

Utilización de plaguicidas por agricultores en Puerto La Boca, Manabí. Una reflexión sobre sus posibles consecuencias

Pesticide use by farmers in Puerto La Boca, Manabí. A reflection on its possible consequences

Gabriel Ortega Julio^{1*} , Ávila Demera Jonathan² , Ayón Villao Fernando¹ , Morán Morán Jessica¹ ,
Álvarez Plúa Agustín¹ , Flores Ramírez Heidi² 



Datos del Artículo

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).
Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura,
km 1.5 vía Noboa, Campus los Angeles, Jipijapa.
Tel: 05-2600229/05-2601657/05-2600223.
Manabí, Ecuador.

² Profesional independiente.
Manabí, Ecuador.

*Dirección de contacto:

Julio Gabriel-Ortega.
Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).
Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura.
km 1.5 vía Noboa, Campus los Angeles, Jipijapa.
Tel: 05-2600229.
Manabí, Ecuador.
E-mail: julio.gabriel@unesum.edu.ec
j.gabriel@proinpa.org

Palabras clave:

Plagas,
enfermedades,
contaminación,
salud,
síntomas,
dosificación,
cultivos.

J. Selva Andina Biosph.
2023; 11(1):47-65.

ID del artículo: 124/JSAB/2022

Historial del artículo

Recibido noviembre, 2022.
Devuelto febrero, 2023.
Aceptado abril, 2023.
Disponible en línea, mayo 2023.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Keywords:

Pests,
diseases,
contamination,
health,
symptoms,
dosage,
crops.

Resumen

Con el objetivo de realizar una reflexión sobre las posibles consecuencias por el uso de plaguicidas por los agricultores de Puerto La Boca, se implementó una investigación, se preparó una encuesta con 35 preguntas cerradas que fueron aplicados a 155 personas (31 familias). El experimento fue implementado en un diseño experimental completamente aleatorio en arreglo factorial con 2 factores, factor A: plaguicida y/o productos orgánicos y factor B: Dosis. Los resultados expresaron que los ingredientes activos para los fungicidas líquidos más usados fueron el Cymoxanil + Chlorotalonil, para el control de los Oomycetes como *Pseudoperonospora cubensis*, y *Phytophthora infestans* causantes de los mildiús en Cucurbitáceas y Solanáceas respectivamente. Los insecticidas como el Imidacloprid y Methomyl, fueron los más utilizados para controlar el pulgón (*Myzus persicae*), lorito verde (*Empoasca* sp.), minador de hojas (*Liriomyza trifolii*), trips (*Trips tabaci*) y negrita (*Prodiplosis longifolia*). Los microorganismos más utilizados fueron *Trichoderma* sp. y *Bacillus thuringiensis*, para el control de insectos-plaga como la polilla (*Diaphania* sp.) y las enfermedades como *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia solani*, en cultivos de melón, sandía, pepino, cebolla, pimiento y tomate. Se determinó que los agricultores de Puerto La Boca sub-dosifican y/o sobre-dosifican los fungicidas e insecticidas sólidos y líquidos en las aplicaciones que realizan. Lo agricultores necesitan fortalecer sus conocimientos sobre el uso y manejo de los plaguicidas.

2023. *Journal of the Selva Andina Biosphere*®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

In order to reflect on the possible consequences of the use of pesticides by the farmers of Puerto La Boca, an investigation was implemented, a survey was prepared with 35 closed questions that were applied to 155 people (31 families). The experiment was implemented in a completely randomized experimental design in factorial arrangement with 2 factors, factor A: pesticide and/or organic products and factor B: Dosage. The results showed that the active ingredients for the most used liquid fungicides were Cymoxanil + Chlorothalonil, for the control of Oomycetes such as *Pseudoperonospora cubensis*, and *Phytophthora infestans* causing mildew in Cucurbitaceae and Solanaceae, respectively. Insecticides such as Imidacloprid and Methomyl were the most used to control aphids (*Myzus persicae*), green parrot (*Empoasca* sp.), leaf miner (*Liriomyza trifolii*), Thrips (*Trips tabaci*) and black loricetes (*Prodiplosis longifolia*). The most used microorganisms were *Trichoderma* sp. and *Bacillus thuringiensis*, for the control of insect pests such as the moth (*Diaphania* sp.) and diseases such as *Fusarium* sp. And *Rhizoctonia solani*, in melon, watermelon, cucumber, onion, bell pepper and tomato crops. It was determined that farmers in Puerto La Boca under- and/or over-dosed solid and liquid fungicides and insecticides in their applications. Farmers need to strengthen their knowledge of pesticide use and management.

2023. *Journal of the Selva Andina Biosphere*®. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

El aumento en la producción de alimentos es el principal objetivo de todos los países, ya que la población mundial se espera alcance a casi 10 mil millones para 2050¹. Los estudios demográficos indican que la población mundial está aumentando en cerca de 97 millones por año². Por lo que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) indica que la producción debe aumentar en un 70 % más, para mantener el ritmo de la demanda. Por tanto, el aumento de la población mundial ejerce gran presión sobre el sistema agrícola, para satisfacer las necesidades alimentarias. El incrementar los cultivos demanda mayores cantidades de plaguicidas y enmiendas del suelo. Por tal razón, los plaguicidas se han convertido en parte integral de la vida moderna, son utilizados para proteger tierras agrícolas, granos almacenados, jardines de flores, así como para erradicar plagas¹. Los fabricantes e investigadores están diseñando nuevas formulaciones de plaguicidas para satisfacer dichas demandas. Idealmente, estos productos deben ser tóxicos selectivos para los organismos objetivos, ser biodegradables y ecológicos³. Desafortunadamente, esto rara vez ocurre, ya que la mayoría son inespecíficos, y pueden eliminar organismos inofensivos o útiles para el ecosistema. En general, se estima que 0.1 % llegan a los organismos objetivos, y el restante contamina el medio ambiente⁴. Su uso repetido de persistentes y no biodegradables contamina varios componentes del ecosistema, agua, aire, suelo. También penetraron a la cadena alimentaria, se bioacumulan, y recientemente, en varias enfermedades humanas agudas y crónicas fueron asociadas a la exposición a plaguicidas⁵. Sus efectos en los organismos objetivo y no objetivo⁶, incluidas lombrices de tierra⁷, depredadores⁸⁻¹¹, polinizadores¹²⁻²⁰, seres humanos^{21,22}, peces²³⁻²⁵, anfibios²⁶⁻²⁹ y aves^{14,30-32}. Además, tienen un impacto negativo en los ecosistemas³³⁻³⁶, agua, aire³⁷⁻⁴¹. Por lo mencionado, en el Recinto Puerto La Boca, se realizan cultivos intensivos de hortalizas durante todo el año⁴², dando lugar a que los agricultores incrementen el uso indiscriminado de plaguicidas, utilizan cerca de 40 ingredientes activos, entre etiqueta roja y verde, sin embargo, no se cuenta con información fehaciente de este hecho, por lo que en la presente investigación tuvo como el objetivo, realizar una reflexión sobre las posibles conse-

cuencia de su uso por los agricultores de Puerto La Boca.

Materiales y métodos

Ubicación. Fue desarrollada en el Recinto Puerto la Boca y Cantagallo, perteneciente a la parroquia Puerto Cayo del cantón Jipijapa, Manabí en Ecuador. Ubicado a 1°18'20" latitud Sur y 80°45'42" longitud Oeste, a una altura de 53 msnm. La temperatura promedio fue de 24.8 °C/año y la precipitación promedio fue de 298 mm/año, concentrándose las lluvias en el mes de febrero y el mes más seco fue en agosto⁴².

La investigación inicio en el mes de octubre del 2019 a mayo 2020, considerando la oferta de los plaguicidas que se expenden en la región, con estos datos se elaboró la encuesta del uso más frecuente.

