo mínimo. Al
334 respecto también influyen las prácticas de manejo más doméstico, donde unos prefieren quemar hojarasca

335 y ramas para ahuyentar los mosquitos, mientras que otros recurren a productos químicos (Gliessman
336 2001).

337 Aunque la mayoría de los organoclorados ya no son de uso frecuente, todavía se siguen aplicando algunos
338 en cantidades menores (endosulfán). Las concentraciones de organoclorados en suelos y frutas son,
339 entonces, producto de la acumulación de estos productos en décadas recientes, como lo indican las altas
340 concentraciones de DDE y las bajas concentraciones de DDT en suelos y en menor medida en limones
341 (Tabla 2 y 3). Preocupa en este sentido las relativamente altas concentraciones de endrín en limones en
342 comparación con las concentraciones en suelos, indicando que se sigue aplicando en la región.

343 Si bien no contamos con datos de concentraciones de I.A. de plaguicidas en sedimentos y agua del Río
344 Usumacinta, los datos de uso indican un aporte considerable de compuestos desde los paisajes
345 productivos. De acuerdo con Wauchope (1978), las pérdidas son 0.5 % o menos de las cantidades
346 aplicadas, siempre y cuando no llueva dentro de los 15 días después de la aplicación. En las condiciones
347 climatológicas de la región es improbable que no llueva, por lo cual las pérdidas podrán ser mayores. De
348 acuerdo al mismo autor, las pérdidas de insecticidas organoclorados son mayores, debido a su alta
349 persistencia (Wauchope, 1978). De la cantidad de I.A. comercializada de 80 toneladas por seis negocios,
350 podemos entonces esperar que mínimamente una tonelada por año entra a los ecosistemas acuáticos.

351 Aproximadamente el 80% de los compuestos analizados en todas las muestras de fruta, no excedían los
352 Límites Máximos de Residuos (LMR), sin embargo, se detectó su presencia en la mayoría de las muestras,
353 tanto de limones como en los suelos de huertos familiares. Lo que es de preocupar puesto que el consumo
354 continuo de estos frutos (*C. limón*), contaminados con plaguicidas organoclorados puede bioacumularse y
355 resultar en efectos crónicos importantes. Estos datos sirven de base para tomar acciones en el monitoreo
356 del uso de plaguicidas y mitigar con ello la contaminación ambiental y de salud por su uso.

357

358

359 **CONCLUSIONES**

360
361 En los tres paisajes productivos se utilizan en total 60 productos comerciales de plaguicidas. Los
362 insecticidas piretroides y organofosforados fueron utilizados por 92 % de los productores; los herbicidas de
363 las clases químicas clorofenoxi y organofosforado (N fosfometil glicina) fueron utilizados por 76 % de los
364 productores.

365 En los tres paisajes productivos, más del 84% de los productores utilizan en sus huertos los productos que
366 ocupan en las parcelas agrícolas y ganaderas. Los I.A. de herbicidas más utilizados en huertos fueron
367 glifosato, paraquat y 2,4 D; los insecticidas más utilizados fueron cipermetrina y paratión metílico.

368 Tanto en suelos como en frutas de huertos familiares en los tres paisajes productivos se hallaron la
369 mayoría de los 16 organoclorados analizados. No se encontraron diferencias significativas en las
370 concentraciones entre los paisajes productivos. Las concentraciones en los suelos variaban desde 1 ng/g
371 hasta 436 ng/g y en frutas de limón entre 1.1 ng/g y 98.6 ng/g. En varios huertos familiares las
372 concentración rebasaban los límites tolerables de acuerdo con estándares internacionales, indicando la
373 necesidad de un monitoreo amplio de agroquímicos en suelos y frutas, como también de la aplicación de
374 medidas de saneamiento.

375

376 **AGRADECIMIENTOS**

377

378 Esta investigación fue financiada a través del proyecto TAB-2012-C-28-194316 “Retos para la
379 sustentabilidad en la cuenca del Usumacinta en Tabasco: Ecosistemas, Cambio Climático y Respuesta
380 Social.” La beca 492549 de CONACYT permitió que el primer autor realizara la maestría. La Dra. Teresa
381 Álvarez, la Ing. Adriana Zavala y el Técnico de laboratorio Alejandro Ortiz, del Laboratorio de Biotecnología

382 Ambiental, capacitaron al primer autor para que realizara los análisis de muestras de suelos y frutas por
383 cromatografía de gases.

384

385 **LITERATURA CITADA**

386

387 Albert-Palacios LA (2005) Panorama de los plaguicidas en México. Revista de Toxicología en Línea RETEL
388 8: 1-17 <http://www.sertox.com.ar/retel/n08/01.pdf>

389 Casco MR (1980) Los planes de Desarrollo del Trópico: El caso de Balancán-Tenosique, Tabasco. Centro
390 de Ecodesarrollo. México. 137 p.

391 Chappell MJ, LaValle LA (2011) Food security and biodiversity: can we have both? An agroecological
392 analysis. Agriculture and Human Values 28: 3-26.

393 Comisión Europea (2002) Métodos comunitarios de muestreo para el control oficial de residuos de
394 plaguicidas en los productos de origen vegetal y animal. Directiva 79/700/CEE. Directiva
395 2002/63/CE. La Comisión de la Comunidad Europea. 14 p. <http://www.euresp-plus.net/es/node/74>.
396 Fecha de consulta 13 de junio 2014.

397 FAO (1997) Los plaguicidas, en cuanto contaminantes del agua. Lucha contra la contaminación agrícola de
398 los recursos hídricos. Serie FAO: Riego y drenaje 55. [http://www.fao.org/docrep/w2598s/
399 w2598s06.htm#TopOfPage](http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s06.htm#TopOfPage). Fecha de consulta 2 de enero 2014

400 Fernández ECM, Nair PKR (1986) An Evaluation of the Structure and Function of Tropical Home Gardens.
401 Agricultural Systems 21: 279-310.

402 Gliessman SR (2001). Agroecosystem Sustainability: Developing Practical Strategies. Series Adv. in
403 Agroecology, CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. 210 p. ISBN 9780849308949

404 INEGI (2007) Panorama agropecuario en Tabasco. México: Censo Agropecuario 2007.

405 Mariaca-Méndez R. (2012) El huerto familiar del sureste de México. Tabasco: Secretaria de Recursos
406 Naturales y Protección Ambiental del estado de Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur. 544 p.
407 ISBN 9786077637684

408 OMS (1992) Resistencia de los vectores de enfermedades a los plaguicidas. OMS Serie de Informes
409 Técnicos 818. 15 informe del Comité de Expertos de la OMS en biología de los vectores y lucha
410 antivectorial química y especificaciones de los plaguicidas. Organización Mundial de la Salud.
411 Ginebra. ISBN 9243208187

412 Perfecto I, Vandermeer J y Wright A (2009) Nature's Matrix. Linking Agriculture, Conservation and Food
413 Sovereignty. UK y USA: Earthscan. 242 p. ISBN 978-1-84407-782-3

414 Ruiz Suárez LE (2009) Degradación y transporte de etilentiourea (ETU) en suelo y agua de una zona
415 tropical del sureste de México. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur.

416 Salcedo S, Guzmán L (2014) Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de
417 política. Santiago, Chile: FAO. 497 p. ISBN 978-92-5-308364-0

418 Tournebize J, Passeport E, Chaumont C, Fesneau C, Guenne A, Vincent B (2013) Pesticide de-
419 contamination of surface waters as a wetland ecosystem service in agricultural landscapes.
420 Ecological Engineering 56: 51-59.

