

# Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador

## Insecticides and agricultural pest control: the magnitude of its use in crops in some provinces of Ecuador

Dorys T. Chirinos,<sup>1\*</sup> Rossana Castro,<sup>2</sup> Jorge Cun,<sup>3</sup> Jessenia Castro,<sup>4</sup> Soraya Peñarrieta Bravo,<sup>5</sup> Leonardo Solis,<sup>6</sup> Francis Geraud-Pouey<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Docente, Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Ecuador.  
Correo: dtchirinos@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8125-5862>

<sup>2</sup> Docente, Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil, Ecuador.  
Correo: rossyca@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3116-131X>

<sup>3</sup> Docente, Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias. El Oro, Ecuador.  
Correo: jcun@utmachala.edu.ec. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7876-7653>

<sup>4</sup> Docente, Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Ecuador.  
Correo: jcastro@utm.edu.ec. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3415-4318>

<sup>5</sup> Docente, Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Ecuador.  
Correo: spenarrieta@utm.edu.ec. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3511-4019>

<sup>6</sup> Docente, Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Ecuador.  
Correo: lsolis@utm.edu.ec. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0965-1697>

<sup>7</sup> Docente, Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela.  
Correo: fgeraudp@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9850-821>

Editor temático: Claudia María Holguín Aranzazu (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA])

Fecha de recepción: 27/01/2019

Fecha de aprobación: 05/08/2019

Para citar este artículo: Chirinos, D. T., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta, S., Solis, L., & Geraud, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), e1276

DOI: [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num1\\_art:1276](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1276)



Esta licencia permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando se dé el crédito y se licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

\* Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Lodana, vía Santa Ana, km 13,5, provincia de Manabí, Ecuador.

## Resumen

En el control de plagas agrícolas, los insecticidas representan la principal alternativa disponible. Para analizar la magnitud de su uso, se realizaron 539 entrevistas a agricultores en los siguientes cultivos: Cucurbitaceae: melón, *Cucumis melo*, y sandía, *Citrullus lanatus*; Fabaceae: frijol, *Phaseolus vulgaris*; Solanaceae: papa, *Solanum tuberosum*, pimiento, *Capsicum annuum*, y tomate, *Solanum lycopersicum*, ubicados en las provincias Chimborazo, El Oro, Guayas, Loja y Santa Elena, en Ecuador. Se recabó información sobre plagas importantes, tipo de manejo y si resultaba plaguicida químico, y se consignaba nombre genérico, ingrediente activo, toxicidad aguda, dosificación aplicada, frecuencia de aspersiones, periodos de carencia y mezclas de productos. El total de los entrevistados manifestó utilizar mezclas de insecticidas, generalmente elevando las dosificaciones recomendadas sin tomar en cuenta los

periodos de carencia. Además, señalaron realizar 2,6, 1,1, 0,5, 2,0 y 2,8 aspersiones semanales en promedio para cucurbitáceas (melón y sandía), frijol, papa, pimiento y tomate, respectivamente. Las plagas principales mencionadas fueron áfidos (Hemiptera: Aphididae) en cucurbitáceas y pimiento; *Liriomyza* spp. en frijol (Diptera: Agromyzidae), *Premnotrypes vorax* (Coleoptera: Curculionidae) en papa y *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) en tomate. Aproximadamente el 80 % de los insecticidas utilizados pertenecen a las Clase I y II. Los resultados indicaron altas frecuencias de aspersiones, dosificaciones elevadas y alta toxicidad para vertebrados en los insecticidas usados. Dado el impacto de los insecticidas, es necesario estudiar los desequilibrios en los agroecosistemas, efectos en la salud y el ambiente, así como validar alternativas ecológicas y socioeconómicamente más racionales.

**Palabras clave:** desbalances ecológicos, impacto ambiental, manejo del cultivo, plaguicidas, sostenibilidad

## Abstract

In agricultural pest control, insecticides represent the main available alternative. To analyze the magnitude of its use, 539 interviews to farmers were carried out considering the following crops: Cucurbitaceae: melon, *Cucumis melo*, and watermelon, *Citrullus lanatus*; Fabaceae: common bean, *Phaseolus vulgaris*; Solanaceae: potato, *Solanum tuberosum*, pepper, *Capsicum annuum* and tomato, *Solanum lycopersicum*, located in the provinces of Chimborazo, El Oro, Guayas, Loja and Santa Elena. Information was requested on important pests and type of management; if chemical pesticides were used, the following information was registered: Generic name, the active ingredient, acute toxicity, dosage, spraying frequency, waiting periods, and product mixture. All interviewed farmers expressed the use of insecticide mixtures, raising the recommended dosages without considering the waiting periods of each

product. Additionally, farmers reported 2.6, 1.1, 0.5, 2.0, and 2.8 weekly aspersions for cucurbits (melon and watermelon), common bean, potato, pepper, and tomato, respectively. The main pests mentioned were: aphids (Hemiptera: Aphididae) in cucurbits and pepper, *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) in common bean, *Premnotrypes vorax* (Coleoptera: Curculionidae) in potato and *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) in tomato. Approximately 80 % of the insecticides used belong to Class I and II. The results indicated high spraying frequencies, high dosages and high toxicity for vertebrates with the insecticides used by farmers. Given the impact of insecticides, it is necessary to study imbalances in agroecosystems, effects on health, and also on the environment, as well as to validate more rational ecological and socio-economic alternatives.

**Keywords:** crop management, ecological imbalances, environmental impact, pesticides, sustainability

## Introducción

A partir de la segunda mitad del siglo XX, en Ecuador el proceso de extensión de la producción agrícola ha estado acompañado de la aplicación de tecnologías modernas, basadas en un alto uso de insumos químicos, entre los que destacan los insecticidas (Crissman, Espinoza, & Herrera, 2002; Naranjo, 2017). Sin embargo, la aplicación de esas tecnologías químicas generalmente no está sustentada con suficiente investigación acerca del impacto del uso frecuente de insecticidas sobre la estructura y funcionamiento de los agroecosistemas. Por consiguiente, el uso indiscriminado de plaguicidas químicos, en vez de disminuir los problemas de plagas, frecuentemente los incrementa, conllevando serios problemas en la producción, bien sea por desbalances ecológicos o por la surgencia de resistencia de insectos y ácaros a estos productos (Chirinos & Geraud-Pouey, 2011; Chirinos, Diaz, & Geraud-Pouey, 2014; Nicholls, 2008).

A pesar de las aplicaciones excesivas de productos químicos para el control de plagas en varias ocasiones, se han generado ataques devastadores por algunos insectos que no pudieron ser controlados (Chirinos & Geraud-Pouey, 2011). El costo elevado dentro de la economía de producción, junto con las pérdidas cuantiosas por plagas fuera de control, ha representado serias limitaciones para la producción de cultivos (Herrera, 2010; Nicholls, 2008; Pimentel, 2005). Además, las aplicaciones continuas de productos tóxicos plantean riesgos severos a la salud de los operarios agrícolas y de los consumidores (Del Puerto, Suárez, & Palacio, 2014; Fernández, Mancipe, & Fernández, 2010; Naranjo, 2017; Pimentel, 2005), así como graves problemas de contaminación de suelos y aguas (Aktar, Sengupta, & Chowdhury, 2009; Castillo, Subovsky, Sosa, & Nunes, 2007; Flores-García, Molina-Morales, Balza-Quintero, Benítez-Díaz, & Miranda-Contreras, 2011; Molina-Morales, Flores-García, Balza-Quintero, Benítez-Díaz & Miranda-Contreras, 2012).