Encuestas. Consto de 45 preguntas, fue dividida en 3 grupos: i) 33 preguntas sobre la compra, almacenamiento, aplicación y manejo de los plaguicidas, ii) 9 preguntas sobre los conocimientos de aplicación y iii) 3 preguntas sobre daños causados en la salud. También, se elaboró 1 encuesta complementaria con 9 preguntas acerca del producto usado, ingrediente activo, nombre comercial, dosis recomendada, dosis usada, insectos-plaga que controlan, enfermedades que controlan, frecuencia de aplicación y momento de aplicación.

Previo a la aplicación de ambas encuestas, fueron validadas por la comisión de investigación de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, luego pre evaluada con 10 agricultores de las zonas en estudio. En la encuesta participaron 31 familias de agricultores (155 personas) de las comunidades de Puerto La Boca y Cantagallo.

Diseño experimental. El experimento fue implementado en un diseño experimental completamente aleatorio (DCA) y analizado en experimento factorial con 2 factores, (Tabla 1)⁴³, en esta se detallan los factores de estudio.

Tabla 1 Factores en estudio, plaguicidas y dosis

Tipo de plaguicidas	Factores de estudio		Experimento factorial
	Factor A: plaguicidas y/o producto biológico	Factor B: dosis	
Fungicidas en polvo	T ₁ : Cymoxanil + Clorotalonil T ₂ : Mancozeb + Metalaxyl T ₃ : Mancozeb + Cymoxanil T ₄ : Benomilo T ₅ : Mancozeb T ₆ : Propineb + Cymoxanil T ₇ : Metil Tiofanato T ₈ : Myclobutanil	1: Dosis recomendada 2: Dosis usada	8 x 2
Fungicidas líquidos	T ₁ : Penzacole T ₂ : Chlorothalonil T ₃ : Azoxystrobin + Difenconazol	1: Dosis recomendada, 2: Dosis usada	3 x 2
Insecticidas en polvo	T ₁ : Thiocyclam + hydrogen oxalate T ₂ : Imidacloprid T ₃ : Methomyl T ₄ : Acephate T ₅ : Emamectin Benzoate T ₆ : Imidacloprid + Fipronil	1: Dosis recomendada, 2: Dosis usada	6 x 2
Insecticidas líquidos	T ₁ : Pirimiphos methyl T ₂ : Metamidofos T ₃ : Benfuracarb T ₄ : Lambda Cyhalothrin T ₅ : Triazophos T ₆ : Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrin T ₇ : Triazophos + Imidacloprid T ₈ : Triflumuron T ₉ : Imidacloprid T ₁₀ : Spinetoram T ₁₁ : Leferun cyclohexanone naphta T ₁₂ : Pyriproxyfen T ₁₃ : Chlorpyrifos T ₁₄ : Profenofos T ₁₅ : Diazinon	1: Dosis recomendada, 2: Dosis usada	15 x 2
Productos biológicos	T ₁ : <i>Trichoderma</i> sp. T ₂ : <i>Bacillus thuringiensis</i> T ₃ : <i>Bacillus subtilis</i>	1: Dosis recomendada 2: Dosis usada	3 x 2

Variables de estudio. Dosis utilizada para fungicidas en polvo (FP). Se determinó la cantidad (g) de producto para 1 L de agua, se utilizó una balanza gramera digital. *Dosis recomendada para plaguicidas en polvo (PP).* Se revisó las recomendaciones del producto en las etiquetas y los manuales de la empresa que distribuye el plaguicida. Para esto se utilizó una balanza gramera digital. *Dosis utilizada para plaguicidas líquidos (PL).* Se determinó la cantidad en mL de producto para 1 L de agua. Para esto se utilizó una probeta graduada en mL. *Frecuencia de aplicación (FA).* Se evaluó el número de veces que se aplica un plaguicida durante el ciclo del cultivo. *Insectos-plaga que controlan.* Se determinó los principales insectos - plaga de los cultivos. *Enfermedades que controlan.* Se determinó las principales enfermedades de los cultivos.

Momento de aplicación. Se determinó el momento en que aplican los plaguicidas para controlar las y enfermedades.

Manejo de la investigación. Se visitó a las familias de agricultores, a quienes se les explicó los objetivos del estudio. La encuesta fue aplicada a todos los componentes de la familia. Cada encuesta tomó aproximadamente 1 h, se trabajó en la determinación del peso del producto en una balanza gramera (g) y/o la probeta graduada (mL). Este proceso se siguió con las 31 familias encuestadas (155 personas). Una vez concluido todo el estudio, se trabajó en la sistematización y depuración de datos.

Análisis estadístico. Sobre la base del modelo definido y previo análisis de normalidad y homogeneidad de varianza para cada caso, se realizó análisis de va-

rianza (ANOVA) para datos balanceados, para probar hipótesis de los efectos fijos, así como las comparaciones de medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey al $P < 0.05$. El ANOVA de los datos también sirvió para estimar los componentes de varianza para los efectos aleatorios. Los análisis indicados fueron realizados con el Proc GLM del SAS⁴⁴.

Análisis no paramétrico. Se realizaron análisis de Chi-cuadrada o de bondad de ajuste para las variables categóricas, para encontrar diferencias significativas, utilizando el software SPSS⁴⁵.

Resultados

Uso de los fungicidas sólidos. No se hubo distribución normal (Kolmogórov-Smirnov al $P < 0.01$ de probabilidad) y coeficiente de variación (CV) 52%. Asimismo, no hubo homogeneidad de varianzas (significativa con Chi-cuadrada al $P < 0.05$ de probabilidad), por lo que se transformó los datos para normalizar a raíz cuadrada ($\sqrt{x+0.5}$)⁴³.

En la Tabla 2, CV dosis para fungicidas sólidos fue de 30 %. El ANOVA realizado, detectó diferencias altamente significativas al $P < 0.01$ de probabilidad para fungicidas y no hubo significancia para dosis, ni para la interacción fungicidas x dosis.

Tabla 2 Análisis de varianza para dosis de fungicidas en polvo g/L

Origen	gl	SC	CM	F
Fungicidas	7	247.93	35.42	36.79**
Dosis	1	.07	.07	.07ns
Trat*Dosis	7	10.41	1.49	1.55ms
Error	118	113.60	.96	
Total	133	372.19		
CV (%)		30.52		

El análisis de medias de dosis, mediante la comparación múltiple de Tukey para fungicidas sólidos, con diferencias significativas $P < 0.05$ de probabilidad (Tabla 3). Asimismo, se observó que los tratamientos

más frecuentes fueron: el T₁ (Cymoxanil + Clorotalonil), el T₆ (Propineb + Cymoxanil) y el T₃ (Mancozeb + Cymoxanil), para el control de *Pseudoperonospora cubensis*, causante del mildiu vellosa de pepino (*Cucumis sativus*), melón (*Cucumis melo*), sandía (*Citrullus lanatus*) y achocha (*Cyclanthera pedata*). El fungicida menos frecuentemente fue el Myclobutanil.