421 Tudela F 1989. La modernización forzada del tropico: el caso de Tabasco. Mexico, D.F.: El Colegio de
422 México, CINVESTAV, IFIAS, UNRISD.478 p. ISBN 968-12-0419-0

423 UNEP-IAEA. 1982. Determination of DDTs, PCBs and other hydrocarbons in marine sediments by gas
424 liquid chromatography. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 17. 13 p.

425 Uzcátegui J, Raujo Y, Mendoza L. (2011). Residuos de plaguicidas organoclorados y su relación con
426 parámetros físico-químicos en suelos del municipio Pueblo LLamo, Estado de Merida. Biagro 23:
427 115-120.

428 van der Wal H., Huerta E. y Torres Dosal A (2011). Huertos familiares en Tabasco. Elementos para una

429 política integral en materia de ambiente, biodiversidad, alimentación, salud, producción y
 430 economía. Colección Roviroso, Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección
 431 Ambiental/El Colegio de la Frontera Sur. Villahermosa, Tabasco, México ISBN 978-607-95764-4-8
 432 van den Bosch R 1989. The Pesticide Conspiracy. California, Estados Unidos: Universidad de California.
 433 226 p. ISBN 978-607-95764-4-8
 434 Waliszewski SM, Gomez-Arroyo S, Infanzon RM, Villalobos Pietrini R, Maxwell Hart M (2003). Comparison
 435 of Organochlorine Pesticide Levels Between Abdominal and Breast Adipose Tissue. Bull. Environ.
 436 Contam. Toxicol 71: 156-162. DOI: 10.1007/s00128-003-0143-9
 437 West RC, Psuty NP, Thom BG (1985). Las Tierras Bajas de Tabasco Gobierno del Estado de Tabasco,
 438 Villahermosa 409 p. ISBN 9789688890196
 439 Zawiyah S., Che Man YB, Nazimah SAH, Chin CK, Tsukamoto I, Hamanyza AH, Norhaizan I (2007).
 440 Determination of organochlorine and pyrethroid pesticides in fruit and vegetables using SAX/PSA
 441 clean-up column. Food Chemistry 102: 98-103

442

443 TABLAS

444 Tabla 1. Plaguicidas utilizados en huertos familiares en tres paisajes productivos en Los Ríos, Tabasco,
 445 México. L = lomeríos; LM = laderas de montaña; PF = planicie fluvial. Los números corresponden al
 446 número de familias encuestadas por paisaje que los utilizan.

<i>nombre comercial</i>	<i>ingrediente activo</i>	<i>L</i>	<i>LM</i>	<i>PF</i>	<i>Uso regional</i>
Arrasa	Paraquat		1		1
Fulmina	2,4 D	1	2		3
Amina 4	2,4 D	2	1		3
Hierbamina	2,4 D	1			1
Atrazina	Atrazina			1	1
Glifosato	Glifosato	2	1		3
Velfosato	Glifosato	4	3	1	8
Diabloquat	Paraquat		1		1
Gramoxone	Paraquat	1	2		3

<i>nombre comercial</i>	<i>ingrediente activo</i>	<i>L</i>	<i>LM</i>	<i>PF</i>	<i>Uso regional</i>
Paraquat	Paraquat	4	1	1	6
Cerillo	paraquat + diuron	1			1
Tordon	picloram + 2,4 D	1	3		4
SUMA HERBICIDAS		17	15	3	35
Pastar	aminopyralid + fluroxypyr metilhtil ester	2	1		3
Arrivo	Cipermetrina	1	12	3	16
Cipermetrina	Cipermetrina	1			1
Combat	Cipermetrina	1			1
Tucan 3	Cipermetrina	1	2		3
Lorsban	clorpirifos etil		1		1
Foley	paratión metílico	3	9	4	16
DDT	DDT			1	1
Thiodan	Endosulfán	1			1
Monitor	Metamidofos	1			1
Paratión	paratión metílico	2			2
SUMA INSECTICIDAS		13	25	8	46

447

448 Tabla 2. Medias (ng/g) y desviación estándar (S) de las concentraciones de organoclorados en suelos en

449 huertos familiares en tres paisajes productivos en la región de Los Ríos, Tabasco, México. PF = planicie

450 fluvial; L = lomeríos; LM = laderas de montaña. \sum HCH refiere a la suma de alfa, beta, gamma y delta HCH;

451 \sum endosulfán es la suma de endosulfán I, II; \sum DDT es la suma de DDT, DDD y DDE; OC total refiere a la

452 suma de todos los organoclorados.

Compuesto	PF		L		LM	
	ng/g	S	ng/g	S	ng/g	S
alfa-HCH	38.32	54.59	82.27	180.97	7.02	10.77
beta-HCH	67.77	84.33	55.06	119.31	22.31	21.77
gamma-HCH	18.53	18.6	37.84	83.65	5.7	11.34
delta-HCH	22.11	32.62	32.88	72.11	3.83	5.9
\sum HCH	146.73	161.78	208.03	456.02	38.86	48.3
Heptacloro	15.22	15.74	0.73	1.15	11.63	18.7
Aldrin	6.18	8.16	8.78	19.63	3.27	7.31
Heptacloro epóxido	5.94	13.28	0.27	0.61	1.47	3.3
Endosulfán I	1.23	1.69	9.1	20.2	0.68	1.25

Endosulfán II	2.74	6.13	0.5	1.12	2.55	5.7
Σ Endosulfán	3.97	5.66	9.61	19.95	3.23	5.45
Dieldrín	2.89	6.47	0.02	0.04	0.02	0.04
Endrín	0.82	1.84	0.48	1.08	1.54	3.44
Endrín_aldehído	0.02	0.04	0.43	0.63	0.5	0.73
Endosulfato	17.17	31.17	148.98	171.71	28.23	25.52
DDE	41.93	85.22	436.17	528.45	48.12	51.1
DDD	4.53	5.75	17.12	27.41	3.58	6.5
DDT	2.85	6.37	0.02	0.04	3.88	8.68
Σ DDT	49.31	89.59	453.29	553.13	55.58	51.02
OC total	248	33.37	831	122.4	144	16.38

453

454 Tabla 3. Medias (ng/g) y desviación estándar (S) en las concentraciones de organoclorados en limones

455 (*Citrus limon*) de huertos familiares en tres paisajes productivos en la región de Los Ríos, Tabasco, México.

456 PF = planicie fluvial; L = lomeríos; LM = laderas de montaña. Σ HCH refiere a la suma de alfa, beta y delta

457 HCH; Σ endosulfán es la suma de endosulfán I y II; Σ DD es la suma de DDT, DDD y DDE; OC total refiere

458 a la suma de todos los organoclorados.