Estos aspectos obligan a reconsiderar los enfoques de la producción agrícola, especialmente en lo referente a sus bases ecológicas y criterios socio-

económicos relacionados con beneficios y pérdidas, con el fin de retomar formas ancestrales de manejo de plagas y hacerlas evolucionar dentro del marco de los nuevos conocimientos científicos y tecnológicos.

Como primer paso para reorientar los criterios del manejo de plagas, se requiere documentar la magnitud en el uso de insecticidas químicos, con el fin de generar ulteriores programas de manejo de plagas tendientes a disminuir el uso de estos agroquímicos de alto impacto ambiental. En este sentido, este trabajo tuvo como fin analizar la magnitud del uso de insecticidas en el manejo de plagas en cultivos de importancia económica, en localidades de algunas provincias de Ecuador.

## Materiales y métodos

Durante el periodo marzo de 2015-abril de 2016, en Ecuador se aplicaron 539 entrevistas de un total de 578 agricultores distribuidos en 13 localidades, en las provincias Chimborazo, El Oro, Guayas, Loja y Santa Elena (tabla 1, figura 1). Los cultivos se seleccionaron de acuerdo con el listado de cultivos de importancia en las provincias en estudio (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2017): Cucurbitaceae: melón, *Cucumis melo* L., sandía, *Citrullus lanatus* (Thunb.); Fabaceae: frijol, *Phaseolus vulgaris* L.; Solanaceae: papa, *Solanum tuberosum* L., pimiento, *Capsicum annuum* L., y tomate, *Solanum lycopersicum* L. Dichos cultivos se siembran a cielo abierto y generalmente se utilizan para el consumo interno del país.

En la provincia de Chimborazo se realizaron encuestas en el cantón Pallatanga a productores de frijol, pimiento y tomate, y en el cantón Colta se entrevistaron productores de papa. En la provincia El Oro, se aplicaron encuestas en las zonas bajas de Arenillas, Chacras y Palmales para productores de melón, sandía, pimiento y tomate, mientras que en su zona alta, en Chillas, se encuestaron productores de papa. En el caso de la provincia de Guayas, las encuestas se aplicaron en Pedro Carbo, Sabanilla y Milagro a productores de melón, sandía, tomate y pimiento. En la provincia de Loja se entrevistaron

productores de papa de Malacatos y Vilcabamba. Finalmente, para la provincia de Santa Elena, fueron encuestados productores de melón, sandía y tomate de las zonas de Chanduy y El Morro. Con base en el total de agricultores por región en las diferentes provincias, se calculó el tamaño de la muestra para las entrevistas, aplicando la fórmula 1 para poblaciones finitas.

$$n = \frac{N \cdot Z\alpha^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + N \cdot Z\alpha^2 \cdot p \cdot q} \quad \text{Fórmula 1}$$

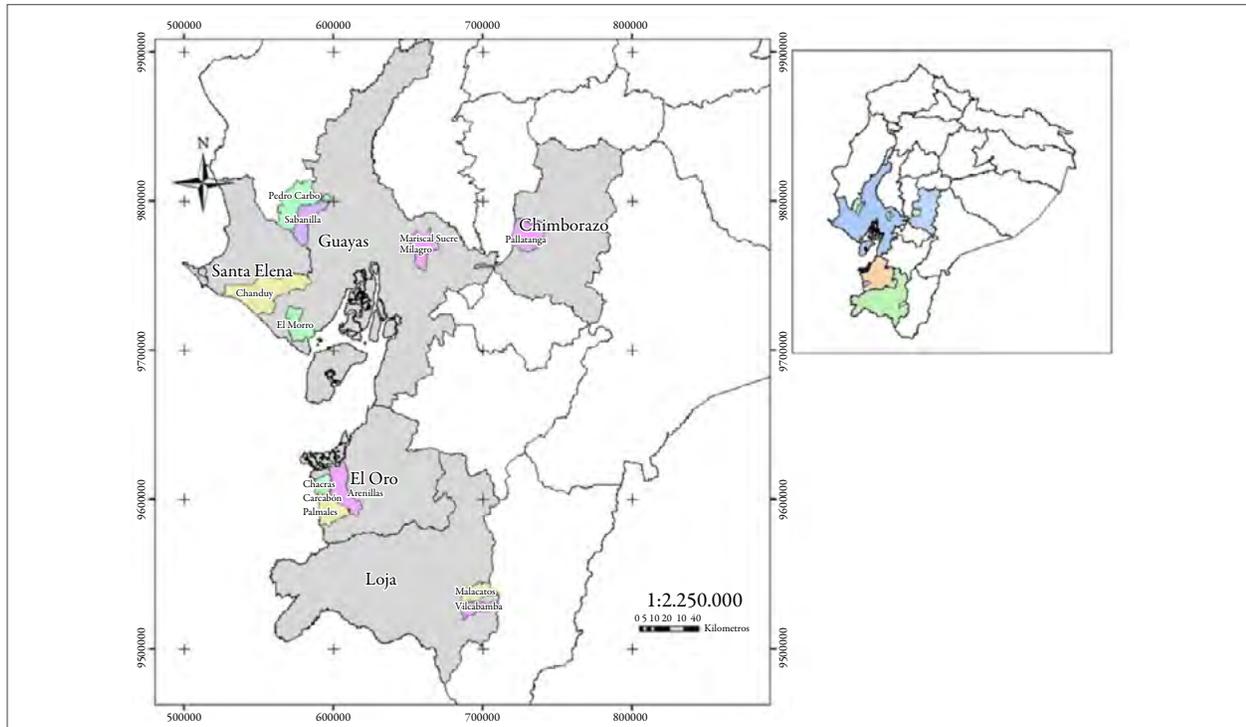
Donde  $N$  es el total de la población,  $Z\alpha$  es 1,96 al cuadrado (con seguridad del 95 % = 0,95),  $p$  es proporción esperada (en este caso 5 % = 0,05),  $q = 1 - p$  (en este caso 1 - 0,05 = 0,95) y  $d$  es precisión (5 % = 0,05).

El número de agricultores entrevistados para cada cultivo, obtenidos del cálculo del tamaño de la muestra, están señalados en la tabla 2. Los requerimientos de las encuestas están referidos en la figura 2. Con la información de los nombres de la especie de plaga tratada para cada cultivo, se les solicitó que mencionaran los tres problemas de plagas más relevantes en orden del 1 a 3, siendo el 1 el más importante. Con esto se calculó el porcentaje de importancia referido por el agricultor para cada plaga y el porcentaje de agricultores que utilizaban los insecticidas como principal alternativa de manejo, los productos más utilizados por cultivo, la frecuencia de uso (expresado en porcentaje de aplicaciones de este con respecto al número total de insecticidas aplicados), y separados por categorías de toxicidad (World Health Organization [WHO], 2009). Además, se determinó el promedio de aspersiones semanales de insecticidas para cada cultivo y dosificación de ingrediente activo (ia) por litro de mezcla.

