

MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS DEL CULTIVO DE TOMATE EN CINTALAPA, CHIAPAS, MEXICO

Ramiro Eleazar RUIZ NÁJERA^{1*}, José Alfredo RUIZ NÁJERA²,
Salvador GUZMÁN GONZALEZ³ y Esaú de Jesús PÉREZ LUNA¹

¹ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V. Carr. Ocozocoautla-Villaflores, km.84.5, Tel. y Fax (52) 965 65 21477. Villaflores, Chiapas, México. *rrnajera@hotmail.com

² Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas. Km.1 Carretera Cunduacán-Jalpa de Méndez. A.P. 24 C.P. 86690. Tel. (52) 914 336 0928. Cunduacán. Tabasco. México.

³ Universidad de Colima. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tecomán. Km. 40 Autopista Colima-Manzanillo. Crucero de Tecomán. CP.28100 Tecomán, Col. Mex. Tel. (52) 313 322 94 09

(Recibido enero 2010, aceptado febrero 2011)

Palabras clave: insecticidas, plagas, dosis, equipo de protección personal

RESUMEN

Las prácticas de manejo de insecticidas por los productores de tomate en el municipio de Cintalapa, Chiapas, México, fueron evaluadas mediante un diagnóstico durante el ciclo agrícola de 2008. Para ello, se entrevistó el 17 % de la superficie total cultivada. Las entrevistas se llevaron a cabo tanto en los hogares como en las parcelas sembradas de tomate. Los datos recolectados fueron analizados por estadística descriptiva. Los resultados indican que el 100 % de los productores de tomate utiliza productos químicos para el control de plagas; 71.4 % aplicó insecticidas para controlar la mosca blanca, pulgones y el 5 % para el control de chicharritas. Los insecticidas aplicados fueron: Thiodan ® (OC-ciclodienos), Rescate ® (neonicotinoides), Confidor ®, Calypso ® 480SC (cloronicotínilo) Shot ® (FH-SM + piretroide) Abamectina 1.8 ® (lactonas macrocíclicas), Oberon ® (ketoenoles Tetron -ácido), el Mustang ® y ® Herald (piretroide). Cinco productos fueron aplicados a dosis más bajas, tres a dosis superiores a las recomendadas y solo uno a la indicada por el fabricante. El 80 % de los productores no calibró el equipo de aplicación de plaguicidas y el 98 % no empleó equipo completo de protección para rociar los insecticidas. En consecuencia el 50 % de agricultores entrevistados ha experimentado algún grado de intoxicación. Lo anterior apoya la urgente necesidad de promover la capacitación de los productores en el manejo de plaguicidas para el control IP del tomate.

Keywords: insecticides, pests, doses, protective equipment

ABSTRACT

Management practices of insecticides by tomato growers in the municipality of Cintalapa, Chiapas, Mexico, were evaluated by a diagnosis during the crop cycle of 2008. About 17 % of the total cultivated area was studied and all the tomato growers in such area were interviewed. The interviews were conducted either in the households or in the tomato fields. The collected data were analyzed by descriptive statistics. Results indicate that 100 % of tomato growers used chemical products for pests' control; 71.4 % applied insecticides to control white flies, aphids and 5 % for the rest of leafhoppers.

The insecticides applied were: Thiodan® (OC-cyclodienes), Rescue® (neonicotinoid), Confidor®, Calypso® 480SC (chloronicotinyl) Shot® (FH-SM + pyrethroid) Abamectin 1.8® (macrocyclic lactone), Oberon® (ketoenoles tetron-acid), Mustang® and Herald® (pyrethroid). Five products were applied at lower doses, three at higher than recommended in the product and only one according to manufacturer directions. About 80 % of growers did not calibrate equipment for pesticides application and 98 % did not use protective equipment to spray the chemicals. In that sense, about 50 % of growers have experienced somehow a degree of intoxication. These results indicate that tomato growers urgently need specific training on pesticides management.

INTRODUCCIÓN

En la producción agrícola el uso de insecticidas orgánicos sintéticos ha alcanzado en el último siglo un notable incremento, pero la carencia de regulación en su empleo y el aumento de dosis innecesarias, sin racionalidad, ha tenido efectos perjudiciales en el ambiente y la salud humana. Estas consecuencias se reflejan en la elevación del costo de la protección fitosanitaria, en la aparición de resistencia y de nuevos insectos plaga (IP) o en el aumento de los daños como consecuencia de la eliminación sistemática de los enemigos naturales que los mantenían a niveles tolerables.

En las últimas décadas la resistencia de los IP se ha convertido en un problema mundial. A finales de los años 80 se habían descrito casos de tolerancia a una o más clases de insecticidas en más de 500 especies de insectos y ácaros, de las que el 56.1 % eran de interés agrícola, el 39.3 % de importancia médico-veterinaria y el 4.6 % de artrópodos benéficos (Georghiou 1990).