Compuesto	PF		L		LM	
	Media	S	Media	S	Media	S
Alfa-HCH	1.74	2.07	2.40	2.75	1.10	1.32
Beta-HCH	1.10	0.69	1.58	2.08	0.84	0.70
Delta-HCH	2.80	1.27	1.33	2.23	1.31	1.45
Σ HCH alfa-beta-delta	5.64	4.03	5.31	7.07	3.25	3.47
Gamma-HCH	0.90	0.33	1.61	1.30	0.61	0.46
Aldrín	0.82	0.74	0.74	0.86	0.93	0.70
Dieldrín	0.00	0.00	0.43	0.68	0.00	0.00
Σ Dieldrín (dieldrin+aldrin)	0.82	0.74	1.18	1.54	0.93	0.70
Heptacloro	1.11	1.49	1.83	1.33	0.53	0.59
Heptacloro epóxido	21.72	48.57	7.94	14.77	13.52	20.17
Σ Heptacloro	22.83	50.06	9.77	16.10	14.05	20.76
Endosulfán I	7.13	6.79	2.22	4.97	2.83	6.34
Endosulfán II	59.39	66.73	98.57	191.22	6.96	15.57
Endosulfato	23.49	11.80	25.07	23.55	53.89	46.99

Σ Endosulfán	90.01	85.32	125.86	219.74	63.69	68.90
Endrín	87.94	112.67	33.86	28.56	41.28	84.53
Endrín aldehído	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DDD	1.80	2.77	2.84	2.79	1.35	1.33
DDE	0.00	0.00	0.44	0.61	0.48	0.98
DDT	11.32	7.12	9.10	7.33	11.58	9.21
Σ DD	13.12	5.40	12.39	9.21	13.41	8.40
OC total	221.26	32.32	189.98	35.44	137.22	23.40

459

460 FIGURAS

461 Figura 1. Paisajes productivos en las zonas geomorfológicas de laderas de montaña (a), lomeríos (b) y

462 planicie fluvial (c) en la región de Los Ríos, Tabasco.



463

464

465

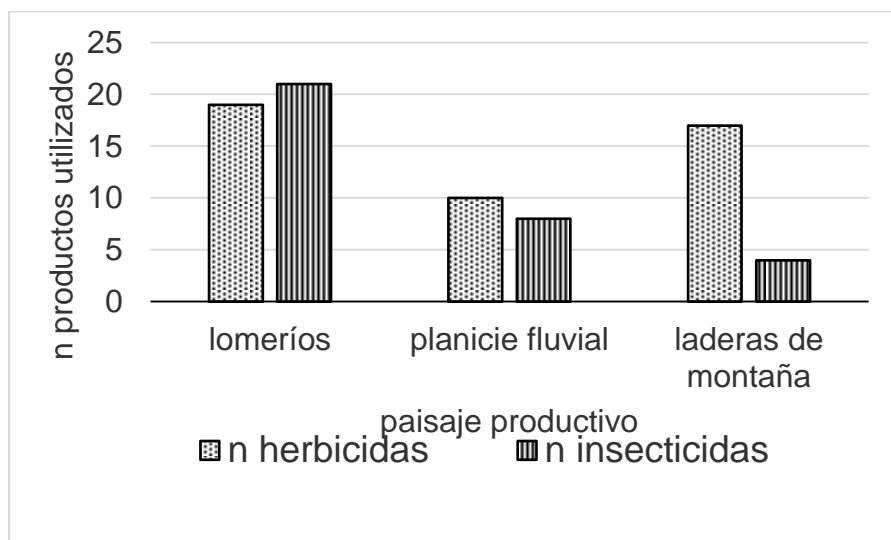
466

467

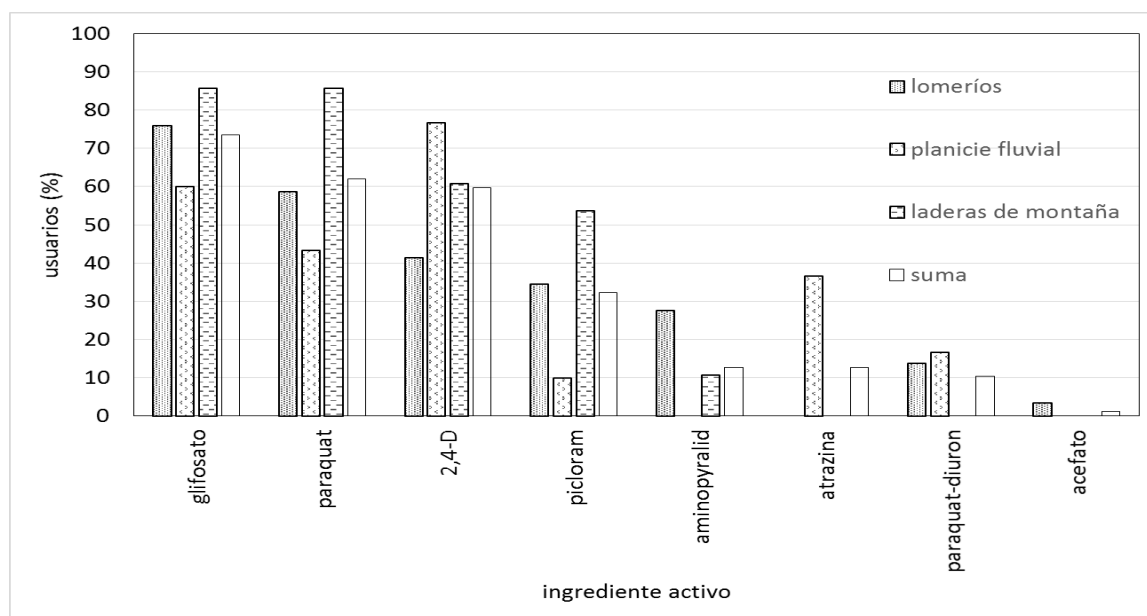
468

469

470
 471 Figura 2. Número de productos comerciales de plaguicidas utilizados en tres paisajes productivos en la
 472 región de Los Ríos, Tabasco, México.

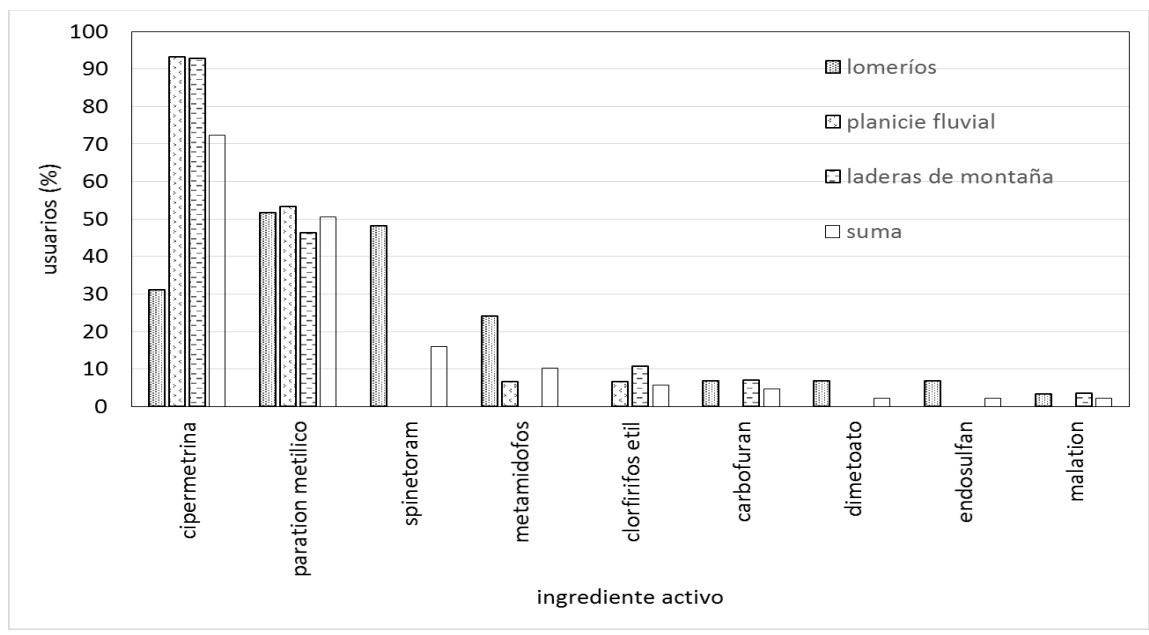


473
 474 Figura 3. Porcentaje de productores que utiliza ingredientes activos de herbicidas en tres paisajes
 475 productivos en la región de Los Ríos, Tabasco, México. Suma representa la muestra total.