**Tabla 1.** Número de agricultores totales por provincia y cultivo en las zonas visitadas.

| Provincias  | Cultivos |        |        |      |        |          |
|-------------|----------|--------|--------|------|--------|----------|
|             | Melón    | Sandía | Frijol | Papa | Tomate | Pimiento |
| Chimborazo  | 0        | 0      | 50     | 20   | 35     | 25       |
| El Oro      | 15       | 15     | 0      | 12   | 17     | 22       |
| Guayas      | 60       | 60     | 45     | 0    | 32     | 25       |
| Loja        | 0        | 0      | 0      | 30   | 0      | 0        |
| Santa Elena | 40       | 35     | 0      | 0    | 15     | 25       |
| Total       | 115      | 110    | 95     | 62   | 99     | 97       |

Fuente: Elaborado con base en datos de INEC (2017) para las localidades por provincia

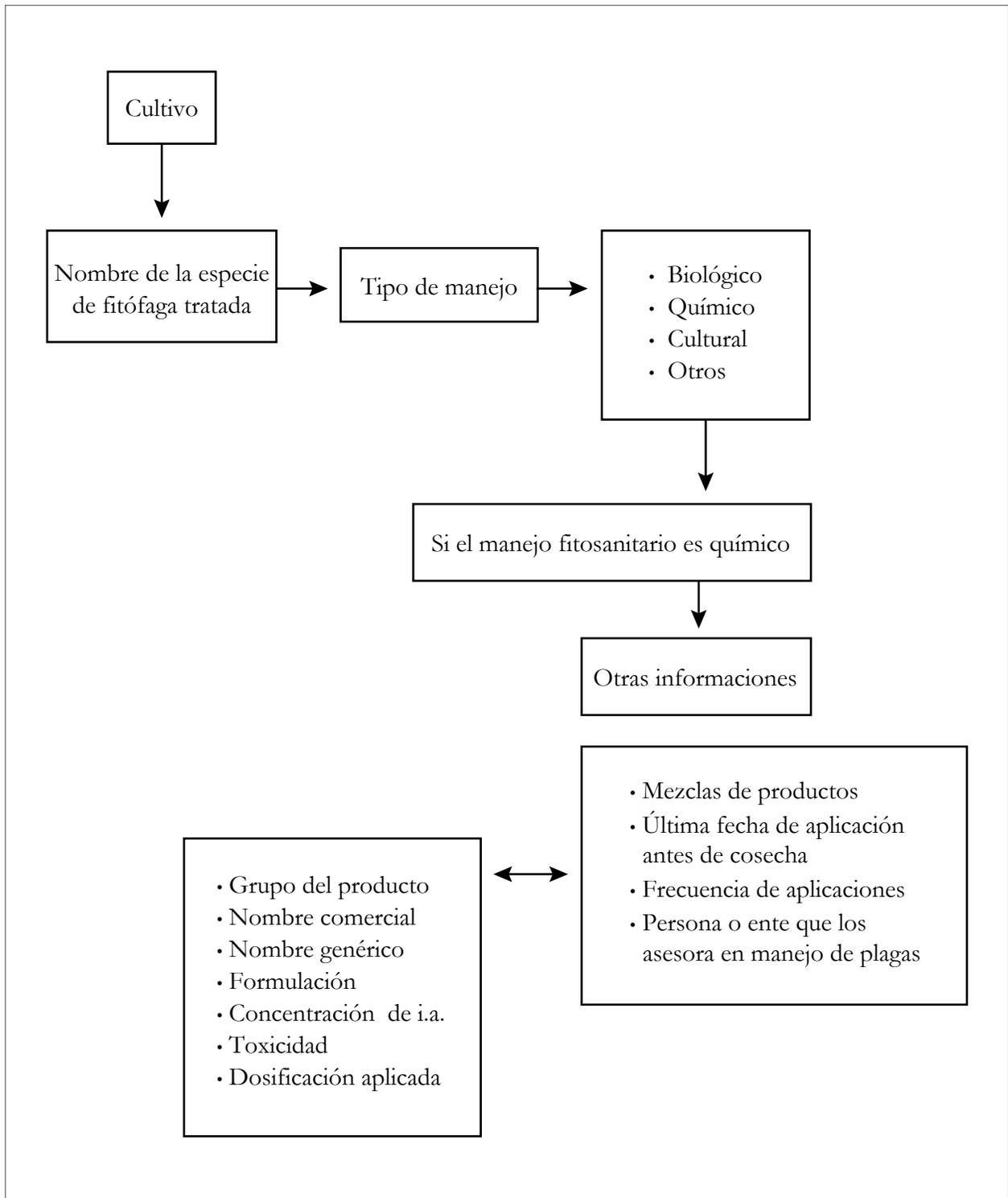


**Figura 1.** Mapa de Ecuador mostrando las localidades en las provincias visitadas. Figura realizada con ArcGIS 10.1. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.** Número de agricultores entrevistados por provincia y cultivo, determinados con la fórmula de cálculo de tamaño de muestra para poblaciones finitas con base en el total de agricultores por la zona visitada

| Provincias   | Cultivos   |            |           |           |           |           |
|--------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|              | Melón      | Sandía     | Frijol    | Papa      | Tomate    | Pimiento  |
| Chimborazo   | 0          | 0          | 45        | 20        | 33        | 23        |
| El Oro       | 15         | 15         | 0         | 12        | 17        | 21        |
| Guayas       | 53         | 53         | 41        | 0         | 30        | 24        |
| Loja         | 0          | 0          | 0         | 28        | 0         | 0         |
| Santa Elena  | 37         | 33         | 0         | 0         | 15        | 24        |
| <b>Total</b> | <b>105</b> | <b>101</b> | <b>86</b> | <b>60</b> | <b>95</b> | <b>92</b> |

Donde hay cero (0) entrevistas es porque en la localidad visitada el cultivo no es predominante. Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.** Información contenida en las encuestas aplicadas a los agricultores por cultivo y zona visitada.

Fuente: Elaboración propia

Durante las visitas se colectaron muestras de adultos de insectos importantes asociados con los cultivos señalados, para corroborar las identificaciones de

las especies mencionadas por los agricultores. Para identificar los adultos de parasitoides asociados con especies de *Liriomyza* (en fase de larva y pupario),

fueron colocados en cría, en el Laboratorio de Entomología de la Universidad Agraria del Ecuador (Temperatura: 25-26 °C y Humedad Relativa: 66-72 %). La metodología seguida para las crías ha sido referida por Chirinos, Castro y Garces (2017). Hojas colectadas en el campo con daños por *Liriomyza* spp. se colocaron en bandejas plásticas rectangulares (20 cm × 28 cm × 6 cm; ancho × largo × alto) que contenían papel absorbente humedecido, con el fin de extraer larvas y pupas de parasitoides desarrolladas de larvas de *L. sativae* parasitadas. Una vez formadas, las pupas de los parasitoides se colocaron individualmente en cápsulas de gelatina transparente hasta la emergencia de los adultos. Por otro lado, de la bandeja también fueron obtenidos puparios del minador y se trasladaron a cápsulas Petri de plástico (9 cm de diámetro) que contenían en su interior papel absorbente humedecido. A partir del pupario se esperaba la emergencia del adulto del fitófago o de algún parasitoide.