Investigaciones más recientes agrupan al 80 % de las especies de IP resistentes a insecticidas en los órdenes: Coleoptera, Diptera, Heteroptera y Lepidoptera y el 20 % restante en Thysanoptera (trips), Dictyoptera: Blattaria (cucarachas), Anoplura (piojos), ácaros y garrapatas; así, se reportan más de 700 especies tolerantes a uno o más insecticidas (Bielza y Contreras 2005).

En México los plaguicidas causan un fuerte impacto ambiental y en la salud pública a niveles críticos considerables (Bejarano 1999). Pese a lo anterior existen pocos reportes de intoxicación provocada por estos químicos en los trabajadores agrícolas (Durán y Collí 2000), quienes por sus condiciones sociales laborales y culturales minimizan el riesgo para su salud (Haro *et al.* 2002), o bien ignoran el peligro que enfrentan y que pone en riesgo su vida (Tinoco y Halperin 2001). Hay además fallas de operatividad en la legislación vigente que está orientada a sólo

regular el registro y comercialización de los plaguicidas (Ortiz 2002).

En Oaxaca, por ejemplo, se reportan más de 25 aplicaciones de plaguicidas en el ciclo del cultivo del tomate y su aplicación indiscriminada origina problemas en el agroecosistema como la resistencia y surgimiento de IP, antes considerados secundarios, la eliminación de organismos benéficos, la recalcitrancia de los residuos tóxicos, el riesgo directo para la salud de quien los maneja, así como para los consumidores, y en casos extremos la desaparición del cultivo vegetal en ciertas áreas (Bravo 2002).

Los IP del cultivo del tomate combatidos con insecticidas son: mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius, *Trialeurodes vaporariorum* West), áfidos (*Myzus persicae* Sulzer y *Aphis gossypii* Glover) y psílidos (*Paratriosa cockerelli* Sulc.), vectores de enfermedades virales que afectan hasta el 100 % del cultivo, así como los gusanos del fruto (*Helicoverpa zea* Boddie y *H. virescens* Fabricius) (Bravo 2002).

Por tanto es clave promover el uso racional de insecticidas como cloronicotinilos, organofosforados, piretroides, carbamatos y los de origen orgánico. Igualmente el empleo de la dosis recomendada por el fabricante, la rotación de los insecticidas como base para prevenir los mecanismos de resistencia de los IP, el mantenimiento del equipo de aspersión, la utilización del equipo de protección personal, de las mezclas adecuadas que deben ser complementadas con otras prácticas agronómicas como la época de siembra, la rotación de cultivos, la disposición de rastros, la siembra de variedades del cultivo vegetal tolerantes al daño de los IP, entre otras (Salguero y Morales 1994).

Considerando lo anterior los objetivos de este trabajo fueron investigar las prácticas agrícolas en el cultivo del tomate, los insecticidas asperjados en el control de IP, su dosis, la frecuencia, las mezclas y el equipo de protección personal utilizado para su aplicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de Cintalapa se encuentra en el extremo oeste del Estado se localiza en un espacio entre los paralelos 16° 30" y 16° 45" de latitud norte y entre los meridianos 93° 40" y 94° 00" de longitud oeste, su altitud es de 540 msnm, el clima predominante es semicálido subhúmedo con una temperatura media anual de 24.5 °C, y precipitación pluvial de 800 mm anuales (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal Gobierno del Estado de Chiapas 2005).

El diagnóstico se realizó en el ciclo de cultivo de tomate del año 2008. Se aplicó una encuesta formal individual a 56 productores seleccionados al azar. Estos cultivan el 17 % del área total sembrada, con lo que se cumple lo señalado por reportes previos de Lagunes-Tejeda y Rodríguez-Maciel (1988), quienes afirman que es necesario entrevistar, como mínimo, a los productores del 15 % del área total cultivada. La encuesta contenía preguntas directas y abiertas, lo que facilitó al productor expresar su opinión sobre el problema de IP y de los insecticidas aplicados para su control.

Los ejidos visitados durante este estudio fueron: Rosendo Salazar, Vista Hermosa, Villa Morelos, La Florida, La Candelaria, La Libertad, Lázaro Cárdenas, Mérida, Rancho Brasilia, San Sebastián, Santa Teresa y Tierra Blanca. La encuesta consistió de 25 preguntas divididas en cuatro bloques: manejo de plagas, uso de insecticidas, uso del equipo de aspersión y contaminación.

Se colectaron los principales IP y para su identificación se enviaron al Beneficial Insect Introduction Institute (BIII) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica y al Departamento de Entomología del Instituto Politécnico Nacional de México.

Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico SPSS (1997). Además se realizó el análisis toxicológico recomendado por Lagunes-Tejeda y Rodríguez-Maciel (1988), lo que permitió obtener una clasificación de los insecticidas en el municipio a nivel de grupos toxicológicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uso de insecticidas

Los agricultores opinaron que el cultivo de tomate es susceptible a IP, especialmente a la mosca blanca (*B. tabaci*). Sin el control con insecticidas prácticamente no se obtiene producción, por ello el 71.42 % de lo que se asperja se utilizó para combatir a esa plaga, seguido por un 17.86 % para los áfidos *Myzus persicae* Zulser y *Aphis gossypii* Glover, 1877), 7.14 % para el minador (*Liriomyza sativa* Blanchard) y 3.57 % para las chicharritas (*Empoasca* sp.) como se muestran en el **cuadro I**. Está comprobado que el uso de insecticidas convencionales para el control del IP no tiene resultados satisfactorios. Por ejemplo, aunque se elimine el 90 % de los huevos, ninfas y adultos de *B. tabaci*, dada su capacidad como vector de enfermedades virales, menos de 3 adultos virulentos por planta serían suficientes para que un cultivo sea irreversiblemente afectado. Asimismo, la aplicación de insecticidas no impide que los sobrevivientes migren a otros cultivos vecinos (Polston y Anderson 1999, Ruiz y Aquino 1999).

Los productores también señalaron que la aspersión de insecticidas se hace desde aproximadamente 10 años, principalmente en cultivos de tomate, sandía y chile para el control de diabrotica (*Diabrotica balteata* LeConte, *D. speciosa* Germar), mosca blanca,

CUADRO I. INSECTICIDAS APLICADOS A LAS PLAGAS DEL TOMATE EN EL MUNICIPIO DE CINTALAPA, CHIAPAS

Nombre comercial del insecticida	Plagas y número de productores que lo aplican				Total
	<i>B. tabaci</i>	<i>M. persicae</i> <i>A. gossypii</i>	<i>L. sativa</i>	<i>Empoasca</i> sp	
Thiodan®	16	8	2	2	28
Rescate®	6	0	0	0	6
Confidor®	4	0	0	0	4
Calypso®	2	0	0	0	2
Oberon®	2	2	0	0	4
Herald	2	0	0	0	2
Mustang®	4	0	2	0	6
Disparo®	3	0	0	0	3
Abamectina 1.8®	1	0	0	0	1
Productores que lo utilizan	40	10	4	2	56
Porcentaje	71.42	17.86	7.14	3.57	99.99 %

gusano del fruto (*Heliothis zea* Boddie, *H. virescens* Fabricius) y áfidos (*Myzus persicae* Sulser), en este orden de importancia. Los agricultores consideran que el uso de insecticidas convencionales en el control de los IP del tomate es indispensable, ya que ninguna otra alternativa es eficaz para ese objetivo; en el **cuadro II** se presentan los plaguicidas que los productores aplican. Al respecto, Salazar (1996), Polston y Anderson (1999) y Ruiz y Aquino (1999) reportan que la aspersión unilateral de insecticidas tiene poca o nula eficacia en los IP, pero especialmente en *B. tabaci*, debido a su plasticidad genética, que le confiere la capacidad de alcanzar importantes niveles de resistencia.

Dosis utilizada

En el **cuadro II** se registra que cinco de nueve insecticidas se asperjan a dosis inferiores, tres a dosis superior y sólo uno a la dosis recomendada por el fabricante. El empleo de dosis superiores a las indicadas por el fabricante causa múltiples efectos negativos en el ambiente como la contaminación de ríos, aguas subterráneas y alimentos, además de que induce resistencia en los IP y tiene un elevado riesgo para la salud humana, entre otros. Rodríguez (1999) reporta que dosis inferiores estimulan diversos procesos fisiológicos en los IP, tales como la hormoligosis, fenómeno en el que a menor concentración algunos plaguicidas inducen una respuesta fisiológica específica (Morse 1998). Rozman y Doull (2003) reportan que la hormoligosis es un término empleado para la respuesta del IP, estimulada por bajas dosis de ciertos plaguicidas, lo que causa una condición homeostática que aumenta la capacidad de un IP para resolver retos fisiológicos más allá de los límites de su adaptación normal al ambiente. Está comprobado que hembras de *B. tabaci* expuestas a dosis subletales de plaguicidas organofosforados incrementan su fecundidad (Ortega 1998). En consecuencia el productor se ve obligado a elevar la frecuencia de las aspersiones del insecticida, lo que eleva su concentración; ésta práctica acelera el desarrollo de resistencia simple y cruzada o la múltiple. En el caso que nos ocupa, este fenómeno amenaza seriamente la producción agrícola debido a la insensibilidad de la mosca blanca a consecuencia de una mayor exposición a los químicos usados para su control (Rozman y Doull 2003).