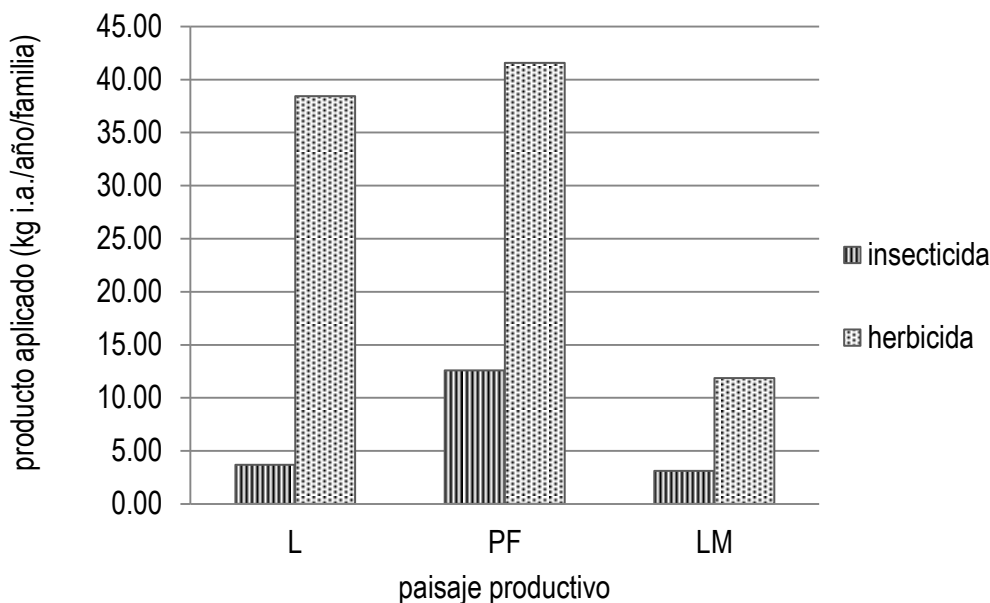


476
 477
 478

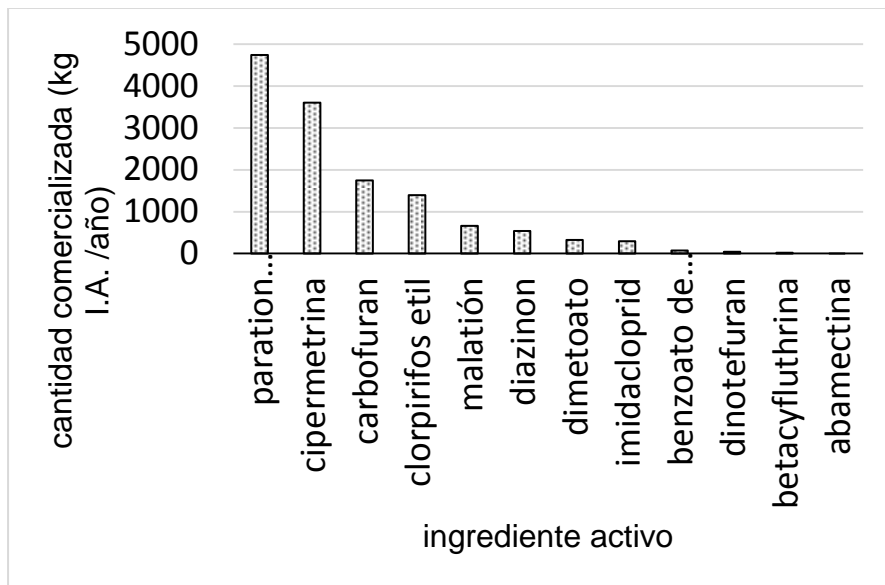
479 Figura 4. Porcentaje de productores que utiliza ingredientes activos insecticidas en tres paisajes
 480 productivos en la región de Los Ríos, Tabasco, México. Suma refiere a la muestra total.



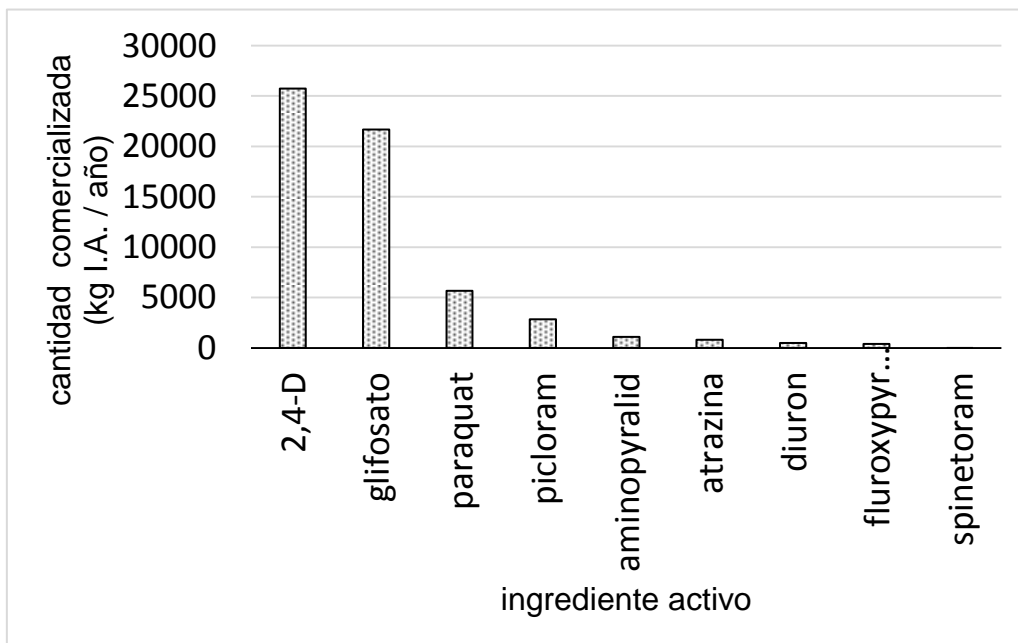
481
 482 Figura 5. Cantidad de ingredientes activos de insecticidas y herbicidas utilizados por familia en tres
 483 paisajes productivos en la región de Los Ríos, Tabasco, México. L = lomeríos; LM = laderas de montaña;
 484 PF = planicie fluvial.