Tabla 3 Prueba del rango múltiple de Tukey para fungicidas en polvo (DSH = 6.78)

Fungicidas en polvo	Medias (g)
T ₂ : Mancozeb + Metalaxyl	4.54 a
T ₆ : Propineb + Cymoxanil	4.50 a
T ₃ : Mancozeb + Cymoxanil	4.06 a
T ₅ : Mancozeb	3.62 ab
T ₇ : Metil Tiofanato	2.50 bc
T ₁ : Cymoxanil + Clorotalonil	2.05 cd
T ₄ : Benomilo	1.18 de
T ₈ : Myclobutanil	.55 e

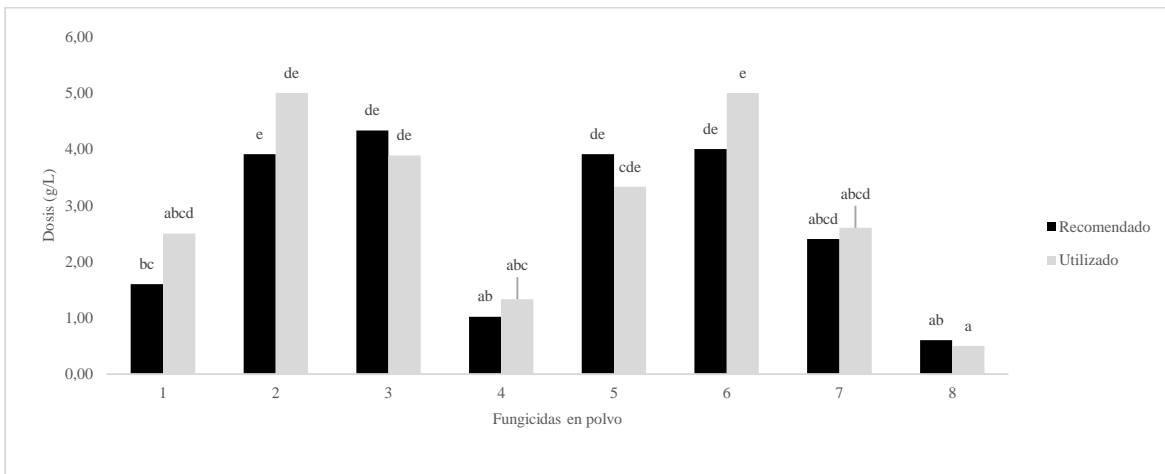
El análisis de medias para dosis, mediante Tukey $P < 0.05$ de probabilidad (Tabla 4), no hubo diferencias significativas entre las dosis recomendadas y la que aplican los agricultores, sin embargo, su tendencia sé que sub-dosifican en 3 % menos por 1 L/agua utilizada de lo recomendado.

Tabla 4 Prueba del rango múltiple de Tukey para dosis de fungicidas en polvo (DSH = 1.79)

Fungicidas en polvo	Medias (g)
Dosis recomendada	3.26 a
Dosis usada por los agricultores	3.17 a

En el análisis de medias con Tukey, la interacción fungicida x dosis (Figura 1), fue significativa al $P < 0.05$ de probabilidad, los fungicidas T₁ (Cymoxanil + Clorotalonil), T₂ (Mancozeb + Metalaxyl), T₄ (Benomilo), T₆ (Propineb + Cymoxanil) y T₇ (Metil Tiofanato), fueron sobre-dosificados por los agricultores; en cambio, los fungicidas T₃ (Mancozeb + Cymoxanil), T₅ (Mancozeb), y T₈ (Myclobutanil), fueron sub-dosificados.

Figura 1 Prueba múltiple de Tukey para la interacción Fungicida x Dosis para fungicidas en polvo. T₁ (Cymoxanil + Clorotalonil), T₂ (Mancozeb + Metalaxyl), T₃ (Mancozeb + Cymoxanil), T₄ (Benomilo), T₅ (Mancozeb)T₆ (Propineb + Cymoxanil) y T₇ (Metil Tiofanato). Sub-dosificados y T₈ (Myclobutanil)



Uso de fungicidas líquidos. El ANOVA fue altamente significativo al $P < 0.01$ de probabilidad para fungicidas, dosis e interacción fungicida x dosis (Tabla 5). El CV fue de 0.65 %.

Tabla 5 Análisis de varianza para dosis de fungicidas líquidos en ml/L

Origen	DF	SC	CM	F
Fungicida	2	2.38	1.19	9458.69**
Dosis	1	3.94	3.94	3136640**
Fungicida *Dosis	2	2.38	1.19	9458.69**
Error	32	.004	.00	
Total	37	7.57		
CV (%)		.65		

**; Altamente significativo al $P < 0.01$ de probabilidad. CV: Coeficiente de variación.

Tabla 6 Prueba del rango múltiple de Tukey para fungicidas líquidos (DSH = 0.0114)

Fungicidas en polvo	Medias (g)
T ₁ : Penzacole	2.00 a
T ₂ : Chlorothalonil	1.62 a
T ₃ : Azoxystrobin + Difenconazol	1.37 a

Análisis de medias para fungicidas en líquido y dosis. El análisis de medias, mediante Tukey al $P < 0.05$

de probabilidad para los fungicidas líquidos, hay diferencias significativas (Tabla 6), entre el T₁ (Penzacole) y el T₂ (Chlorothalonil), que son 2 de los fungicidas más utilizados para el control de *P. cubensis* y *P. infestans*. El menos frecuente fue el T₃ (Azoxystrobin + Difenconazol).

Tabla 7 Prueba del rango múltiple de Tukey para dosis de fungicidas líquidos (DSH = 0.0074). 1: Dosis recomendada, 2: Dosis usada por los productores

Fungicidas en polvo	Medias (g)
Dosis recomendada	2.00 a
Dosis usada por los agricultores	1.46 b

La comparación se las medias para dosis, a través de Tukey al $P < 0.05$ de probabilidad (Tabla 7), hubo diferencias sobresalientes entre la dosis recomendada y lo que aplican los agricultores, con una sub-dosificación (1: dosis recomendada, 2 mL/L: Dosis usada, 1.45 mL/L) de 28 % menos de lo recomendado.

Uso de insecticidas en polvo. Los datos fueron transformados a raíz cuadrada ($\sqrt{x+0.5}$), porque no cumplían la condición de normalidad y homogeneidad de varianzas.

El ANOVA (Tabla 8), fue altamente significativos al

P<0.01 de probabilidad para insecticidas, dosis y la interacción insecticida x dosis, con un CV de 8.23 %.

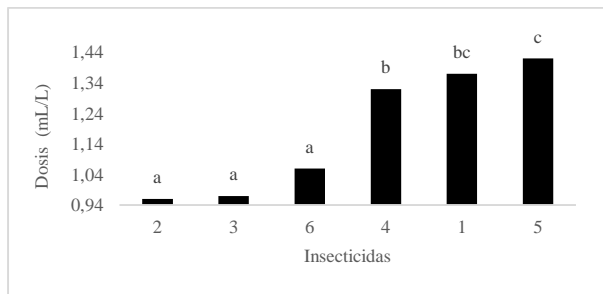
Tabla 8 Análisis de varianza para dosis de insecticidas sólidos en g/L

Origen	gl	SC	CM	F
Insecticida (I)	5	4.67	.93	109.62**
Dosis (D)	1	.08	.08	9.60**
I x D	5	1.26	.25	29.60**
Error	118	1.01	.01	
Total	129	7.02		
CV (%)		8.23		

** : Altamente significativo al P<0.01 de probabilidad, CV: Coeficiente de variación.

El análisis de medias, mediante Tukey para insecticidas sólidos, hubo diferencias significativas al P<0.05 de probabilidad (Figura 2). Los tratamientos T₂ (Imidacloprid), T₃ (Methomyl) y T₆ (Imidacloprid + Fipronil) fueron los más utilizados para control de pulgón (*Myzus persicae*), lorito verde (*Empoasca* sp.) y negrita (*Prodiplosis longifilia*). El insecticida usado con menos frecuencia fue el Emamectin Benzoate.