Los agricultores realizaron el mayor número de aspersiones en la etapa fenológica de la floración con el 82.1 %, seguido por 10.7 % a nivel de almárgo, 3.6 % al trasplante hasta antes de la floración y 3.6 % al amarre del fruto (**Fig. 1**). El 100 % de los productores reportaron la aplicación de plaguicidas,

hecho preocupante pues la frecuencia fue equivalente a cuatro o cinco veces por ciclo del cultivo, lo que conlleva el riesgo de resistencia en los IP a los insecticidas. Un número similar de aspersiones se realizan en Costa Rica (Araya *et al.* 2005) y España, países que reportan la aparición de resistencia en la mosca blanca al imidacloprid, perteneciente al grupo toxicológico de los cloronicotinilos (Polston y Anderson 1999).

Elección del insecticida aplicado

Para la compra del insecticida el 98 % de los agricultores considera la recomendación de sus vecinos productores de tomate, rara vez al técnico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) o al vendedor de agroquímicos.

Con respecto a las indicaciones de la etiqueta del envase del plaguicida, el 98 % de los agricultores ignora el color que representa su categoría toxicológica, la fecha de caducidad, la dosis recomendada según el cultivo vegetal, así como el tipo de IP, y no detecta ningún grado de deterioro del envase. Asimismo, el 95 % prepara la mezcla de insecticidas en el campo, cerca del cultivo de tomate. Hechos similares fueron reportados por Hernández *et al.* (2007) con productores de maíz en el Estado de México.

Finalmente se detectó que ninguna autoridad estatal del ramo agropecuario ofrece la asesoría pertinente y solamente una asesoría mínima es hecha por los vendedores de agroquímicos. Es por tanto urgente que organismos oficiales y privados proporcionen tanto la información relacionada con su aplicación, como la relativa a los posibles riesgos para la salud asociados a la aspersión de plaguicidas.

Frecuencia de las aplicaciones

Entre los agricultores se registró que el tiempo entre una y otra aspersión es variable: el 56.6 % lo hace cada 8 días, el 9.6 % en periodos de 15 días, el 10.7 % a intervalos de 5 días y el 10.7 % cada 3 días. Se observó que no respetan las recomendaciones del fabricante tales como tiempo de reingreso al área tratada y periodos sin el uso de estos agroquímicos cuando se asperjan sobre el follaje de tomate en floración para proteger polinizadores. No hay conciencia tampoco sobre la contaminación por plaguicidas en otros cultivos agrícolas, en alimentos, en lagos, en lagunas y en ríos, ni sobre los síntomas de intoxicación y primeros auxilios necesarios para los trabajadores del campo afectados. Se encontró que la mayoría de las aplicaciones se programaron antes del establecimiento del cultivo agrícola, con

CUADRO II. CLASIFICACIÓN DE LOS INSECTICIDAS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE PLAGAS DE TOMATE EN EL MUNICIPIO DE CINTALAPA, CHIAPAS

Nombre comercial	Nombre genérico	Grupo toxicológico	Dosis recomendada por el fabricante (mL/ha)	Dosis aplicada por el productor (mL/ha)	Categoría toxicológica según fabricante	Tiempo de aplicación
Thiodan®	Endosulfan	Organoclorados ciclodienos*	1500-2000	500	Clase II Moderadamente peligroso	10 años
Rescate®	Acetamiprid	Neonicotinoides	200-350	160	III Ligeramente peligroso	10 años
Confidor®	Imidacloprid	Cloronicotinilos	1000	1500	III Ligeramente peligroso	10 años
Disparo®	Clorpirifos etil + permetrina	Organofosforado heterocíclico, enlace P=S, + Piretroide *	1000-1500	320	III Ligeramente peligroso	10 años
Abamectina 1.8®	Avermectinas	Lactona macrocíclica	60-70	160	II Moderadamente peligroso	10 años
Oberon®	Spiromesifen	Ketoenoles (Ácido tetrónico)	400-600	200	IV Plaguicidas que parecen no representar peligro en condiciones normales de uso	10 años
Mustang®	Zeta-cipermetrina	Piretroide*	50-60	500	IV Plaguicidas que parecen no representar peligro en condiciones normales de uso	10 años
Herald®	Fenpropatrin	Piretroide*	400-500	250	IV Plaguicidas que parecen no representar peligro en condiciones normales de uso	10 años
Calypso 480SC®	Thiacloprid	Cloronicotinilos	150-200	160	III Ligeramente peligroso	