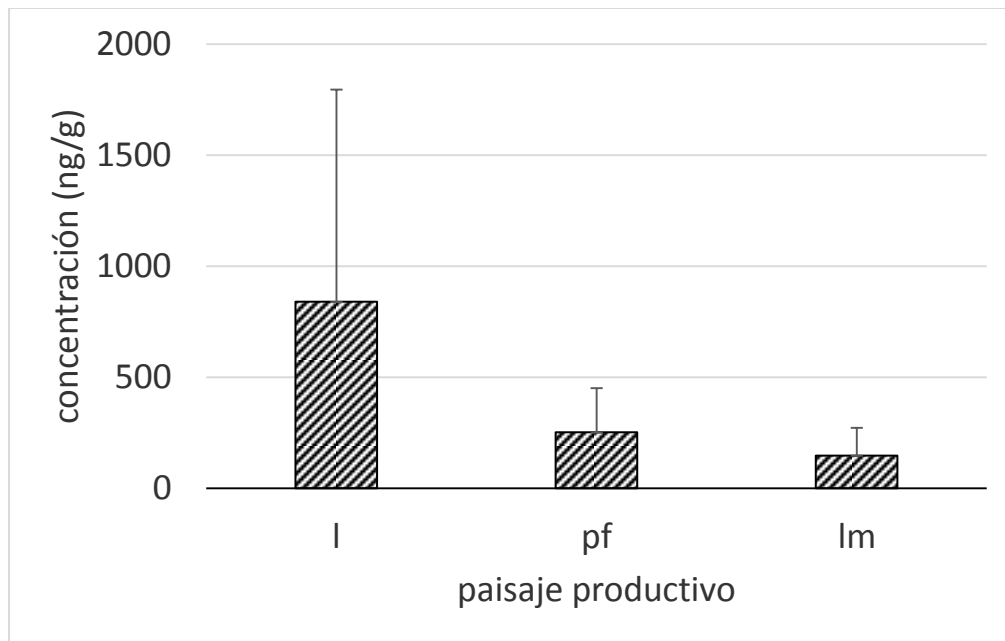
486 Figura 6. Cantidades de ingredientes activos en insecticidas vendidas en un año por seis comercios de
 487 plaguicidas en la región de Los Ríos, Tabasco, México.



488
 489 Figura 7. Cantidades de ingredientes activos en herbicidas vendidas en un año por seis comercios de
 490 plaguicidas en la región de Los Ríos, Tabasco, México.

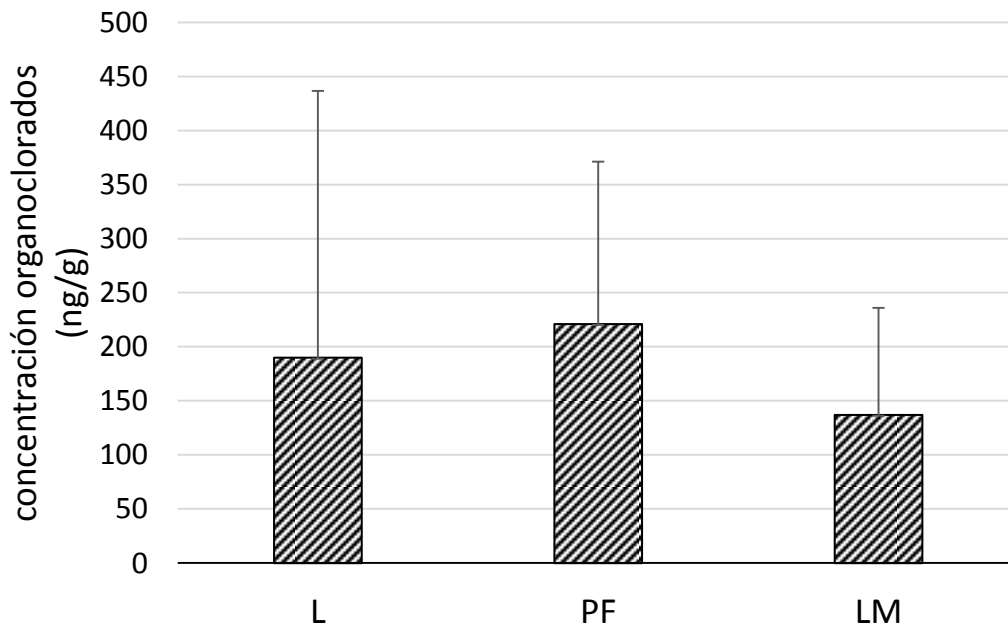


493 Figura 8. Concentración de plaguicidas organoclorados totales en suelos de huertos familiares en tres
494 paisajes productivos en la región de Los Ríos, Tabasco, México. Bigotes indican el error estándar.



495
496 Figura 9. Concentración de plaguicidas organoclorados totales en pulpa de limones (*Citrus limon*) de
497 huertos familiares en tres paisajes productivos en la región de Los Ríos, Tabasco, México. Bigotes indican
498 el error estándar.

499
500



Capítulo III

3. Conclusiones

1.- Se encontró una variedad de 60 productos plaguicidas comerciales utilizados en los tres paisajes productivos. Estos representan 24 tipos de ingrediente activo (I.A.) de al menos 15 familias químicas. De acuerdo a la clasificación química, los insecticidas más frecuentes fueron piretroides y organofosforados, abarcando el 92% de la muestra total; los herbicidas más frecuentes fueron de las clases químicas clorfenoxi y organofosforado (N fosfometil glicina), abarcando el 76% del total.

2.- Tanto en suelos como en frutas de huertos familiares en los tres paisajes productivos se hallaron la mayoría de los 16 organoclorados analizados. No se encontraron diferencias significativas en las concentraciones entre los paisajes productivos, demostrando que su uso es o fue común en toda la región de Los Ríos. Se encontraron concentraciones en los suelos desde 1 ng/g hasta 436 ng/g, demostrando la gran variabilidad en las concentraciones entre huertos. Las concentraciones en frutas de limón variaban desde 1.1 ng/g hasta 98.6 ng/g.

3.- En los tres paisajes productivos, más del 84% de los productores utilizan en sus huertos los productos que ocupan en las parcelas agrícolas y ganaderas. Los plaguicidas que se utilizan en los huertos en cada paisaje son variados. En orden de mayor uso en huertos, encontramos los siguientes I.A. más representativos de herbicidas: glifosato (11), paraquat (11) y 2,4 D (8), para insecticidas: cipermetrina (21) y paratión metílico (18).

4.- Aunque ya no se utilizan la mayoría de los plaguicidas organoclorados, se hallaron concentraciones de muchos de los compuestos evaluados en limones y suelos, debido al uso histórico y la acumulación en el ambiente dada su persistencia. Las encuestas indican que aún se utilizan dos de los 16 organoclorados evaluados (endosulfán y DDT), aunque se utilizan en cantidades pequeñas (2.9 kg/año y 0.03 kg/año/ familia respectivamente).