Los adultos colectados fueron identificados mediante comparación con especímenes de referencia existentes en el Museo de Artrópodos, Universidad del Zulia, Maracaibo, estado Zulia, Venezuela, y están resguardados en la colección entomológica de la Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

Durante las encuestas, los insecticidas mencionados coincidieron por cultivo, independientemente de la provincia visitada, por lo que la situación de las aplicaciones de insecticidas fue analizada para cada cultivo por separado, excepto para el caso de cucurbitáceas, donde existen muchas similitudes en ciclo, especies de plagas y controles, por lo cual los cultivos (melón y sandía) son tratados en los resultados como cucurbitáceas.

### Análisis estadísticos

Se llevó a cabo estadística descriptiva (medias) para las diferentes variables. Los plaguicidas se evaluaron según su toxicidad mediante la Prueba de Chi-Cuadrado ( $p < 0,05$ ). Los problemas en orden de importancia fueron analizados mediante la Prueba H de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ). Las

dosificaciones usadas y recomendadas fueron comparadas mediante la Prueba de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

## Resultados y discusión

El total de los entrevistados señalaron que basan el control de plagas insectiles en la aplicación de insecticidas químicos, cuyos resultados se analizan por cultivo a continuación.

### Cucurbitaceae

Como principales problemas de plagas, los agricultores mencionaron áfidos, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) y moscas blancas del complejo *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), seguido de los gusanos del género *Diaphania* (Lepidoptera: Crambidae), el gusano de la hoja, *Diaphania hyalinata* L., y el perforador del fruto, *Diaphania nitidalis* Stoll (tabla 3;  $p < 0,05$ ), para cuyos controles refirieron realizar en promedio 2,6 aspersiones semanales de insecticidas (rango: 2-3; tabla 3). Estas frecuencias de aspersiones son muy superiores a las reportadas por Valarezo, Cañarte, Navarrete, Guerrero y Arias (2008), quienes señalaron que el 100 % de los productores de melón y sandía de la provincia de Santa Elena, Ecuador, aplicaban insecticidas aproximadamente una vez por semana para el control de la mosca blanca, lo que califican como “uso de insecticidas sumamente alto”.

Los agricultores indicaron que, para manejar las especies de insectos chupadores, usaban principalmente insecticidas neonicotinoides, lo que coincide con lo referido por Valarezo et al. (2008). Las especies de *Diaphania* eran controladas con metomilo, metamidofos, profenofos y fipronil; los tres primeros, muy tóxicos y con mayor porcentaje de uso (tabla 4) respecto al último (tabla 5). La frecuencia de aplicaciones semanales aquí obtenida representaría de 23 a 34 totales en un ciclo de cultivo (60-90 días). Vargas-González et al. (2016) señalaron 21 aplicaciones de plaguicidas durante un ciclo de cultivo de melón en Comarca Lagunera, México, lo que está por debajo de lo aquí estimado.

**Tabla 3.** Número de aspersiones semanales (Ap) (medias  $\pm$  desviación estándar) y principales problemas de plagas señalados en los diferentes cultivos

| Cultivos                          | Ap            | N   | Principales problemas (% de importancia referido)   |
|-----------------------------------|---------------|-----|---|
| Cucurbitáceas<br>(melón + sandía) | 2,6 $\pm$ 0,8 | 206 | 1. <i>Aphis gossypii</i> (34,95 % a)<br>2. <i>Bemisia tabaci</i> (33,02 % a)<br>3. <i>Diuraphis hyalinata</i> y <i>D. nitidalis</i> (32,03 % b)   |
| Frijol                            | 1,1 $\pm$ 0,4 | 86  | 1. <i>Liriomyza</i> spp. (40,70 % a)<br>2. <i>Aphis craccivora</i> (36,04 % ab)<br>3. Moscas blancas (23,26 % b)  |
| Papa                              | 0,5 $\pm$ 0,3 | 60  | 1. <i>Premnotrypes vorax</i> (55,00 % a)<br>2. <i>Epitrix</i> sp. (26,67 % b)<br>3. Polillas minadoras (Gelechiidae) (18,33 % c)  |
| Pimiento                          | 2,0 $\pm$ 0,7 | 92  | 1. Áfidos <i>A. gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i> (37,89 % a)<br>2. <i>Polyphagotarsonemus latus</i> , <i>Tetranychus urticae</i> (35,78 % a)<br>3. <i>Prodiplosis longifila</i> (26,33 % b) |
| Tomate                            | 2,8 $\pm$ 0,8 | 95  | 1. <i>P. longifila</i> (73,91 % a)<br>2. <i>Liriomyza</i> spp. (Diptera: Agromyzidae) (16,30 % b)<br>3. Moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) (9,79 % b)                                      |

% de importancia referido: medias con igual letra no difieren significativamente. Comparaciones hechas con la Prueba H de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ )

Fuente: Elaboración propia

### Fabaceae: *Phaseolus vulgaris*: frijol

Las plagas referidas por los agricultores para el cultivo de frijol fueron los minadores de hojas, *Liriomyza sativae* y *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae), así como áfido negro, *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae), seguido de las especies moscas blancas *B. tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) (tabla 3;  $p < 0,05$ ). Tanto estas especies de minadores de hojas como de moscas blancas son considerablemente polífagas (Tong-Xian, Kang, Heinz, & Trumble, 2009; Abdul-Rassoul & Al-Saffar, 2014; Chirinos et al., 2014; Romy, Geraud-Pouey, Chirinos & Demey, 2016), pero independientemente de las plantas hospederas, durante este estudio se encontraron diferencias en cuanto a su distribución altitudinal. Así, *L. sativae* y *B. tabaci* estuvieron presentes en

zonas bajas de El Oro y Guayas, mientras que *L. huidobrensis* y *T. vaporariorum*, en zonas altas de Chimborazo, Loja y El Oro. Para el control de minadores de hojas los agricultores utilizaban principalmente abamectina y cipermetrina más lambda cihalotrina (tabla 5), pero también organofosforados (metamidofos) y carbamatos (metomilo) (tabla 4), realizando una aplicación semanal en promedio, generalmente mezclando algunos de los insecticidas mencionados. En el caso del áfido negro y moscas blancas, señalaron aplicar acetamiprid y buprofezin, respectivamente (tabla 7).

La manera en que los agricultores refrieron utilizar insecticidas en frijol, especialmente para controlar minadores de hoja, resulta controversial, dada la presencia de controladores biológicos naturales, entre los que se encuentran especies de parasitoides

detectadas en este estudio, tales como *Closterocerus* sp. y *Chrysocharis* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) (parasitoides de larva), así como *Ganaspidium* sp. (Hymenoptera: Figitidae) y *Halticoptera* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) (parasitoides larva-

pupario). Esta diversidad de parasitoides asociados con *Liriomyza* está ampliamente referida en la literatura (Abdul-Rassouly & Al-Saffar, 2014; Hernández, Guo, Harris, & Liu 2011; Osmankhil, Mochizuki, Hamasaki, & Iwabuchi, 2010).