* Clasificación de Lagunes-Tejeda y Villanueva 1994

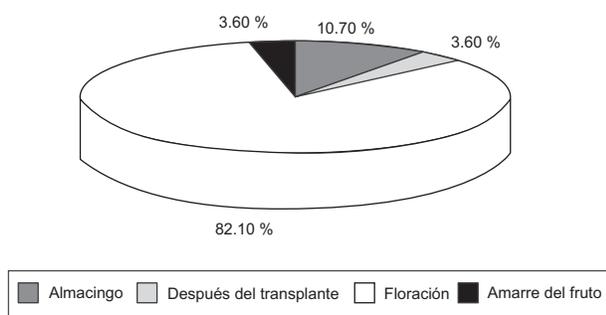


Fig. 1. Etapas fenológicas del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) donde se llevan a cabo las aspersiones de insecticidas

base en un patrón de actividades realizado por agricultores vecinos; datos similares fueron reportados por Araya *et al.* (2005). También se registró que la aspersión se efectúa en función de lo recomendado por el vendedor del insecticida, a falta de un asesor técnico acreditado. La frecuencia de aplicación fue dependiente de la densidad del IP existente, a más

infestación mayor frecuencia de uso, criterio que generalmente no se correlacionó con el daño al cultivo del tomate para justificar el manejo de los insecticidas.

Equipo de protección personal utilizado e intoxicación

Se encontró que un 90 % de los productores no utilizan el equipo completo de protección personal: mascarilla, anteojos, guantes, ropa adecuada y botas, por la incomodidad que implica hacerlo en clima cálido –la temperatura ambiental que alcanza hasta 40 °C– pero también por ignorar los daños que los plaguicidas causan a la salud humana. De hecho se recomienda usar el equipo de protección personal en la manipulación de plaguicidas en el mezclado, en la aplicación, en el almacenaje, en su disposición final, al limpiar el equipo, al estar en contacto con objetos recientemente contaminados con el plaguicida y al lavar ropa contaminada con estos agroquímicos (Johnson 2005).

Al cuestionarles sobre algún caso de intoxicación, el 50 % señaló haber tenido algún daño o síntomas como quemaduras, comezón e irritación de la piel, ardor de ojos, vómito y dolor de cabeza. No obstante, el 90.3 % de los entrevistados respondieron que al concluir la jornada de trabajo se duchaban, el 95.5 % se cambiaba de ropa y de ocurrir alguna intoxicación bebían jugo de limón o leche como antídoto.

En general los trabajadores agrícolas se intoxican con los plaguicidas porque inician la jornada de aplicación a las 7 de la mañana, entre las 9:30 y 10:00 horas almuerzan y aunque señalaron que antes de hacerlo se enjuagan las manos con agua limpia, ello no es de ninguna manera suficiente para eliminar los residuos del insecticida acumulado en su ropa, manos y otras partes del cuerpo que se tocan al estar consumiendo alimentos. Lo anterior es un ejemplo de la ignorancia, la imprudencia, el analfabetismo y los prejuicios que estos trabajadores tienen al considerar que los plaguicidas asperjados no son tóxicos. Esto y el hecho de que los países en vías de desarrollo carecen de un sistema de educación en su manejo y regulación sanitaria (García 1999, Rozas 2003) ha agudizado la problemática.

Estos resultados confirman que los agricultores de tomate requieren de campañas educativas para entender el riesgo al que se exponen con sus familias al no usar los equipos de protección durante el manejo de insecticidas en el control de los IP.

En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) sostiene que el 3 % de la población agrícola de los países subdesarrollados es susceptible a intoxicaciones agudas; otras agencias de salud estiman una morbilidad de entre 8 y 50 casos por 100 000 habitantes, contra los 0.2 casos por cada 100 000 habitantes en países desarrollados. Estas estadísticas no incluyen los posibles efectos crónico

degenerativos en la población que tiene contacto directo e indirecto con los plaguicidas como cáncer, malformación congénita, abortos y esterilidad. En las últimas décadas esto ha obligado a realizar acciones de capacitación en el manejo seguro de insecticidas para evitar problemas de salud en la población humana (Araya *et al.* 2005).

Uso de mezclas

De los agricultores entrevistados, 35.7 % respondieron que realizan mezclas de insecticidas, información que se muestra en el **cuadro III**. Consideran que dos plaguicidas controlan mejor los IP que uno solo, y porque el amigo o compadre les refirió buenos resultados con esta práctica, mezclan, además, los insecticidas con el fertilizante foliar poliquel múltiple, recomendado para la nutrición foliar de cultivos anuales como las hortalizas. El inconveniente de esta práctica es que no realizan pruebas de compatibilidad química, al ignorar que existen insecticidas que por su composición no deben mezclarse con compuestos que tengan pH mayor de 7.5. El empleo de la combinación de plaguicida y fertilizante se hace sin leer las recomendaciones escritas en las etiquetas.

Una elevada cantidad de IP en el cultivo de tomate es incontrolable, por ello el productor aumenta las dosis y utiliza mezclas de insecticidas que aseguren la cosecha del tomate y paguen su precio; se busca también el ahorro de tiempo y mano de obra. No obstante, está comprobado que tal práctica en realidad sólo agudiza el problema, sobre todo por el número reducido de plaguicidas que se asperjan para eliminación de los IP del tomate (García 1999). Como se mencionó antes, está reportado que los IP aumentan su resistencia simple y múltiple a la combinación de plaguicidas con la consecuente pérdida de su efectividad (Ortega, 1998).