Literatura citada

- Alatorre Rosas R, Bravo Mojica H, Leyva Vásquez JL, Huerta De la Peña A. 2004. Manejo integrado de plagas.
- Albert Palacios LA. 2001. Estudio sobre plaguicidas caducos. México.
- Albert Palacios LA. 2005. Panorama de los plaguicidas en México. Rev. Toxicol. en Línea. 7^o Congr. Actual. en Toxicol. Clínica. [accedido 2014 feb 21]. <http://www.sertox.com.ar/retel/n08/01.pdf>
- Altieri MA, Rosset P. 2004. Manejo Ecológico de Plagas. La Habana, Cuba: CEDAR-Universidad Agraria de La Habana.
- Andersen M, Pazderka C. 2003. ¿Es la certificación algo para mí? - Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos agrícolas para la exportación/ RUTA-FAO. :32.
- Barragán-Huerta BE, Costa-Pérez C, Peralta-Cruz J, Barrera-Cortés J, Esparza-García F, Rodríguez-Vázquez R. 2007. Biodegradation of organochlorine pesticides by bacteria grown in microniches of the porous structure of green bean coffee. Int. Biodeterior. Biodegrad. 59:239-244.
- Barrera JF. 2007. Manejo holístico de plagas: más allá del MIP. XXX Congreso Nacional de Control Biológico-Simposio del IOBC. Noviembre del 2007.
- Bernardino Hernández HU, Ramón MM, Austreberta NB, David ÁSJ, Arturo TD, Herrera Portugal C. 2013. Plaguicidas: percepciones de su uso en comunidades rurales de Los Altos de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. [accedido 2014 ene 30]. <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/#register:000037749:::670909>
- Caballero M. 2001. Diagnostico situacional del uso de DDT y el control de la malaria. Informe regional para México y Centroamérica. México: Instituto de Salud Ambiente y Trabajo de México (ISAT).
- Carson R. 1962. Silent Spring. Fawcett publications, inc., greenwich, conn. Member of american book publishers council, inc.
- Castellanos Rozo J, Rache Cardenal LY. 2013. Microorganismos, enzimas, plásmidos y

- genes involucrados en la degradación de plaguicidas N-metilcarbamatos. Rev. Int. Contam. Ambient. 29:105-119.
- Daba D, Hymete A, Bekhit AA, Mohamed AMI, Bekhit AEDA. 2011. Multi residue analysis of pesticides in wheat and khat collected from different regions of Ethiopia. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 86:336-341.
- Dhananjayan V, Ravichandran B, Rajmohan HR. 2012. Organochlorine pesticide residues in blood samples of agriculture and sheep wool workers in bangalore (rural), India. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 88:497-500.
- FAO. 1997. Capítulo 4 - los plaguicidas, en cuanto contaminantes del agua. En: Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. (Estudio FAO: Riego y drenaje - 55). [accedido 2014 abr 15]. <http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s06.htm#TopOfPage>
- García Gutiérrez C, Rodríguez Meza GD. 2012. Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. Ra Ximhai 8:1-10.
- Georgina Calva L, del Rocío Torres M. 1998. Plaguicidas organoclorados. ContactoS 30:35-40.
- González P (Federación de S y AP. 2004. Riesgos químicos por uso de plaguicidas en el medio ambiente.
- Gutiérrez Pérez C, Morales H, Limón Aguirre F. 2013. Valoraciones de calidad en alimentos orgánicos y de origen local entre consumidores de la red Comida Sana y Cercana en Chiapas. Liminar. Estud. Soc. y Humanist. XI:104-117.
- Hart RD. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Hernández Acosta L, Qué Ramos FJ, Piña Guzmán AB, Laines Canepa JR. 2013. Uso de plaguicidas en zonas cañeras del municipio de Cárdenas Tabasco, México: posible impacto ambiental y a la salud. Rev. AIDIS Ing. y Ciencias Ambient. Investig. Desarro. y práctica. 6 No. 2:1-11.
- Hernández Arturo A, M. Hansen A. 2011. Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. Rev. Int.

Contam. Ambient. 27:115-1127.

Hernández González MM, Jiménez Garcés C, Jiménez Albarrán FR, Arceo Guzmán ME. 2007. Caracterización de las intoxicaciones agudas por plaguicidas: perfil ocupacional y conductas de uso de agroquímicos en una zona agrícola del estado de México, México. Rev. Int. Contam. Ambient. 23:159-167. [accedido 2014 feb 21]. <http://www.journals.unam.mx/index.php/rica/article/view/21633>

IFOAM. 2005. Los principios de la agricultura orgánica. Alemania: International Federation of Organic Agriculture Movements.

INEGI. 2007. Panorama agropecuario en Tabasco. México: Censo Agropecuario 2007.

Journeau V, Cloutier C, Bradley R. 2013. La conversión a la agricultura orgánica en los países en desarrollo: una vía para el desarrollo sostenible. El Colegio de la Frontera Sur. [accedido 2014 feb 11]. <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/#register:000053020:::663401>

Juan Pérez JI. 2013. Los huertos familiares en una provincia del subtrópico mexicano: análisis espacial, económico y sociocultural. Toluca, estado de México. México: Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía.

Jürgen Pohlan HA, Tole Toledo E, Leyva Galan CA, Marroquin Agreda FJ. 2005. Manejo agroecológico de la caña de azúcar (*Saccharum Spp.*) en El Soconusco, Chiapas, México. Agro ecological crop management of sugar cane (*Saccharum Spp.*) in the Soconusco, Chiapas, Mexico. En: III Congresso Brasileiro de Agroecologia. Lima, Brasil: Lima.

Karam MÁ, Ramírez G, Montes LPB, Galván JM, Karam MÁ, Ramírez G, Bustamante LP, Manuel J. 2004. Plaguicidas y salud de la población. Red Rev. Cient. Am. Lat. el caribe, España y Port. 11:246-254.

Kofi Bempah C, Kwame Donkor A. 2011. Pesticide residues in fruits at the market level in Accra Metropolis, Ghana, a preliminary study. Environ. Monit. Assess. 175:551-561.

de la Iglesia Huerta A, Delgado Cobos P. 2000. Plaguicidas: Neurotoxicidad y vigilancia de la salud. Prevención, Trab. y salud Rev. del Inst. Nac. Secur. e Hig. en el

Trab.:4-14.

Madeley J. 2003. Paraquat el controvertido herbicida de Syngenta. Inf. para Berne Declar. Foro emaus.

Mariaca Méndez R. 2012. El huerto familiar del sureste de México. Tabasco: Secretaria de Recursos Naturales y Protección Ambiental del estado de Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur.

Nicholls Estrada CI, Altieri M. 2009. Conventional agricultural development models and the persistence of the pesticide treadmill in Latin America. Int. J. Sustain. Dev. World Ecol. 4:93-111.

OIT. 1994. Proyecto de la Organización Internacional del Trabajo con sede en Costa Rica: La seguridad y salud de los trabajadores agrarios de America Central. Boletín informativo del Consejo de Salud Ocupacional. San Jose, Costa Rica.

OMS. 1990. Plaguicidas informe tecnico no. 12. Ginebra.

Ospina A. 2007. Huerto familiar. :1-38. [accedido 2015 ene 2]. <http://www.ecovivero.org/HuertoFamiliar.pdf>

Pérez Espejo R, Aguilar Ibarra A. 2012. Agricultura y contaminación del agua. [accedido 2014 nov 14]. <http://ru.iiec.unam.mx/1885/1/AGRIContAgua-IMPRESI%C3%93N-12-10-2012.pdf#page=173>

Pérez Vázquez A, Landeros Sánchez C. 2009. Agricultura y detirioro ambiental.

Perfecto I, Vandermeer J, Wright A. 2009. Nature's Matrix. Linking Agriculture, Conservation and Food Sovereignty. UK y USA: Earthscan.

Philbert A, Lyantagaye SL, Nkwengulila G. 2014. A Review of Agricultural Pesticides Use and the Selection for Resistance to Insecticides in Malaria Vectors. Sci. Res.:120-128.

Pitarch Arquimbau E. 2001. Desarrollo de metodologia analitica para la determinación de plaguicidas organofosforados y organoclorados en muestras biologicas humanas. Universidad JAUME I. Departamento de ciencias experimentales. Química Analítica.