**Tabla 4.** Insecticidas sumamente peligrosos (Ia) y muy peligrosos (Ib) tóxicos (Clase I) y dosificación (g o mL de i.a.L<sup>-1</sup>) usada (DU) y recomendada (DR) en algunos cultivos en provincias del Ecuador

| Cultivos                                      | Insecticida | Grupo Químico   | DU         | DR  | % Uso |
|---|-------------|-----------------|------------|-----|-------|
| Papa, pimiento                                | carbofuran  | Carbamato       | 0,7 - 1,75 | 0,6 | 5,0   |
| Cucurbitáceas, frijol, papa, pimiento, tomate | metamidofos | Organofosforado | 1,2 - 1,8  | 0,8 | 11,3  |
| Cucurbitáceas, frijol, pimiento, tomate       | metomilo    | Carbamato       | 0,4 - 1,1  | 0,5 | 7,1   |
| Cucurbitáceas, frijol, papa, pimiento         | profenofos  | Organofosforado | 0,75 - 2,5 | 0,8 | 12,1  |

Fuente: Elaboración propia

Experimentos de campo realizados por Chirinos et al. (2017) con el minador de la hoja, *L. sativae*, en Ecuador mostraron que en parcelas de frijol libres de aplicaciones de insecticidas había alto parasitismo asociado con bajas poblaciones de este fitófago, lo que contrastaba con lo observado en otras parcelas tratadas con aplicaciones continuas de insecticidas químicos, donde los altos niveles poblaciones estuvieron asociados a bajos porcentaje de parasitismo. Esos resultados, junto con investigaciones realizadas en otras latitudes (Chirinos et al., 2014; Tran, 2009; Tran, Tran, Konishi, & Takagi, 2006), sugieren que las aplicaciones de insecticidas para el control del insecto son innecesarias e interfieren con el control biológico natural de estas especies, lo que puede generar riesgos de resistencia.

**Solanaceae: *Solanum tuberosum*: papa**

Los agricultores mencionaron como problema más relevante para el cultivo de papa al gusano blanco, *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleoptera:

Curculionidae). La pulguilla, *Epitrix* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) y varias especies de polillas minadoras (Lepidoptera: Gelechiidae) fueron referidas en segundo y tercer orden de importancia ( $p < 0,05$ ), respectivamente. Para el control de estos insectos, refrieron hacer una aplicación de insecticidas cada 15 días, lo que es similar a lo señalado para otras zonas del país (Aldás, 2012). *Premnotrypes vorax* es considerado un problema importante de este cultivo (Gallegos, Avalos, & Castillo, 1997). Para controlarlo, a pesar de las restricciones legales (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario [Agrocalidad], 2013), usaban carbofuran. También señalaron el uso de insecticidas que contenían mezclas de lambda cihalotrina y tiametoxam, así como otros usados individualmente (lambda cihalotrina, cipermetrina, metamidofos o profenofos). Estos resultados son similares a los obtenidos por Aldás (2012), quien observó que los insecticidas más utilizados en el control de plagas de este cultivo fueron formulaciones comerciales de mezclas de lambda cihalotrina y tiametoxam, o bien carbofuran y lambda cihalotrina.

**Tabla 5.** Insecticidas moderadamente peligrosos (Clase II) y dosificación (g o mL de i.a.L<sup>-1</sup>) usada (DU) y recomendada (DR) en algunos cultivos en provincias del suroeste del Ecuador

| Cultivos                                | Insecticida                     | Grupo Químico               | DU         | DR   | % Uso |
|---|---------------------------------|-----------------------------|------------|------|-------|
| Cucurbitáceas, frijol, pimiento, tomate | Abamectin                       | Avermectina                 | 0,02-0,04  | 0,02 | 2,1   |
| Frijol, papa, tomate                    | Cipermetrina                    | Piretroide                  | 0,5-1,25   | 0,2  | 5,0   |
| Tomate                                  | Clorpirifos                     | Organofosforado             | 1,9-2,9    | 0,5  | 1,4   |
| Pimiento, tomate                        | Diazinon                        | Organofosforado             | 0,9-1,8    | 0,6  | 1,4   |
| Frijol, pimiento                        | Dimetoato                       | Organofosforado             | 0,8-1,6    | 0,4  | 0,7   |
| Pimiento, tomate                        | Endosulfan                      | Organoclorado               | 0,7-1,75   | 0,5  | 2,1   |
| Cucurbitáceas                           | Fipronil                        | Fenilpirasol                | 0,08-0,24  | 0,05 | 0,7   |
| Cucurbitáceas, pimiento, tomate         | Imidacloprid                    | Neonicotinoide              | 0,7-1,05   | 0,6  | 12,8  |
| Papa, pimiento                          | Lambda cihalotrina              | Piretroide                  | 0,05-0,125 | 0,03 | 5,7   |
| Pimiento, tomate                        | Pirimifos metil                 | Organofosforado             | 1,0-2,5    | 0,8  | 7,1   |
| Papa, frijol                            | Tiametoxan + Lambda cihalotrina | Neonicotinoide + Piretroide | 0,5-0,7    | 0,5  | 5,0   |

Fuente: Elaboración propia

Dada la importancia de *P. vorax* como plaga de este cultivo en Ecuador (Landázuri, Gallegos, & Barriga, 2005) y de las otras especies mencionadas, así como el impacto de los insecticidas utilizados para el control de estas, es necesario realizar estudios de la dinámica poblacional y de los daños causados, en lotes de observación no interferidos por plaguicidas, para definir los factores verdaderamente limitantes de la producción que permitan evaluar y proponer manejo más racionales. Existen experiencias previas en las que se han probado alternativas de menor impacto ambiental tanto para *P. vorax* (Landázuri et al., 2005) como para *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Bosa et al., 2008).

### Solanaceae: *Capsicum annuum*: pimiento

Los principales problemas entomológicos señalados para el cultivo de pimiento fueron los áfidos *A. gossypii* y *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae), las especies de ácaros, *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae) y *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) ( $p < 0,05$ ), difiriendo significativamente de la negrita o liendrilla, *Prodidiplosis longifila* (Gagné) (Diptera: Cecidomyiidae). Para controlar estos problemas, los agricultores realizaban en promedio dos aspersiones semanales de insecticidas (tabla 3). Durante las inspecciones de campo realizadas para corroborar la presencia de las

especies mencionadas, no se observaron infestaciones ni daños por *P. longifila* en ninguno de los cultivos de pimiento revisados (92 campos de pimiento), a pesar de ser referida como la segunda causa de aplicaciones de insecticidas. Valarezo, Cañarte, Navarrete y Arias (2003) refirieron que, en entrevistas realizadas a agricultores de diferentes provincias de Ecuador, estos listaron al menos 15 cultivos hospederos de esta especie, incluyendo el pimiento. Sin embargo, la misma investigación señaló que un porcentaje apreciable de agricultores (hasta 70 %) manifestó no conocer otros hospederos de “esta plaga” diferentes a tomate.

*Prodidiplosis longifila* es un problema importante en tomate, pero no en pimiento. Según las observaciones realizadas en campos de pimiento, los daños más notorios en este cultivo son los causados por áfidos y ácaros, que de manera previa a evaluación podrían ser controlados fácilmente con aplicaciones selectivas de neonicotinoides y de acaricidas específicos, respectivamente. En otras palabras, para el pimiento no se observaron mayores limitantes fitosanitarias y, en consecuencia, no se justifica la cantidad de aplicaciones de plaguicidas, incluyendo algunos de alto impacto ambiental y toxicidad como carbofuran, metomilo y metamidofos (tabla 4).