Figura 2 Prueba del rango múltiple de Tukey para insecticidas en polvo (DSH=0.09). T₁: Thiocyclam + hydrogen oxalate, T₂: Imidacloprid T₃: Methomyl T₄: Acephate, T₅: Emamectin Benzoate, T₆: Imidacloprid + Fipronil

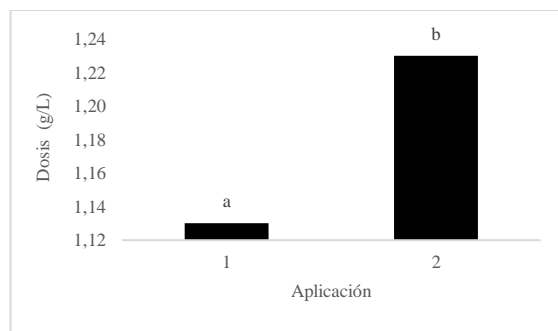


El análisis de medias, mediante la comparación múltiple de Tukey para dosis recomendada y aplicada (Figura 3), hubo diferencias significativas al P<0.05 de probabilidad. Con una sobre-dosificación de 9 % respecto de lo recomendado.

El análisis de medias para la interacción insecticida x dosis (Figura 4), hubo diferencias significativas al

P<0.05 de probabilidad. Los tratamientos T₂ (Imidacloprid), T₃ (Methomyl), T₆ (Imidacloprid + Fipronil), fueron sobre-dosificados; en cambio, los insecticidas T₁ (Thiocyclam + hydrogen oxalate), T₄ (Acephate), y T₅ (Emamectin Benzoate), fueron sub-dosificados.

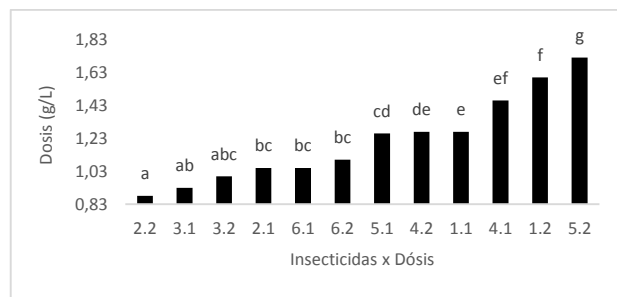
Figura 3 Prueba del rango múltiple de Tukey para dosis de insecticidas sólidos (DSH=0.03). 1: Dosis recomendada, 2: Dosis usada por los productores. Medias con una misma letra no son significativamente diferentes al P<0.05 de probabilidad



Uso de insecticidas líquidos. Los datos de dosis no fueron normales ni expresaron homogeneidad de varianza, por lo que fueron transformados a raíz cuadrada ($\sqrt{x+0.5}$).

El ANOVA (Tabla 9), hubo diferencias altamente significativas al P<0.01 para insecticidas, dosis e interacción insecticidas x dosis.

Figura 4 Prueba de rango múltiple de Tukey (DSH=0.16) para la interacción Insecticida x dosis para insecticidas en polvo. Medias con una misma letra no son significativamente diferentes al P<0.05 de probabilidad



El análisis de medias para la variable tratamiento (insecticidas líquidos) presento diferencias significativas al $P < 0.05$ de probabilidad (Figura 5), el T₄ (Lambda Cyhalothrin), T₈ (Triflumuron), T₁₂ (Pyriproxyfen), T₆ (Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrin) y T₉ (Imidacloprid) fueron los más utilizados para el control de minador de las hojas (*Liriomyza trifolii*), trips (*Trips Tabaci*), la negrita (*Prodiplosis longifolia*) y ácaros (*Polyphagotarsonemus latus*). El insecticida con menor frecuencia de uso fue Benfuracarb.

Tabla 9 Análisis de varianza para dosis de insecticidas líquidos en ml/L

Origen	gl	SC	CM	F
Insecticida (I)	14	3.51	.25	350.67**
Dosis (D)	1	.31	.31	433.46**
I x D	14	6.46	.26	29.60**
Error	68	.05	.04	645.83
Total	97	10.33		
C.V. (%)		2.01		

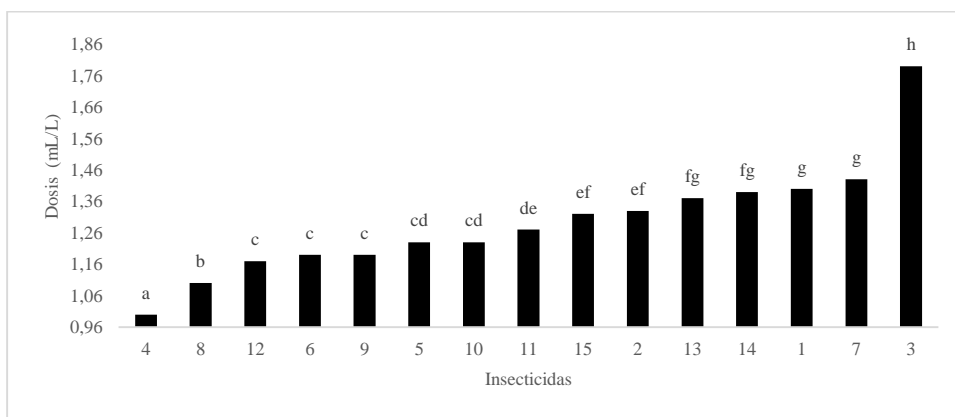
** : Altamente significativo al $P < 0.01$ de probabilidad, C.V.: Coeficiente de variación.

El análisis de medias para sub-tratamiento (dosis 1 = recomendado y 2 = dosis utilizada) (Figura 6) tuvo diferencias significativas al $P < 0.05$ de probabilidad. Los insecticidas fueron sobre-dosificaron hasta el 3 % de lo recomendado.

El análisis de medias para la interacción insecticida* dosis (Figura 7), tuvo diferencias significativas al $P < 0.05$ de probabilidad. Los insecticidas T₂ (Metamidofos), T₄ (Lambda Cyhalothrin), T₅ (Triazophos), T₆ (Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrin) y T₈ (Triflumuron) fueron sobre-dosificados, mientras que, en los insecticidas del T₁ (Pirimiphos Methyl), T₃ (Benfuracarb), y T₇ (Triazophos + Imidacloprid), T₉ (Imidacloprid), T₁₀ (Spinetoram), T₁₁ (Leferun Cyclohexanone Naphta), T₁₂ (Pyriproxyfen), T₁₃ (Chlorpyrifos), T₁₄ (Profenofos) y T₁₅ (Diazinon), fueron sub-dosificados.

Uso de productos biológicos. Los datos de la dosis, fueron transformados para normalizar y homogenizar las varianzas a través de la raíz cuadrada ($\sqrt{x+0.5}$).

Figura 5 Prueba del rango múltiple de Tukey para insecticidas líquidos (DSH=0.67). 1: Pirimiphos methyl, 2: Metamidofos, 3: Benfuracarb, 4: Lambda Cyhalothrin, 5: Triazophos, 6: Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrin, 7: Triazophos + Imidacloprid, 8: Triflumuron, 9: Imidacloprid, 10: Spinetoram, 11: Leferun cyclohexanone Naphta, 12: Pyriproxyfen, 13: Chlorpyrifos, 14: Profenofos, 15: Diazinon. Medias con una misma letra no son significativamente diferentes al $P < 0.05$ de probabilidad



El análisis de medias, mediante Tukey para la variable tratamiento (productos biológicos) tuvo diferencias significativas al $P < 0.05$ de probabilidad (Tabla 10). Los T₁ (*Trichoderma*) y T₂ (*B. thuringiensis*),

fueron los más utilizados para el control de *Fusarium* sp., y *Rhizoctonia solani*, causantes de marchites y pudrición del tallo en pepino, sandía, cebolla y pimiento. El menos frecuentemente usado fue el trata-

miento T₃ (*B. subtilis*).

El análisis de medias, mediante Tukey para las dosis

(dosis: 1 = recomendado y 2 = utilizado) (Tabla 11), tuvo diferencias significativas al P<0.05 de probabilidad.