- Ramirez Espitia JA (Universidad PFB, Lacasaña M. 2001. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch. Prevención en Riesgos Laborales:67-75.
- Ramírez Milla LG, Santos Sánchez NF. 2009. Determinación de pesticidas en vegetales mediante cromatografía de gases-espectrometría de masa/masa (GC-MS/MS). Laboratorio de Ciencias Químico-Biológicas del Instituto de Agroindustrias de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- Red Mexicana de Tianguis y Mercados Organicos R. 2012. Certificación Participativa.
- Romero Torres T, Cortinas de Nava C, Gutiérrez Avedoy VJ. 2009. Diagnóstico nacional de los contaminantes orgánicos en México.
- Rosset P. 2003. Food Sovereignty: Global Rallying Cry of Farmer Movements. Inst. Food Dev. Policy Backgrounder 9.
- Ruiz Suárez LE, Geissen V, Bello Mendoza R, Jarquín Sánchez A, Castro Chan RA, Mendoza Carranza M. 2009. Degradación y transporte de etilentiourea (ETU) en suelo y agua de una zona tropical del sureste de México. EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR.
- Sánchez Saldaña K, Betanzos Ocampo P. 2006. Aspectos socioeconómicos y culturales en el uso de agroquímicos y plaguicidas en los Altos de Morelos, México. Rev. Iberoam. Econ. Ecológica 3.
- Torquebieau E. 2000. A renewed perspective on agroforestry concepts and classification. Agronomy:1009-1017.
- Torres-Dosal A, Martínez-Salinas RI, Hernández-Benavides D, Pérez-Vázquez FJ, Ilizaliturri-Hernández C, Pérez-Maldonado IN. 2012. Assessment of the levels of DDT and DDE in soil and blood samples from Tabasco, Mexico. Environ. Monit. Assess. 184:7551-7559.
- Tudela F. 1989. La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco. Mexico, D.F.: El colegio de México, CIVESTAV, IFIAS, UNRISD.UNEP-IAEA. 1982. Determination of DDTs, PCBs and other hydrocarbons in marine sediments by gas liquid chromatography. Reference Methods for Marine Pollution Studies No.

17.

- van den Bosch R. 1989. *The Pesticide Conspiracy*. California, Estados Unidos: Universidad de California.
- van der Wal H, Bongers F. 2012. Biosocial and bionumerical diversity of variously sized home gardens in Tabasco, Mexico. *Agrofor. Syst.* 87,.
- van der Wal H, Huerta E, Torres Dosal A. 2011. *Huertos familiares en Tabasco. Elementos para una política integral en materia de ambiente, biodiversidad, alimentación, salud, producción y economía*. Colección Roviroso, Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental/El Colegio de la Frontera Sur. Villahermosa, Tabasco, México.
- van der Wal H, Suárez Sánchez J, Alcudia Aguilar A, Cerino Zabala M, de la Cruz Arias V, Isidro Hernandez J, Pérez Ramirez I, Santiago Montejó PA, Vargas Dominguez M. 2013. *Huertos familiares y medios de vida en la cuenca baja del río Grijalva en un contexto de globalización y cambio climático*.
- van der Wal JC, Mesa Jurado MA, De la Cruz Arias V, Alcudia Aguilar A, Cerino Zabala M, Flores Reyes L, Isidro Hernandez J, Santiago Montejó PA, Perez Ramirez I, Rios Hernandez A, et al. 2012. Proyecto «Análisis costo-beneficio de la producción del traspatio en los huertos familiares de Tabasco».
- Waliszewski SM, Caba M, Díaz SSR, Saldarriaga-Noreña H, Meza E, Zepeda R, Infanzón R. 2012. Levels of organochlorine pesticides residues in human adipose tissue, data from tabasco, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 89:1062-1067.
- Waliszewski SM, Gomez-Arroyo S, Infanzon RM, Villalobos Pietrini R, Maxwell Hart M. 2003. Comparison of Organochlorine Pesticide Levels Between Abdominal and Breast Adipose Tissue. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*:156-162.
- Wilson C, Tisdell C. 2000. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Econ. Ecol. Environ.* 1:1-29.
- World Agroforestry Centre I. 2014. *Book of Abstracts, 3rd World Congress on Agroforestry, Trees for life - Accelerating the impact of agroforestry*. NuevaDelhi, India.

Zawiyah, S., Y.B. Che Man, S.A.H. Nazimah, C.K. Chin, I. Tsukamoto, A.H. Hamanyza, I. Norhaizan. 2007. Determination of organochlorine and pyrethroid pesticides in fruit and vegetables using SAX/PSA clean-up column. Food Chemistry 102: 98-103

Anexos

Anexo 1. Nombres comerciales de plaguicidas aplicados en los mosaicos en la región de Los Ríos, Tabasco, México. i = insecticida, h = herbicida, f = fungicida, r = raticida.

plaguicida (nombre comercial)	clase	ingrediente activo	n lomeríos	n planicie fluvial	n laderas montaña
acaristop	i	clofentezine: 3,6-bis(2-clorofenil)-1,2,4,5-tetrazina	1	0	0
acefato	h	acefato: O, S-dimetil acetilfosforamidotoato	1	0	0
agromina	h	2,4-D: Sal dimetilamina del ácido 2,4 diclorofenoxiacetico	0	3	0
amina	h	2,4-D: Sal dimetilamina del ácido 2,4 diclorofenoxiacetico	1	1	1
amina 4	h	2,4-D: Sal dimetilamina del ácido 2,4 diclorofenoxiacetico	2	9	7
arrasa	h	paraquat: dicloruro de 1,1 dimetil - 4,4 bupiridilo	0	0	5
arribo	i	cipermetrina: (±)-alfa-ciano-3-fenoxibencil (±)-cis,trans-3-(2,2-diclovinil) -2,2-dimetil ciclopropano carboxilato	2	19	22
atrazina	h	atrazina: 6-Cloro-N2-etil-N4-isopropil-1,3,5-triazina-2,4-diamina	0	9	0
bistar	i	bifentrina: 2-metilbifenil-3-ilmetil (Z)-(1RS,3RS)-3-(2-	0	1	0

plaguicida (nombre comercial)	clase	ingrediente activo	n lomeríos	n planicie fluvial	n laderas montaña
		cloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enil)-2,2-dimetilciclopropancarboxilato			
cerillo	h	paraquat: dicloruro de 1,1 dimetil - 4,4 bipyridilo, diuron: 3 (3,4-diclorofenil) - 1,1 dimetilurea	4	5	0
cipermetrina	i	cipermetrina: (±)-alfa-ciano-3-fenoxibencil (±)-cis,trans-3-(2,2-diclovinil) -2,2-dimetil ciclopropano carboxilato	4	5	0
combat	i	cipermetrina: (±)-alfa-ciano-3-fenoxibencil (±)-cis,trans-3-(2,2-diclovinil) -2,2-dimetil ciclopropano carboxilato	1	0	0
crosser	h	picloram: sal triisopropanolamina del ácido 4,amino 3,5,6-tricloropicolínico; 2,4-D: sal dietanolamina del ácido 2,4 Diclorofenoxiacético	0	0	1
ddt	i	1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano	0	1	0
defensa	h	picloram: sal triisopropanolamina del ácido 4,amino 3,5,6-tricloropicolínico; 2,4-D: sal dietanolamina del ácido 2,4	7	0	0