**Tabla 6.** Insecticidas ligeramente tóxicos (Clase III) y dosificación (g o mL de i.a.L<sup>-1</sup>) usada (DU) y recomendada (DR) en algunos cultivos en provincias del suroeste del Ecuador

| Cultivos                 | Insecticida                        | Grupo Químico              | DU        | DR   | % Uso |
|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------|------|-------|
| Pimiento                 | acefato + imidacloprid             | Fosforado + Neonicotinoide | 1,13-1,66 | 1,3  | 0,7   |
| Frijol, pimiento, tomate | acetamiprid                        | Neonicotinoide             | 0,4-0,6   | 0,13 | 5,0   |
| Tomate                   | ciromazina                         | Triazina                   | 0,75-2,25 | 0,13 | 0,7   |
| Cucurbitáceas, tomate    | clorfenapir                        | Pirrol                     | 0,4-0,6   | 0,3  | 1,4   |
| Frijol                   | diflubenzuron + lambda cihalotrina | Benzoilurea + Piretroide   | 0,7-0,88  | 0,62 | 0,7   |
| Cucurbitáceas, tomate    | malathion                          | Fosforado                  | 0,86-1,71 | 0,4  | 1,4   |
| Tomate                   | thiociclam                         | No clasificado             | 0,5-1,0   | 0,37 | 0,7   |

Fuente: Elaboración propia

### Solanaceae: *Solanum lycopersicum*: tomate

En este cultivo, si bien los agricultores mencionaron a las moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) y a *Liriomyza* spp. como problemas, *P. longifila* resultó la razón principal de aplicación de insecticidas ( $p < 0,05$ ), iniciadas pocos días después del trasplante, alcanzando en promedio 2,8 aplicaciones por semana (tabla 3) (rango: 2-4 aplicaciones/semana). Valarezo

et al. (2003) señalaron que, desde hace unas tres décadas, *P. longifila* es la especie considerada como el problema principal de plagas del tomate en Ecuador, que fue detectada por primera vez en el país en 1986, en el Cantón Arenillas (provincia El Oro), y posteriormente determinada su presencia en 12 provincias, en la zona costera y valles interandinos, con una distribución altitudinal desde nivel del mar hasta 1.800 m s. n. m.

Los mismos investigadores expresaron que este insecto ha limitado la producción de tomate (unas 6.000 ha), por lo que la totalidad de los productores han aplicado indiscriminadamente productos químicos, llegando en algunas zonas al abandono del cultivo, debido a la pérdida de rentabilidad. Las 2,8 aplicaciones semanales aquí detectadas, representarían un total de 45 aplicaciones por ciclo de cultivo, lo que es muy superior a lo reportado por Valarezo et al. (2003), quienes refirieron como uso indiscriminado de plaguicidas el rango de 21 a 31 aplicaciones realizadas por ciclo de cultivo en varias provincias del país. En resumen, el alto uso de insecticidas para controlar *P. longifila* probablemente esté acentuando los problemas fitosanitarios, así como en salud humana y ambiental (Lindao, Jave, Retuerto, Erazo, & Echeverría, 2017).

### Productos químicos utilizados

Los resultados mostraron aplicaciones frecuentes de insecticidas químicos realizadas por los agricultores, lo que corrobora lo mencionado en investigaciones previas realizadas en el país (Aldás, 2012; Crissman et al., 2002; Valarezo et al., 2003, 2008) y en América Latina (Chirinos & Geraud-Pouey, 2011; Ruiz, Ruiz, Guzmán, & Perez, 2011; Wesseling et al., 2003). Ninguno de los agricultores manifestó seguir las recomendaciones contenidas en la etiqueta de los envases, en cuanto al periodo de carencia, o intervalo de confianza antes de la cosecha, necesario para asegurar la descomposición del plaguicida.

De los insecticidas utilizados, 31,2, 46,8, 12,9 y 8,4% están catalogados en toxicidad Clase I, II, III y IV, respectivamente (tablas 4-7) ( $\chi^2$ : 96,89;  $p < 0,09$ ); es decir, los insecticidas más tóxicos, pertenecientes a las Clases I y II constituyeron aproximadamente 80% de señalamiento de aplicaciones en los cultivos. De los cuatro productos de Clase I aquí referidos, metamidofos, metomilo y profenofos están restringidos, y carbofuran se prohibió en el país (Agrocalidad, 2013). Exceptuando profenofos, estos insecticidas están ubicados como las principales causas de intoxicaciones agudas en humanos en otros países (Fernández et al., 2010).

Todos los agricultores (tabla 8) mencionaron mezclar dos o más insecticidas en una aspersión. Esto es similar a lo obtenido por Vargas-González et al. (2016), quienes detectaron que el 95% de los agricultores encuestados en la región productora de melón, Comarca Lagunera, México, mezclaban al menos dos plaguicidas en una aspersión. Cuando se utiliza más de un plaguicida en una aspersión, las escalas individuales de toxicidad pierden validez ante los efectos aditivos de las mezclas, lo que es especialmente relevante, porque todas las dosificaciones usadas fueron significativamente superiores ( $W$ : 4207;  $p < 0,05$ ) a las recomendadas en el envase de producto (tablas 4-7). Los efectos aditivos de plaguicidas se presentan debido a que estos ejercen una acción en común y serán el resultado de la suma de cada uno de ellos (Stephens, Maige, Beltran, & González, 2005).

**Tabla 7.** Uso (%) de insecticidas probablemente sin riesgos (Clase IV) y dosificación usada (DU) y recomendada (DR) expresada en gramos o mililitros por litro

| Cultivos              | Insecticida          | Grupo Químico  | DU        | DR   | Uso (%) |
|-----------------------|----------------------|----------------|-----------|------|---------|
| Frijol                | buprofezin           | Tiadazina      | 0,67-1,34 | 0,25 | 0,7     |
| Pimiento              | dicofol              | Organoclorado  | 0,46-0,93 | 0,3  | 5,7     |
| Pimiento              | dicofol + tetradifon | Organoclorado  | 0,7-1,1   | 0,65 | 0,7     |
| Pimiento              | tetradifon           | Organoclorado  | 0,15-0,3  | 0,1  | 0,7     |
| Cucurbitáceas, tomate | tiametoxam           | Neonicotenoide | 0,5-0,75  | 0,5  | 2,1     |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.** Porcentaje de agricultores que mezclan productos y procedencia de las asesorías en manejo de plagas

| Cultivos      | Asesorías   |               |      |      |
|---------------|-------------|---------------|------|------|
|               | Insecticida | Grupo Químico | DU   | DR   |
| Frijol        | 100         | 30,8          | 4,6  | 64,6 |
| Cucurbitaceae | 100         | 31,8          | 13,6 | 54,5 |
| Tomate        | 100         | 38,6          | 19,3 | 42,1 |
| Pimiento      | 100         | 30,4          | 6,8  | 62,7 |
| Tomate        | 100         | 21,7          | 9,6  | 68,7 |

Fuente: Elaboración propia

Fue común observar envases vacíos de insecticidas químicos, esparcidos en los campos de cultivo (figura 3). En cuanto, a las preparaciones y aspersiones, fueron hechas por parte de los operarios agrícolas, sin protección corporal, lo que podría comprometer la salud de estas personas en su mayoría jóvenes (Lindao et al., 2017), sin mencionar la manipulación de los frutos cubiertos de residuos de plaguicidas durante la recolección, selección, limpieza a mano desnuda y acomodo en las cestas de transporte, operaciones en que participan principal-

mente mujeres y niños. Estudios realizados en Ecuador detectaron la presencia de residuos de plaguicidas clorados en los productos finales de los cultivos de papa, pimiento y tomate, pero con cantidades que no superaron los límites máximos permitidos (Ministerio de Ambiente, 2004). Otras investigaciones efectuadas sobre la canasta básica familiar en muestras de tomate recolectadas en cuatro provincias del país determinaron que los residuos del plaguicida metamidofos se encontraban ocho veces sobre el Límite Máximo de Residuos (LMR) (Crissman et al., 2002).