Figura 6 Prueba del rango múltiple de Tukey para dosis de insecticidas líquidos (DSH=0.01). 1: Dosis recomendada, 2: Dosis usada por los productores. Medias con una misma letra no son significativamente diferentes al P<0.05 de probabilidad

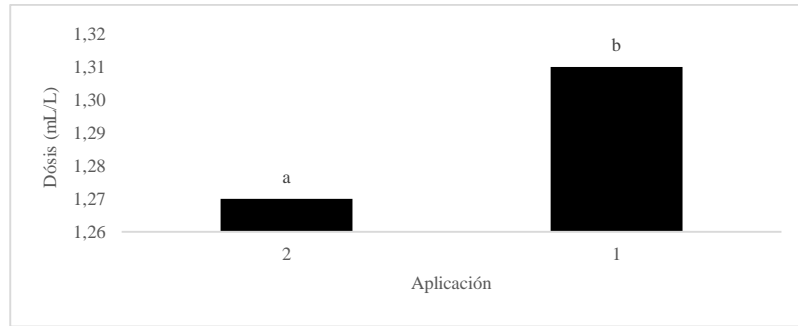


Figura 7 Prueba de rango múltiple de Tukey (DSH=0.10) para la interacción insecticidas*dosis de insecticidas líquidos. Medias con una misma letra no son significativamente diferentes al P<0.05 de probabilidad

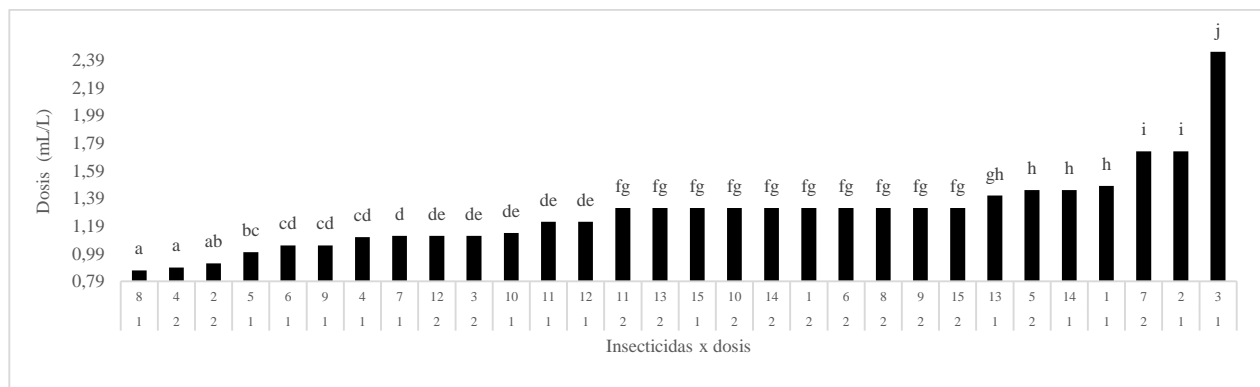
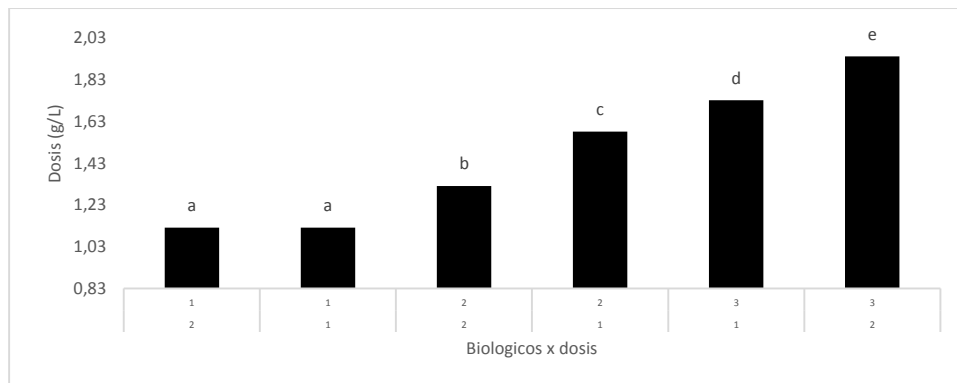


Figura 8 Prueba de rango múltiple de Tukey (DSH=0.00) para interacción productos biológicos*dosis. Medias con una misma letra no son significativamente diferentes al P<0.05 de probabilidad



Los análisis de medias para la interacción producto biológico* dosis (Figura 8), expusieron diferencias significativas al $P < 0.05$ de probabilidad, los bio-insecticidas T_1 (*Trichoderma*), T_2 (*B. thuringiensis*), fueron sobre-dosificados. El T_3 (*B. subtilis*), fue sub-dosificado.

Análisis de las encuestas. El análisis de Chi-cuadra al $P < 0.01$ de probabilidad para 30 las preguntas (Tabla 12), las diferencias fueron altamente significativas entre lo observado y esperado, con excepción de las preguntas 4, 7, 11, 12, 13, 15, 19, 20 y 27 que fueron significativas $P < 0.05$. En todos los casos al menos un criterio fue diferente.

Tabla 10 Prueba del rango múltiple de Tukey para productos biológicos (DSH=0.00)

Biofungicidas	Medias (g)
T_1 : <i>Trichoderma</i> sp.	1.01 a
T_2 : <i>Bacillus thuringiensis</i>	1.40 b
T_3 : <i>Bacillus subtilis</i>	1.75 c

Medias con una misma letra no son significativamente diferentes $P < 0.05$.

Tabla 11 Prueba del rango múltiple de Tukey para dosis productos biológicos

Fungicidas en polvo	Medias (g)
1. Dosis recomendada	1.47 a
2. Dosis usada por los agricultores	1.45 b

Medias con una misma letra no son significativamente diferentes $P < 0.05$.

En la encuesta a las familias de productores (Tabla 12), 74 % aplican los plaguicidas entre 15 a 25 años, 16 % entre 25 a 40 años y 98 % más de 40 años. El 90 % de las personas que aplican los plaguicidas son jóvenes.

El 74 % de los productores indicaron que para aplicar los plaguicidas se basan en su propia experiencia, mientras el 6 % siguen las indicaciones del producto, 13 % fueron orientados por el vendedor de las agropecuarias y solo el 3 % tuvo asesoramiento técnico. El 13 % de los productores, mencionaron que las dosis recomendadas por las empresas son muy altas, por lo que cambian y aplican según sus experiencias. El 52 % consideran que las dosis recomendadas son su-

ficientes para un correcto control, 3 % señalan que son insuficientes y 32 % consideran que las recomendaciones comerciales no interesan.

El 68 % de los encuestados indicaron que realizan aplicaciones cada semana, realizando un promedio de 17 aplicaciones durante el ciclo del cultivo y algunas veces hasta 25 veces, dependiendo de la humedad y la temperatura. El 32 % indicó que aplican cada 15 días. El 74.2 % de las aplicaciones lo realizan en la mañana y el 25.8 % en la tarde.

Del total de productores encuestados el 81 % mezclan plaguicidas para el control de plagas y enfermedades en los cultivos, mientras que el 19 % no realizan mezcla alguna y aplican los productos por separado. El 48 % de los productores se basan en su experiencia para mezclar los productos, mientras que el 3 % leen las etiquetas. Al 36 % de los productores, el vendedor les explicó acerca de que mezclar y al 13 % un técnico les explicó las mezclas que debían realizar.

Efecto de los plaguicidas en el medioambiente y la salud. Los daños al ambiente suceden por las malas prácticas en el uso de los plaguicidas, detectándose que el 58% de los productores queman los envases vacíos sin previo lavado, causando contaminación tanto al aire como al suelo, un 3 % arroja los envases en zanjas y/o a los recolectores de basura, ocasionando que los trabajadores de los recolectores de desechos se expongan a estos productos.

En cuanto al manejo de los plaguicidas, solo el 26 % de los productores se capacitó y 74 % no recibió ninguna instrucción. El 16 % de los productores se capacitaron en medidas de protección en el uso de plaguicidas, 3 % se capacitaron en aspectos técnicos, 3 % en peligrosidad de plaguicidas y 3 % en efectos en la salud.