CUADRO III. TIPOS DE MEZCLAS DE INSECTICIDAS Y ACARICIDAS QUE REALIZAN AGRICULTORES

Nombre comercial	Nombre genérico	Clasificación	Tipo de plaguicida:
Thiodan® + Mitac®	Endosulfan + Amitraz	Organoclorado Ciclodienos + Triazapentadieno	insecticida + acaricida
Thiodan® + rescate®	Endosulfan + Acetamiprid	Organoclorado Ciclodienos + Acetamida	insecticida + insecticida
Disparo® + Mitac® + Thiodan®	Clorpirifos etil y permetrina + Amitraz + Endosulfan	Organofosforado Heterocíclico, enlace P=S, y Piretroide + Triazapentadieno + Organoclorado Ciclodienos	insecticida + acaricida + insecticida
Thiodan® + Herald® + Mitac®	Endosulfan + Fenpropatrin + Amitraz	Organoclorado Ciclodienos + Piretroide + Triazapentadieno	insecticida + insecticida y acaricida + acaricida

La resistencia de los IP a los insecticidas depende de la genética de cada insecto para sobrevivir a la exposición de dosis letales de estos químicos, ya sea desarrollando mecanismos a nivel sustrato enzima, que impiden que el plaguicida entre en contacto con el sitio activo de la enzima o porque el insecticida fue degradado antes de alcanzarlo (Roush 1996). Aunque en la mayoría de los casos estudiados en detalle se ha reportado que la resistencia de los IP a los insecticidas se debe al incremento en los valores de actividad de la enzima glutatión S-transferasa (GST), más que a cambios cualitativos en enzimas individuales. El aumento de la resistencia puede ser el resultado de una amplificación del gen o, más comúnmente, por un incremento en la velocidad de transcripción genética de la enzima (Enayati *et al.* 2005).

Manejo del equipo de aplicación de plaguicidas

La única manera de aplicar la dosis adecuada de un insecticida es mediante la calibración correcta del equipo de aspersión. Para los de tipo manual o de espalda existen diversas formas. Lo práctico es hacer la calibración por área, por metros de surco o por número de árboles, esto depende del cultivo agrícola que se pretende proteger y del tipo de IP.

Los resultados de esta investigación muestran que el 60.7 % de los agricultores de tomate no calibra el equipo manual de aspersión de plaguicidas, mientras que el 39.3 % lo hacen. Aunque lo que ellos consideran calibración, no lo es técnicamente, pues regulan la salida de la mezcla de insecticidas por la boquilla, si ésta se obstruye, la destapan al soplar con la boca o con un golpe contra una base sólida y accionado del seguro de escape, de esa manera logran el flujo de la mezcla de insecticidas al exterior.

Por lo tanto, el 100 % de los agricultores de tomate no calibran el equipo de aplicación de plaguicidas que utilizan, principalmente por la falta de capacitación y conocimiento técnico, lo que les impide asegurar la efectividad de los insecticidas en el control de los IP y al mismo tiempo disminuir su impacto negativo ambiental y económico (Bogliani *et al.* 2005).

Se analizó también el funcionamiento y manejo de los equipos de aspersión de plaguicidas que los agricultores emplean. En este aspecto más del 50 % no sigue la recomendación del fabricante, a excepción de los volúmenes de insecticidas asperjados por hectárea. Así, el 80 % de los caudales de las boquillas de los equipos no cumple con los valores considerados correctos.

Respecto a la antigüedad del equipo, el 45 % tiene más de 5 años de uso. Su mantenimiento es una vez por año y sin ninguna forma de calibración, sólo se

repara cuando se detecta un desperfecto evidente y normalmente no se preocupan si el aspersor tiene fugas.

Al menos el 20 % de los aspersores de mochila funcionan parcialmente por la carencia de mantenimiento y de limpieza de los filtros, además tienen fugas por ruptura de empaques interiores del tanque, y las boquillas están rotas o trasroscadas. Lo que hace más complicada esta situación es que los agricultores no tienen acceso a la información asociada con equipos modernos de aplicación de plaguicidas, en función de sus características de manufactura y de sus componentes: picos, mangueras, bombas, manómetros, tanques, etc. Todos estos son factores secundarios que, como ya se dijo, inducen resistencia en los IP además de contaminar los productos agrícolas cosechados con los plaguicidas asperjados (Bogliani 1993, Márquez-Delgado 2008).

Almacenaje de los insecticidas antes y después de la aspersión y tratamiento de los envases vacíos

Generalmente el 96.4 % de los agricultores de tomate entrevistados almacenan los plaguicidas y su sobrantes en un cobertizo cerrado, separado de su vivienda y de los animales domésticos.