**Figura 3.** Envases de plaguicidas dispersos en campos de cultivos de Ecuador. a. Arenillas, provincia del Oro; b. Pedro Carbo, provincia del Guayas; c. Pallatanga, provincia de Chimborazo; d. El Morro, provincia de Santa Elena.

Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador

Para el control de plagas agrícolas, el 58 % (rango: 42-69%) de los entrevistados informó que son asesorados por representantes de las casas comercializadoras de plaguicidas (tabla 8). Valarezo et al. (2003) refirieron que las recomendaciones químicas hacia los agricultores provienen de vendedores de insumos agrícolas y, en otras ocasiones, obedecen a la experiencia del mismo agricultor.

Los resultados refieren un alto uso de insecticidas químicos en las localidades y los cultivos estudiados. Estos son ampliamente usados en agricultura porque son efectivos, tienen efecto rápido y son flexibles al adaptarse a muchas condiciones agronómicas y ecológicas. Además, es la única herramienta en manejo de plagas que puede ser utilizada cuando se exceden los niveles de daño y resultan una alternativa eficaz; para que puedan ser utilizados de manera armoniosa dentro del contexto del manejo de plagas es necesario sustituir los calendarios de aplicaciones por tratamientos necesarios y reconocer que no se requiere 100 % de control de insectos para prevenir las pérdidas económicas (Luckmann & Metcalf, 1975).

Adicionalmente, se debe mejorar la eficiencia de las aspersiones y, cuando la situación lo permita, realizar aplicaciones localizadas y dirigidas. También es importante reducir las dosificaciones a lo mínimo indispensable y respetar los periodos de carencia o tiempos de aplicación establecidos antes de la cosecha. Estos resultados demandan estudios de residualidad de plaguicidas en los productos agrícolas finales, así como del impacto en la salud de operarios y consumidores, y los efectos ambientales del uso de los plaguicidas químicos.

Ante esta situación de alta aplicación de insecticidas químicos, es esencial plantear alternativas, para lo cual son fundamentales los conocimientos acerca de la dinámica ecológica de los agroecosistemas, especialmente en lo referente a la fauna de artrópodos y sus interacciones tróficas, para así definir los verdaderos problemas que requieren ser manejados y la forma de hacerlo sin generar nuevos problemas (Chirinos & Geraud-Pouey, 2011). La primera alternativa que se consideró dentro de un programa de Manejo Integrado de plagas fue la acción del

control biológico natural que, en algunos casos como el de especies del género *Liriomyza*, generalmente resulta suficiente para mantener la regulación poblacional de este fitófago en diferentes cultivos (Chirinos et al., 2014; 2017; Tran et al., 2006).

Cuando el control biológico natural no es suficiente, otras alternativas deben ser consideradas antes que el control químico. El control biológico aplicado ha sido exitoso en programas de manejo de algunas plagas agrícolas en varios países de la región neotropical (Colmenarez, Corniani, Jahnke, Sampaio, & Vásquez, 2018). Los insecticidas microbianos también forman parte del manejo de bajo impacto ambiental, por su selectividad biológica, cuyos ingredientes activos a base de hongos, bacterias y baculovirus, entre otros, han demostrado efectividad para el control de diferentes plagas de importancia en varios cultivos (Ayala & Henderson, 2017; Landaruzi et al., 2005; Portela-Dussán, Chaparro-Giraldo, & López-Pazos, 2013). Asimismo, los insecticidas botánicos y el uso de feromonas han mostrado su efectividad en el control de plagas agrícolas (Bosa et al., 2008; Campos et al., 2018).

## Conclusiones

El manejo integrado de plagas es un sistema que, basado en el conocimiento del agroecosistema, utiliza en la forma más compatible posible todas aquellas alternativas necesarias y disponibles, para mantener a las poblaciones de plagas en niveles en que no causen daños de significancia (Smith & Reynolds, 1965); por lo tanto, este no representa una alternativa más, sino la continua aproximación al correcto enfoque y manejo de los problemas de plagas, es decir, consiste en acometer la solución de los problemas de plagas en forma racional desde los puntos de vista ecológico, económico y social (Luckmann & Metcalf, 1975; Vivas-Carmona, 2017).

## Descargos de responsabilidad

Los autores expresan que no existen conflictos de interés.