plaguicida (nombre comercial)	clase	ingrediente activo	n lomeríos	n planicie fluvial	n laderas montaña
		Diclorofenoxiacético			
diabloquat	h	paraquat: dicloruro de 1,1 dimetil - 4,4 bupiridilo	2	0	4
disparo	i	clorpirifos etil: 0,0 dietil 0-3,5,6-tricloro-2-piridil fosforotioato, permetrina: 3-fenoxibencil (1RS,3RS;1RS,3SR)3-(2,2 diclorovinil)-2,2 dimetilciclopropanocarboxilato	1	0	0
endosulfan	i	endosulfán: 6,7,8,9,10,10-hexacloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahidro-6-9-metano- 2,4,3-benzodioxatien 3-óxido alfa(I) y beta(II)	1	0	0
esteron	h	picloram: sal triisopropanolamina del ácido 4,amino 3,5,6-tricloropicolínico; 2,4-D: sal dietanolamina del ácido 2,4 Diclorofenoxiacético	1	1	2
faena	h	glifosato: sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina	1	3	9
fitoamina	h	2,4-D: Sal dimetilamina del ácido 2,4	0	3	0

plaguicida (nombre comercial)	clase	ingrediente activo	n lomeríos	n planicie fluvial	n laderas montaña
		diclorofenoxiacetico			
foley (liquido)	i	paratión metílico metílico: (O,O-dimetil O-4-nitrofenil fosforotioato)	10	12	8
foley (polvo)	i	paratión metílico metílico: (O,O-dimetil O-4-nitrofenil fosforotioato)	2	4	4
folidol	i	paratión metílico metílico: (O,O-dimetil O-4-nitrofenil fosforotioato)	2	0	0
fullmina	h	2,4-D: Sal dimetilamina del ácido 2,4 diclorofenoxiacetico	7	0	7
furadan	h	carborufan: 2,3-dihidro-2,2- dimetil-7-benzofuranil. Metil carbamato	2	0	2
garra ban MO29	i	clorpirifos: 0,0-dietil-0- (3,2,6-tricloro piridinil fosforotioato), permetrina: (3-phenoxypheny)-methyl (+) cistrans -3-(2,2- dicloroethenyl)-2,2- dimethylcyclopropanecarboxl ate	1	0	0
gesaprin	h	atrazina: 6-Cloro-N2-etil-N4- isopropil-1,3,5-triazina-2,4- diamina	0	2	0

plaguicida (nombre comercial)	clase	ingrediente activo	n lomeríos	n planicie fluvial	n laderas montaña
glifosato	h	glifosato: N- (fosfometil)glicina- isopropilamina (1:1) o isopropilaminio N- (fosfometil)glicinato	5	1	2
gramoxone	h	paraquat: dicloruro de 1,1 dimetil - 4,4 bupiridilo	4	3	8
graneril	i	malation: 0,0 dimetil fosforoditioato de dietil mercapto succinato	1	0	0
hacha	h	picloram: sal triisopropanolamina del ácido 4,amino 3,5,6- triclóropicolínico; 2,4-D: sal dietanolamina del ácido 2,4 Diclorofenoxiacético	1	0	0
hierbamina	h	2,4-D: Sal dimetilamina del ácido 2,4 diclorofenoxiacético	1	7	2
hoja anchamina	h	2,4-D: Sal dimetilamina del ácido 2,4 diclorofenoxiacético	1	0	0
lorsban	i	clorpirifos etil: 0,0 dietil 0- (3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato	0	2	3
malation	i	malati3n: 0,0-dimetil fosforoditioato de dietil mercaptosuccinato	0	0	1

plaguicida (nombre comercial)	clase	ingrediente activo	n lomeríos	n planicie fluvial	n laderas montaña
manager	i	imidacloprid: 1-(6-cloro-3-piridin-3-ilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ilidenamina	1	0	0
mata rata - lanirat	r	bromadiolona: 3-[3-(4'-bromodifenil-4-il)-3-hidroxi-1-fenilpropil]-4-hjdroxicumarina	0	0	1
metamidofo s	i	metamidofos: O,S-Dimetil fosforamidotioato	1	0	0
metrifos	i	metamidofos: O,S-Dimetil fosforamidotioato	1	0	0
monitor	i	metamidofos: O,S-Dimetil fosforamidotioato	3	0	0
monopol	i	metomilo: S-metil (EZ)-N-(metilcarbamoiloxi)tioacetimida	1	0	0
palgus	i	spinetoram: (Spinetoram J + Spinetoram L)	13	0	0
paraquat	h	paraquat: dicloruro de 1,1 dimetil - 4,4 bupiridilo	11	10	7
paratión	i	paratión metilico metilico: (O,O-dimetil O-4-nitrofenil fosforotioato)	1	0	1
pastar	h	aminopyralid: sal potásica del ácido 4-amino-3,6-dichloropiridin-2-carboxilico, fluroxypyr metilheptil ester:	8	0	3

plaguicida (nombre comercial)	clase	ingrediente activo	n lomeríos	n planicie fluvial	n laderas montaña
		4-amino-3,5-dicloro-6-fluoro- 2-piridiloxiacético			
perfekthion	i	dimetoato: 0,0-dimetil-S- metilcarbamoil metil- fosforoditioato	2	0	0
picloram	h	picloram: sal triisopropanolamina del ácido 4,amino 3,5,6- tricloropicolínico	1	0	0
previcur	f	propamocarb clorhidrato: Propil 3- (dimetilamino)propilcarbamat o-hidrocloruro	1	0	0
rasta	h	sulfato de cobre: tetraoxosulfato de cobre (II) pentahidratado	0	0	1
sanfosato	h	glifosato: sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina	0	0	1
secamax	h	glifosato: sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina	0	0	1
siroco	i	cipermetrina: (±)-alfa-ciano- 3-fenoxibencil (±)-cis,trans- 3-(2,2-diclovinil) -2,2-dimetil ciclopropano carboxilato	1	4	0
spinetoram	i	spinetoram: (Spinetoram J + Spinetoram L)	1	0	0

plaguicida (nombre comercial)	clase	ingrediente activo	n lomeríos	n planicie fluvial	n laderas montaña
tacsafato	h	glifosato: sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina	0	0	1
tamaron	i	metamidfos: O, S-dimetil fosforo amidotioato	2	2	0
terramicina agropecuaria	f	oxitetraciclina: Clorhidrato de Oxitetraciclina	1	0	0
thiodan 35	i	endosulfán: 6,7,8,9,10,10-hexafluoro-1,5,5a,6,9,9a-hexahidro-6-9-metano-2,4,3-benzodioxatien-3-óxido alfa(I) y beta(II)	1	0	0
tordon	h	picloram: sal triisopropanolamina del ácido 4-amino-3,5,6-tricloropicolínico; 2,4-D: sal dietanolamina del ácido 2,4-Diclorofenoxiacético	0	2	12
tucan	i	cipermetrina: (±)-alfa-ciano-3-fenoxibencil (±)-cis,trans-3-(2,2-diclorovinil) -2,2-dimetil ciclopropano carboxilato	0	0	4
tucan 3	i	cipermetrina: (±)-alfa-ciano-3-fenoxibencil (±)-cis,trans-3-(2,2-diclorovinil) -2,2-dimetil ciclopropano carboxilato	1	0	0
velfosato	h	glifosato: sal isopropilamina de N-(fosfometil) glicina	16	14	10