De los productores entrevistados mencionaron que tuvieron diversos síntomas después de fumigar. El 36 % sufrió dolor de cabeza, el 6 % mareos, 6 % náuseas, 3 % visión borrosa y el 48 % expresan no haber experimentado ningún efecto en su salud. A pesar de conocer los daños por el mal uso y manejo de los pla-

guicidas y los efectos que le causa a su salud, no toman medidas de protección. Se determinó que, durante las aplicaciones de plaguicidas, solo el 6 % usan mascarillas, 23 % usan botas de caucho, 23 % ponchos de caucho, 26 % usan pañoletas para cubrir la

nariz y el 23 % no usa ningún tipo de protección. Se detectó que el 6 % de los productores se moja las manos con el plaguicida, el 13 % las piernas, el 32 % la espalda y el 48 % indicó no haber expuesto a ninguna parte de su cuerpo a los plaguicidas.

Tabla 12 Frecuencias, porcentajes y análisis de Chi-cuadrada al $P < 0.01$ de probabilidad para 30 preguntas realizadas a los productores

Preguntas	Frecuencia	Porcentaje válido	P>0.01
1. En qué se basa para aplicar los productos			
Experiencia	24	77.4	
Indicaciones del Producto	2	6.5	
El vendedor le dijo	4	12.9	
Tuvo asesoramiento técnico	1	3.2	
Total	31	100.0	.000
2. Cómo considera las dosis recomendadas			
Muy Altas	4	12.9	
Suficientes	16	51.6	
Insuficientes	1	3.2	
No sirven	10	32.3	
Total	31	100.0	.001
3. A los cuantos años empezó a aplicar			
Entre los 15 a 25 años	23	74.2	
Entre los 25 a 40 años	5	16.1	
Después de los 40 años	3	9.7	
Total	31	100.0	.000
4. Cada qué tiempo aplica los plaguicidas			
Una vez por semana	21	67.7	
Cada 15 días	10	32.3	
Total	31	100.0	.048
5. Mezcla de plaguicidas			
Si	25	80.6	
No	6	19.4	
Total	31	100.0	.001
6. Que mezcla de plaguicidas realiza			
Insecticida + insecticida	2	6.5	
Insecticida + fungicida	23	74.2	
Fungicida + fungicida	1	3.2	
Ninguna	5	16.1	
Total	31	100.0	.000
7. Compra y almacena los productos. basado en			
Recomendación del expendedor	10	32.3	
Conocimiento propio	21	67.7	
Total	31	100.0	.048
8. Cómo solicita los productos			
Por nombre comercial	16	51.6	
Por ingrediente activo	9	29.0	
Para determinada curación	1	3.2	
para determinada Plaga	5	16.1	
Total	31	100.0	.001
9. El vendedor le orienta sobre el uso de los productos			
Si recibieron advertencias	27	87.1	
Nunca recibieron advertencias	4	12.9	

Total	31	100.0	.000
10. Almacena el producto sobrante			
Si	26	83.9	
No	5	16.1	
Total	31	100.0	.000
11. En dónde guarda los productos			
En la bodega	18	58.1	
Fuera de la casa	6	19.4	
Otro	7	22.6	
Total	31	100.0	.014
12. En dónde guarda la bomba de fumigar			
En la bodega	14	45.2	
Fuera de la casa	13	41.9	
Otro	4	12.9	
Total	31	100.0	.053
13. Equipo de protección para mezclar			
Guantes	2	6.5	
Mascarilla	6	19.4	
Botas de caucho	5	16.1	
Poncho de Caucho	5	16.1	
Nada	13	41.9	
Total	31	100.0	.029
14. Frecuencia que revisa equipo			
Cada semana	4	12.9	
Cada dos semanas	1	3.2	
Cada mes	3	9.7	
Más de cada mes	2	6.5	
Nunca	21	67.7	
Total	31	100.0	.000
15. Equipo de protección para fumigar			
Mascarilla	2	6.5	
Botas de caucho	7	22.6	
Poncho de Caucho	7	22.6	
Ropa para Cubrir la nariz	8	25.8	
Nada	7	22.6	
Total	31	100.0	.451
16. Por falta de precaución pasa siempre			
Manos	2	6.5	
Piernas	4	12.9	
Espalda	10	32.3	
Nada	15	48.4	
Total	31	100.0	.004
17. Hora a la que aplica los plaguicidas.			
En la Mañana	23	74.2	
En la Tarde	8	25.8	
Total	31	100.0	.007
18. Dónde deja fundas y frascos			
Quema	18	58.1	
Arroja	1	3.2	
Deja en la parcela	12	38.7	
Total	31	100.0	.001
19. Frecuencia con que revisa la bomba			
Cada semana	7	22.58	
Cada dos semanas	6	19.35	
Cada mes	13	41.94	
Más de un mes	2	6.45	
Nunca	3	9.68	
Total	31	100.0	.010

20. Lava la bomba antes de aplicar			
Si	22	71.0	
No	9	29.0	
Total	31	100.0	.020
21. dónde lava la bomba			
Parcela	23	74.2	
No lava bomba	8	25.8	
Total	31	100.0	.007
22. Qué hace con el producto sobrante en la bomba			
Bota	3	9.7	
Repasa	28	90.3	
Total	31	100.0	.000
23. Ha tenido capacitación			
Si	8	25.81	
No	23	74.19	
Total	31	100.0	.007
24. Temas de la capacitación			
Medidas de protección	5	16.1	
Aspectos técnicos	1	3.2	
Peligrosidad de plaguicidas	1	3.2	
Efectos en la salud	1	3.2	
No ha recibido	23	74.2	
Total	31	100.0	.000
25. Instituciones de capacitación			
INIAP	1	3.2	
UNESUM	6	19.4	
MAG	1	3.2	
Otra	23	74.2	
Total	31	100.0	.000
26. información que busca			
Advertencias	9	29.0	
Dosis	14	45.2	
Compatibilidad	7	22.6	
Que plaga o enfermedad controla	1	3.2	
Total	31	100.0	.011
27. Cómo decide que plaguicidas mezclar			
Por experiencia	15	48.4	
Lee las etiquetas	1	3.2	
El vendedor le dijo	11	35.5	
Un técnico le explico	4	12.9	
Total	31	100.0	.001
28. Cómo determina peligrosidad del plaguicida			
Olor	8	25.8	
Color de las etiquetas	23	74.2	
Total	31	100.0	.007
29. Qué síntomas experimenta después de fumigar			
Dolor de cabeza	11	35.5	
Mareo	2	6.5	
Nauseas	2	6.5	
visión borrosa	1	3.2	
Nada	15	48.4	
Total	31	100.0	.000
30. Conoce los daños que causa en el sistema digestivo			
Si	27	87.1	
No	4	12.9	
Total	31	100.0	.000

Discusión

El control químico de plagas y enfermedades consiste en debilitar, interrumpir o prevenir el crecimiento de poblaciones en cultivos mediante el uso de sustancias químicas, como el uso de plaguicidas⁴⁶.

Observamos que los productores de Puerto la Boca y Cantagallo, utilizan de manera indiscriminada plaguicidas^{34,35}. Además, se observó que los ingredientes activos para el control de enfermedades en hortalizas fueron Mancozeb + Metalaxyl, Propineb + Cymoxanil, Mancozeb + Cymoxanil, y de contacto Penzacole y Chlorothalonil, que controlan Oomycetes como *P. cubensis* y *P. infestans*, enfermedades temidas en el mundo y afectan a las Cucurbitáceas y Solanáceas^{42,47,48}.