Se registró que los envases vacíos de los insecticidas se confinan en un contenedor de SAGARPA (Fig. 2) sin eliminar los remanentes del químico como lo señala la NOM-003-STPS-1999 (2002), por lo que esos residuos tóxicos son un riesgo para la vida humana, silvestre y el ambiente. Esta problemática se agudiza más en los países en vías de desarrollo porque no tienen sistemas de regulación, control, sanidad y educación, o si los hay no se aplican. Como resultado se reporta un 99 % de casos de intoxicación humana a consecuencia de esta manera incorrecta de manejar plaguicidas agrícolas (Rozas 2003).



Fig. 2. Contenedor para almacenaje de envases vacíos de plaguicidas en el área de estudio

En general sólo el 40 % de los trabajadores agrícolas que aplican insecticidas fueron capacitados, y de este porcentaje, la tercera parte lo fue en el último año; el resto lo consiguió por otros trabajadores y rara vez por técnicos de SAGARPA. Lo anterior indica que los agricultores no tienen interés por aprender el manejo de los plaguicidas para el control de IP del tomate, pero tampoco la SAGARPA y la Secretaría del Campo del Gobierno del estado de Chiapas (SECAM) ofrecen a los agricultores una asesoría técnica adecuada al problema.

La OMS señala que los insecticidas agrícolas para el control de IP son causantes de un millón de casos de intoxicación aguda accidental por año; de estos un 70 % es ocupacional (Karam *et al.* 2004). Se considera que también la población urbana es afectada indirectamente como resultado del manejo inadecuado que se reporta en las zonas rurales (Kirrane *et al.* 2004).

CONCLUSIONES

Los agricultores de Cintalapa, Chiapas, México, para el manejo de IP del tomate asperjan incorrectamente insecticidas a dosis inferiores o superiores a las recomendadas por el fabricante. En ambos casos causan problemas porque alteran la fisiología de los IP y afectan a la salud humana y al ambiente. Además no utilizan equipo personal de protección en su aplicación y los envases de esos plaguicidas son desechados en un contenedor sin una disposición adecuada. Lo anterior hace urgente la capacitación para el manejo correcto de esos plaguicidas.

Los productores de tomate tienen en los IP uno de los principales limitantes de un rendimiento rentable, lo que los obliga a asperjar insecticidas pero además de que deben hacerlo correctamente, es necesaria la implementación de otras alternativas en el manejo de esa clase de insectos, como el control biológico. También deben establecerse programas de capacitación con base en talleres y conferencias dirigidas a los técnicos agrícolas que asesoran a los agricultores en el control de IP, para que adopten prácticas agrícolas ecológicas con el menor impacto negativo en la salud humana y el ambiente.

La capacitación técnica de los productores debe orientarse en función de cada situación específica, de su idiosincrasia y nivel educativo de los trabajadores agrícolas y en particular a nivel de organización y disposición de los involucrados. Lo ideal es establecer una coordinación de las actividades agrícolas entre el gobierno y el sector social para que cada uno asuma

su responsabilidad en el control de los IP que limitan la producción de tomate.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Dr. Juan Manuel Sánchez Yáñez y al Dr. Francisco Guevara Hernández por sus aportaciones al presente trabajo.

REFERENCIAS

- Araya L., Carazo E. y Cartín V. (2005). Diagnóstico del uso de insecticidas utilizados contra *Bemisia tabacci* (Gennadius) en tomate y chile en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 75, 68-76.
- Bejarano G.F. (1999). Derechos humanos ambientales y plaguicidas químicos. En: Foro Nacional: Derechos humanos y medio ambiente. México D. F., 6 y 7 de julio.
- Bielza P. y Contreras J. (2005). La resistencia a insecticidas en *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Phytoma España* 173, 58-62.
- Bogliani M. (1993). Sur les Techniques d'Application des Produits Phytosanitaires "Memorias". Second International Symposium on Pesticides Application Techniques, Estrasburgo Francia, 22-24 de septiembre.
- Bogliani M., Masiá G. y Onorato A. (2005). Aspectos teóricos y prácticos en las aplicaciones de agroquímicos. Primera Jornada Regional de Fungicidas y Tecnología de Aplicación del Cono Sur. 13-14 de Septiembre de 2005, Bolsa de Comercio de Rosario, Santa Fe, pp. 88-97.
- Bravo M.E. (2002). Uso reducido de insecticidas y control biológico de plagas del jitomate en Oaxaca. *Agric. Téc. Méx.* 28, 137-149. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=60828204>.
- Durán J.J. y Collí Q.J. (2000). Intoxicación aguda por plaguicidas. *Salud Pública de México* 42, 53-55.
- Enayati A. A., Ranson H. y Hemingway J. (2005). Insect glutathione transferases and insecticide resistance. *Insect. Mol. Biol.* 14, 3-8.
- García, J. (1999). El mito del manejo seguro de los plaguicidas en los países en desarrollo. *Manejo Integrado de Plagas* 52, 25-41.
- Georghiou G. P. (1990). Overview of insecticide resistance. En: *Managing resistance to agrochemicals.* (M. B. Green, H.M.LeBaron y W.K. Moberg, Eds.) American Chemical Society, Washington, pp 18-41.
- Haro G.L., Chaín C.T., Barrón A.R. y Bohórquez L.A. (2002). Efectos de plaguicidas agroquímicos: Perfil epidemiológico-ocupacional de trabajadores expuestos. *Rev. Méd. IMSS* 40, 19-24.