## Referencias

- Abdul-Rassoul, M. S., & Al-Saffar H. H. (2014). Parasitoid of the genus *Liriomyza* Mik. in Iraq. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 3(5), 618-624. Recuperado de <https://www.ijcmas.com>.
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad). (2013). *Resolución DAJ 20133EA-0201.0136*. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/registro-insumos-agropecuarios/normativa/resolucion-136-carfoburan.pdf>.
- Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1-12. doi:10.2478/v10102-009-0001-7.
- Aldás, M. (2012). *Uso de insecticidas en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum) por socios de la corporación de asociaciones agropecuarias del cantón Quero "Coagro-Q"* (Trabajo de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Ayala, J. L., & Henderson, D. (2017). Potencial de los Baculovirus para el manejo de plagas agrícolas en Cuba. *Centro Agrícola*, 44(3), 80-87.
- Bosa, F., Osorio, P., Cotes, A. M., Bengtsson, M., Witzgall, P., & Fukumoto, T. (2008). Control de *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) mediante su feromona para la interrupción del apareamiento. *Revista Colombiana de Entomología*, 34(1), 68-75.
- Campos, E. V. R., Proença, P. L. F., Oliveiraa, J. L., Bakshic, M., Abhilashc, P. C., & Fracetoa, L. F. (2018). Use of Botanical Insecticides for Sustainable Agriculture: Future Perspectives. *Ecological Indicators*, 105, 483-495. doi:10.1016/j.ecolind.2018.04.038.
- Castillo, M., Subovsky, J., Sosa, A., & Nunes, G. S. (2007). Persistencia de carbofuran en un molisol con diferentes usos. *Revista UDO Agrícola*, 7(1), 204-208.
- Chirinos, D. T., & Geraud-Pouey, F. (2011). El manejo de plagas agrícolas en Venezuela. Reflexiones y análisis sobre algunos casos. *Interciencia*, 36(3), 192-199.
- Chirinos, D. T., Díaz, A., & Geraud-Pouey, F. (2014). El control biológico ejercido por parasitoides sobre el minador de la hoja del cebollín, *Liriomyza trifolii* (Burgess). *Entomotropica*, 29(3), 129-138.
- Chirinos, D. T., Castro, R., & Garcés, A. (2017). Efecto de insecticidas sobre *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) y sus parasitoides en frijol, *Phaseolus vulgaris*. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(1), 21-26.
- Colmenarez, Y. C., Corniani, N., Jahnke, S. M., Sampaio, M. V., & Vásquez, C. (2018). Use of Parasitoids as a Biocontrol Agent in the Neotropical Region: Challenges and Potential. En IntechOpen (Ed.), *Hymenopteran Wasps - The Parasitoids* (pp. 1-23). Londres, Reino Unido: IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.80720.
- Crissman, C., Espinoza, P., & Barrera, V. H. (2002). El uso de plaguicidas en la producción de papa en Carchi. En D. Yanggen, C. Crissman & P. Espinoza, P. (Eds.), *Los plaguicidas. Impacto en producción, salud y ambiente en Carchi* (pp. 9-24). Quito, Ecuador: Editorial CIP.
- Del Puerto, A. M., Suárez, S., & Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387.
- Fernández, D. G., Mancipe, L. C., & Fernández, D. C. (2010). Intoxicación por organofosforados. *Revista Med*, 18(1), 84-92.
- Flores-García, M., Molina-Morales, Y., Balza-Quintero, A., Benítez-Díaz, P., & Miranda-Contreras, L. (2011). Residuos de plaguicidas en aguas para consumo humano en una comunidad agrícola del estado Mérida, Venezuela. *Investigaciones Clínicas*, 52(4), 295-311.
- Gallegos, P., Avalos, G., & Castillo, C. (1997). *El gusano blanco de la papa en Ecuador: comportamiento y control*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Hernández, R., Guo, K., Harris, M., & Liu, T. X. (2011). Effects of Selected Insecticides on Adults of Two Parasitoid Species of *Liriomyza trifolii*: *Ganaspidium nigrimanus* (Figitidae) and *Neochrysocharis formosa* (Eulophidae). *Insect Science*, 18(5), 512-520. doi:10.1111/j.1744-7917.2010.01391.x.
- Herrera, J. M. (2010). Primera experiencia a nivel mundial de Manejo Integrado de Plagas: el caso del algodón en el Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 46(1), 1-8. Recuperado de <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v46n1/contenido.htm>.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2017). *Estadísticas agropecuarias*. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
- Landázuri, P. A., Gallegos, P., & Barriga, E. (2005). Control *in vitro* de *Premnotrypes vorax* (Hustache) con aislamientos de *Beauveria* sp. y *Metarhizium* sp. *Serie Zoológica*, 1(5), 51-58.
- Lindao, V. A., Jave J. L., Retuerto, M. G., Erazo, N. S., & Echeverría, M. M. (2017). Impacto en los niveles de colinesterasa en agricultores de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la localidad de San Luis, Chimborazo por efecto del uso de insecticidas organofosforados y carbamatos. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM*, 20(40), 114-119. Recuperado de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14400>.
- Luckmann, W. H., & Metcalf, R. L. (1975). The pest-management concept. En R. L. Metcalf, & W. H. Luckmann (Eds.), *Introduction to Insect Pest Management* (pp. 1-60). Nueva York, EE. UU.: Editorial Wiley.
- Ministerio del Ambiente. (2004). *Inventario de plaguicidas COPs en Ecuador*. Recuperado de <https://www.dsplace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16314/1/Inventario%20de%20Plaguicidas%20COPs%20en%20el%20Ecuador.pdf>.
- Molina-Morales, Y., Flores-García, M., Balza-Quintero, P., Benítez-Díaz, L., & Miranda-Contreras, L. (2012). Niveles de plaguicidas en aguas superficiales de una región agrícola del estado Mérida, entre 2008 y 2010. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(4), 289-301.

- Naranjo, A. (2017). *La otra guerra: Situación de los plaguicidas en Ecuador*. Quito, Ecuador: Editorial Agencia Ecologista de Información-Tegantai.
- Nicholls, C. (2008). *Plagas y otros agentes nocivos*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Osmankhil, M. H., Mochizuki, A., Hamasaki, K., & Iwabuchi, K. (2010). Oviposition and Larval Development of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae) Inside the Host Larvae, *Liriomyza trifolii*. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, 44(1), 33-36. doi:10.6090/jarq.44.33.
- Pimentel, D. (2005). Environmental and economic costs of the application of pesticide primarily in the United States. *Environment, Development and Sustainability*, 7(2), 229-252. doi:10.1007/978-1-4020-8992-3\_4.
- Portela-Dussán, D. D., Chaparro-Giraldo, A., & López-Pazos, S. A. (2013). La biotecnología de *Bacillus thuringiensis* en la agricultura. *Nova*, 11(20), 87-96. doi:10.22490/24629448.1031.
- Romay, G., Geraud-Pouey, F., Chirinos, D. T., & Demey, J. (2016). *Bemisia tabaci* (Gennadius): Historia, situación actual y su rol como vector de enfermedades virales de plantas en Venezuela. *Entomotropica*, 31(35), 276-293.
- Ruiz, R., Ruiz, J. A., Guzmán, S., & Pérez, E. J. (2011). Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(2), 129-137.
- Smith, R. F., & Reynolds, H. T. (1965). Principles, definitions and scope of integrated pest control. En *Proceedings of EAO Symposium on Integrated Pest Control*, (pp. 11-17). Roma, Italia: Food and Agriculture Organization (FAO).
- Stephens, H., Maige, W., Beltran, S., & Gonzalez, F. (2005). *Prevención de riesgos en el uso de plaguicidas*. Santiago de Chile, Chile: Editorial ACHS. Recuperado de <https://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/Centro-deFichas/Documents/prevencion-de-riesgos-en-el-uso-de-plaguicidas.pdf>.
- Tong-Xian, L., Kang, L., Heinz, K. M., & Trumble, J. (2009). Biological Control of *Liriomyza* Leafminers: Progress and Perspective. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 4(4), 1-16. doi:10.1079/PAVSN-NR20094004.
- Tran, D. H., Tran, T. T., Konishi, K., & Takagi, M. (2006). Abundance of the Parasitoid Complex Associated with *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) on Vegetable Crops in Central and Southern Vietnam. *Journal Faculty of Agriculture Kyushu University*, 51(1), 115-120.
- Tran, D. H. (2009). Agromyzid Leafminers and Their Parasitoids on Vegetables in Central Vietnam. *Journal Issaas*, 15(1), 21-33.
- Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., & Arias, M. (2003). *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) principal plaga del tomate en Ecuador. Manabí, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., Guerrero, J. M., & Arias, B. (2008). Diagnóstico de la "mosca blanca" en Ecuador. *La Granja (Ecuador)*, 7(1), 13-20.
- Vargas-González, G., Alvarez-Reyna, V. P., Guigón-López, C., Cano-Ríos, P., Jiménez-Díaz, F., Vásquez-Arroyo, J., & García-Carrillo, M. (2016). Patrón de uso de plaguicidas de alto riesgo en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3(9), 367-378.
- Vivas-Carmona, L. E. (2017). El manejo integrado de plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. *Journal Selva Andina Biosphere*, 5(2), 67-69.
- Wesseling, A., Aragón, A., Castillo, L., Corriols, M., Chaverri, F., De La Cruz, E., Jooquez, B. (2003). Consideraciones sobre plaguicidas peligrosos en América Central. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 68, 7-18.
- World Health Organization (WHO). (2009). *The WHO Recommended Classification. of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification*. Ginebra, Suiza: World Health Organization.