Estos fungicidas utilizados indiscriminadamente, se sub-dosifican en 3 %, es decir, se recomienda en promedio 3.26 g/L, y aplican 3.17 g/L, esto implicaría que si se utiliza un promedio 500 L de agua para 1 ha, se está sub-dosificando 45 g/ha. Esto parece no que tuviera significancia, pero las implicaciones son importantes, porque estimulan a que los biotipos más débiles de los patógenos no controlados⁴⁹, dándoles la oportunidad de mutar o recombinarse, generando en poco tiempo resistencia a los fungicidas, y una posible evolución hacia genotipos más agresivos, o incentivarlos para una mayor producción de toxinas nocivas que afecten la salud a humana y animal⁵⁰.

En los fungicidas líquidos la sub-dosificación fue mayor, llegando en promedio 28 %, esto significaría que, su aplicación para 1 ha, sub-dosifican menos 270 mL, ocasionado similares efectos que los fungicidas en polvo. De ahí, es importante no sub-dosificar, para así evitar la producción de aflatoxinas como la de *Aspergillus flavus* en maíz⁵⁰.

Observamos que, algunos ingredientes activos de los fungicidas sistémicos como el Cymoxanil + Clorotalonil, Mancozeb + Metalaxyl, Benomilo, Propineb +

Cymoxanil y Metil Tiofanato son sobre-dosificados, lo que además ocasionarían contaminación ambiental, intoxicación y detrimento de la salud humana y animal^{1,51}, elevación de costos de producción y aparición de mutaciones y/o selección de razas y/o biotipos de patógeno más resistentes⁴⁹, en los últimos 5 años *P. cubensis* causante del mildiu vellosa, se convirtió en un problema serio e importante de las Cucurbitáceas, ocasiona pérdidas de rendimiento hasta 60 %⁴².

Entre los insecticidas, más utilizados en las zonas de estudio fueron Imidacloprid, Methomyl, Imidacloprid + Fipronil, Lambda Cyhalothrin, Triflumuron, Pyriproxifen, Thiamethoxam + Lambda Cyhalothrin, para el control de pulgón (*Myzus persicae*), lorito verde (*Empoasca* sp.), minador de las hojas (*Liriomyza trifolii*), trips (*Thrips tabaci*), polilla (*Diaphania* sp.), negrita (*Prodiplosis longifolia*) y ácaros (*Polyphagotarsonemus latus*).

Se debe resaltar, que los insecticidas líquidos y en polvo, se sub-dosificaron y sobre-dosifican entre 3 y 9 % respectivamente. Esto significa, 50 g/ha menos de lo recomendado para los en polvo y 45 mL/ha más para los insecticidas líquidos. Según Bisset⁵², la mala práctica en la dosificación de los insecticidas puede jugar un rol importante en las siguientes 4 categorías de resistencia de los insectos-plaga: i) resistencia por comportamiento: el insecto no entra en contacto con el depósito del insecticida, ii) resistencia a la penetración: la composición del exoesqueleto llega a ser modificada inhibiendo la penetración del insecticida, iii) sitio insensible: el sitio químico de acción para el insecticida se modifica reduciendo la sensibilidad a la forma activa del insecticida y iv) resistencia metabólica: la vía metabólica del insecto llega a ser modificada detoxificándose el insecticida o negando el metabolismo del compuesto aplicado en su forma tóxica. La forma más importante de resistencia metabólica incluye la multifunción oxidasa, glutatión S-transferasas y las esterasas⁵².

Es importante mencionar que el uso indiscriminado de insecticidas⁵³, está ocasionando cambios de comportamiento y selección de nuevos genotipos más resistentes en la negrita (*P. longifolia*), un insecto-plaga (Diptera: Cecidomyiidae), que fue reportado en Manabí en el año 1990 y actualmente se ha convertido en un problema serio, afecta a los cultivos de cucurbitáceas como el pepino, melón ocasionando pérdidas de hasta 10 %, más daño y pérdidas ocasiona en el tomate, con pérdidas de hasta 70 %⁵³. Muy recientemente similar situación está ocurriendo con la polilla barrenadora del tallo y del fruto en melón (*Cucurbita melo*) y pepino (*Cucurbita sativus*) causado por *Diaphania* sp., que, si no se hace un control en poco tiempo será un insecto-plaga de alta importancia en la zona de estudio.

Al respecto el MIP⁴⁶ menciona que, con el transcurso del tiempo, fue necesario utilizar los plaguicidas más frecuentemente, en mayores dosis, por una mayor tolerancia y la resurgencia violenta de las plagas. Se sustituyen los productos ineficaces por otros y éstos a su vez resultan inocuos al poco tiempo. Simultáneamente, las especies consideradas de importancia secundaria o poco conocidas surgen como plagas importantes. Esta combinación de resistencia a los productos químicos, la rápida resurgencia de las plagas después del tratamiento y la transformación de plagas secundarias en plagas de primer orden, en relación con problemas de mercadeo, aumentan enormemente los costos de producción y por lo tanto la rentabilidad del cultivo.

Por otra parte, se evidenció que los problemas de salud y ambientales causados, son en general provocados por los agricultores, por el poco interés que tienen frente a las recomendaciones técnicas de los profesionales, ya que más del 74 % se apoyan en su propia experiencia. Un 32 % de los productores consideran que las recomendaciones comerciales no sirven y por ello más del 67 % terminan realizando aplicaciones una vez por semana del mismo producto, lle-

gando a realizar un promedio de 17 aplicaciones durante el ciclo del cultivo y algunas veces hasta 25 veces, dependiendo de la humedad y la temperatura, provocando más contaminación ambiental y exposición de ellos mismos a los plaguicidas. También observamos que 58 % de los agricultores hacen un mal manejo de los envases, los queman o eliminan sin previo lavado.

Otro aspecto que se observó, en la mezcla de plaguicidas, una práctica común entre los productores, determinándose que el 81 % hacen esta práctica. El 48 % mezclan plaguicidas sin ningún criterio técnico y experiencia. Al respecto, cada producto comercial tiene un principio o ingrediente activo (IA) y que existen, productos comerciales que incluyen más de un IA a fin de combinar los efectos de todos ellos⁵⁴. Pero muy raramente se incluyen más de tres IA en un producto comercial. Normalmente la cantidad de IA requerido para controlar una plaga por unidad de superficie es tan baja que sería imposible aplicarla pura logrando una distribución aceptablemente correcta. Se observó 36 % de los agricultores tuvieron náuseas, dolor de cabeza y mareo después de fumigar⁵⁵. La mala manipulación de los equipos de protección, y la exposición de a plaguicidas, causándoles graves problemas de salud a mediano y largo plazo, resultados que concuerdan con Richter²¹, Dawson et al.²², Lee et al.⁵⁶, quienes mencionaron los efectos nocivos en la salud humana y han aumentado debido a la toxicidad y persistencia en el medio ambiente, y capacidad para ingresar en la cadena alimentaria. Los plaguicidas pueden ingresar al cuerpo humano por contacto directo con productos químicos, a través de alimentos, como las frutas y verduras⁵⁷, agua contaminada o aire contaminado. Varios síntomas como dolores de cabeza, dolores corporales, erupciones cutáneas, mala concentración, náuseas, mareos, problemas de visión, calambres, ataques de pánico y, en casos graves, coma y la muerte podría ocurrir debido a la intoxicación por plaguicidas^{58,59}. Además, se pudo establecer

74 % son jóvenes entre 15 a 25 años. Aproximadamente 3 millones de casos de intoxicación por plaguicidas se reportan en el mundo cada año, de estos, 2 millones son intentos de suicidio y el resto son casos de intoxicación ocupacional o accidental⁴⁰. Los intentos de suicidio debido a una intoxicación aguda por plaguicidas son principalmente el resultado de disponibilidad generalizada de plaguicidas en áreas rurales^{21,22}. Existe una creciente evidencia que establece un vínculo entre la exposición a plaguicidas y las denuncias de enfermedades crónicas humanas que afectan el sistema nervioso, reproductivo, renal, cardiovascular y sistemas respiratorios⁵. La exposición continua a cantidades sub-letales de plaguicidas durante un período prolongado (años a décadas), resulta en enfermedades crónicas en humanos⁵⁸. Los síntomas no son inmediatos, se manifiestan en etapas posteriores. Los agricultores y sus familias corren los mayores riesgos de verse afectados, sin embargo, la población en general también se ve afectada, esto debido a la contaminación de los alimentos, el agua o porque los plaguicidas contaminan los campos⁵⁸.