- Hernández G.M.M., Jiménez G.Cl., Jiménez A.F.R. y Arceo G.M.E. (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. Ambie.* 23, 159-167.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Chiapas (2005). Enciclopedia de los Municipios de México (Chiapas). <http://www.iturbide.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/07017a.htm>
- Johnson H. R. (2005). Lo que debe saber sobre... Cómo Protegerse al Usar Pesticidas. College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Cooperative Extension Pesticide Education Program. www.extension.psu.edu/extmap.html
- Karam M., Ramírez, G., Bustamante P. y Galván J. (2004). Plaguicidas y salud de la población. *Ciencia. Ergo Sum* 11, 246-254.
- Kirrane E., Hoppin J., Umbach D., Samanic C. y Sandler D. (2004). Patterns of pesticide use and their determinants among wives of farmer pesticide applicators in the agricultural health study. *J. Occup. Environ. Med.* 46, 856-865.
- Lagunes-Tejeda A. y Villanueva, J.A. (1994). Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. 264 pp.
- Lagunes-Tejeda. A. y Rodríguez-Maciel J. C. (1988). Grupos toxicológicos de insecticidas y acaricidas. 2ª ed. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Montecillo, México.
- Márquez-Delgado L. (2008). La Evolución del equipo mecánico para la aplicación de fitosanitarios en los últimos veinte años. *Phytoma* 196, 32-36.
- Morse J.G. (1998). Agricultural implications of pesticide induced hormesis of insects and mites, *ELLE Newsletters* 6(3). <http://www.belleonline.com/76-3.html>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-003-STPS-1999, (2002). Actividades agrícolas- Uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes- Condiciones de seguridad e higiene. *RESPYN*, 3 (3). http://www.respyn.uanl.mx/iii/3/contexto/norma_agricola.html
- Ortega L.D. (1998). Resistencia de *Bemisia argentifolii* a insecticidas: implicaciones y estrategias de manejo en México. *MIP*. 49, 10-25.
- Ortiz R. (2002). Los plaguicidas en México. Monografías. <http://www.monografias.com/trabajos14/losplaguicidas/losplaguicidas.shtml>.
- Polston J. y Anderson, P. (1999). Surgimiento y distribución de Geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate en el hemisferio occidental. *MIP*. 53, 24-42.
- Rodríguez C. (1999). Plaguicidas, necesidad y posibilidades de limitar su uso. Jornadas Internacionales Multidisciplinarias y Tripartitas Agro: Trabajo y Salud, Argentina.
- Roush R. (1996). Chemical resistance: why you should be concerned. *Saudi Horticulture: ornamental and flower crops*. Australia, South Australian Research and Development Institute. p. 1-3.
- Rozas M.E. (2003). Plaguicidas: Costos sociales y ambientales en América Latina. En: Resúmenes del V Encuentro de agricultura orgánica (La Habana, Cuba).
- Rozman K.K. y Doull J. (2003). Scientific foundations of hormesis. Part 2. Maturation, strengths, and possible applications in toxicology, pharmacology, and epidemiology. *Crit. Rev. Toxicol.* 33 (3-4), 451-462 <http://www.crcjournals.com/ejournals>.
- Ruiz J. y Aquino T. (1999). Manejo de *Bemisia tabaci* mediante barreras vivas y *Paecilomyces* en Oaxaca, México. *MIP*. 52, 68-73.
- Salazar E. (1996). Efecto de la densidad de adultos virulíferos de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius), sobre la severidad del mosaico amarillo del tomate, y el rendimiento del cultivo. Escuela de Fitotecnia. Sede del Atlántico. Universidad de Costa Rica. Turrialba. Costa Rica. 57 PAGINAS?
- Salguero V. y Morales J. (1994). Eficiencia de insecticidas para el control de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate. *MIP*. 31, 25-28.
- SPSS (1997). Statistical Package for Social Sciences. Chicago, Illinois.
- Tinoco O.R. y Halperin F.D. (2001). Investigación sobre plaguicidas y salud en Chiapas: Lecciones para compartir. En: *Daños a la salud por Plaguicidas*. (O. Rivero, P. Rizo, G. Ponciano y G. Oláiz, Eds.). Manual Moderno, México-Bogotá, pp.93-105.