Fuente de financiamiento

Grant PROG-003-PROY-001-DIP-2017 de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que esta investigación fue realizada en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (Cantón Jipijapa) y no presenta conflictos de interés.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero y las facilidades proporcionadas por la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM). También agradecemos a

los agricultores de Puerto La Boca y a los estudiantes involucrados en esta investigación.

Consideraciones éticas

La aprobación de la investigación por la Dirección de Investigación y Posgrado, el Comité de Ética, y el Comité de Investigación de la Carrera de Agropecuaria de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), (Cantón Jipijapa), se siguió las pautas establecidas por estas instancias. Limitaciones en la investigación Los autores señalan que no hubo limitaciones en el presente trabajo de investigación.

Limitaciones en la investigación

Los autores señalan que no hubo limitaciones en el presente trabajo de investigación.

Contribución de los autores

Gabriel-Ortega Julio, planeación del experimento, análisis estadístico, sistematización e interpretación de la información. *Ávila Demera Jonathan*, toma de datos, análisis estadístico, sistematización e interpretación de la información. *Ayón Villao Fernando*, sistematización e interpretación de la información. Revisión del documento. *Morán Morán Jessica*, sistematización e interpretación de la información. Revisión del documento. *Álvarez Plúa Agustín*, sistematización e interpretación de la información. Revisión del documento. *Flores Ramírez Heidi*, transcripción, sistematización, sintaxis y revisión del documento.

Literatura Citada

1. Gill HK, Garg H. Pesticides: Environmental impacts and management strategies. In: Larramendy ML, Soloneski S, editors. Pesticides. London: In Tech; 2014. p. 187-230. DOI: <https://doi.org/10.5772/57399>

2. Saravi SSS, Shokrzadeh M. Role of pesticides in human life in the modern age: a review. In: Stoytcheva M, editor. Pesticides in the modern world-risks and benefits. London: In Tech; 2011. p. 3-12. DOI: <https://doi.org/10.5772/18827>
3. Rosell G, Quero C, Coll J, Guerrero A. Biorational insecticides in pest management. *J Pestic Sci* 2008 ;33(2):103-21. DOI: <https://doi.org/10.1584/jpestics.R08-01>
4. Carriger JF, Rand GM, Gardinali PR, Perry WB, Tompkins MS, Fernandez AM. Pesticides of potential ecological concern in sediment from South Florida canals: an ecological risk prioritization for aquatic arthropods. *Soil Sediment Contam* 2006; 15(1):21-45. DOI: <https://doi.org/10.1080/15320380500363095>
5. Mostafalou S, Abdollahi M. Concerns of environmental persistence of pesticides and human chronic diseases. *Clin Exp Pharmacol* 2012;S5: e002. DOI: <https://doi.org/10.4172/2161-1459.S5-e002>
6. Meyers L, Bull J. Fighting change with change: adaptive variation in an uncertain world. *Trends Ecol Evol* 2002;17(12):551-7. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02633-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02633-2)
7. Yasmin S, D'Souza D. Effects of pesticides on the growth and reproduction of earthworm: a review. *Appl Environ Soil Sci* 2010:678360. DOI: <https://doi.org/10.1155/2010/678360>
8. Fountain MT, Brown VK, Gange AC, Symondson WOC, Murray PJ. The effect of the insecticide chlorpyrifos on spider and collembolan communities. *Pedobiologia* 2007;51(2):147-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2007.03.001>
9. Amalin DM, Peña JE, Duncan R, Leavengood J, Koptur S. Effects of pesticides on the arthropod community in the agricultural areas near the Everglades National Park. *Proc Fla State Hort Soc* 2009;122:429-37.
10. Tiwari G, Prasad C, Nath L. Effect of insecticides, bio-pesticides and botanicals on the population of natural enemies in brinjal ecosystem. *Int J Plant Res* 2011;24(2):40-4.
11. Kumari M. Effects of organophosphate pesticide abate on the ovary of the cat fish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch.). *Bangladesh J Zool* 2013;40(2): 207-12. DOI: <https://doi.org/10.3329/bjz.v40i2.14314>
12. Kevan PG. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agric Ecosyst Environ* 1999;74(1-3):373-93. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00044-4)
13. Brittain CA, Vighi M, Bommarco R, Settele J, Potts SG. Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales. *Basic Appl Ecol* 2010;11(2):106-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.11.007>
14. Fishel FM. Pesticides effects of nontarget organisms [Internet]. Florida: University of Florida; 2011 [cited Oct. 16, 2019]. 6 p. Retrieved from: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:8XHTaYnT2H4J:https://journals.flvc.org/edis/article/download/115202/113504&cd=18&hl=es&ct=clnk&gl=bo>
15. Blacquièrè T, Smagghe G, van Gestel CAM, Mommaerts V. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology* 2012;21:973-92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-012-0863-x>
16. Gill R, Ramos-Rodriguez O, Raine N. Combined pesticide exposure severely affects individual-and colony-level traits in bees. *Nature* 2012;491:105-8. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature11585>
17. Pettis JS, vanEngelsdorp D, Johnson J, Dively G. Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen *Nosema*. *Naturwissenschaften* 2012;99(2):153-8. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00114-011-0881-1>
18. Wu JY, Smart MD, Anelli CM, Sheppard WS. Honey bees (*Apis mellifera*) reared in brood combs containing high levels of pesticide residues

- exhibit increased susceptibility to *Nosema* (Microsporidia) infection. *J Invertebr Pathol* 2012;109(3):326-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2012.01.005>
19. Laycock I, Lenthall KM, Barratt AT, Cresswell JE. Effects of imidacloprid, a neonicotinoid pesticide, on reproduction in worker bumble bees (*Bombus terrestris*). *Ecotoxicology* 2012;21(7):1937-45. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-012-0927-y>
 20. Whitehorn PR, O'Connor S, Wackers FL, Goulson D. Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 2012;336(6079):351-2. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1215025>
 21. Richter ED. Acute human pesticide poisonings. In: Pimentl D, editor. *Encyclopedia of Pest Management*. New York: Cornell University; 2002. p. 3-6.
 22. Dawson AH, Eddleston M, Senarathna L, Mohamed F, Gawarammana I, Bowe SJ, et al. Acute human lethal toxicity of agricultural pesticides: a prospective cohort study. *PLoS Med* 2010;7(10):e1000357. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000357>
 23. Konar SK. Pesticides and aquatic ecosystems. *Indian J Fish* 1975;22(1-2):80-5.
 24. Scholz NL, Fleishman E, Brown L, Werner I, Johnson ML, Brooks ML, et al. A perspective on modern pesticides, pelagic fish declines, and unknown ecological resilience in highly managed ecosystems. *BioScience* 2012;62(4):428-34. DOI: <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.4.13>
 25. Pereira L, Fernandes MN, Martinez CB. Hematological and biochemical alterations in the fish *Prochilodus lineatus* caused by the herbicide clomazone. *Environ Toxicol Pharmacol* 2013;36(1):1-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2013.02.019>
 26. Relyea RA. Predator cues and pesticides: a double dose of danger for amphibians. *Ecol Appl* 2003;13(6):1515-21. DOI: <https://doi.org/10.1890/02-5298>
 27. Stuart SN, Chanson JS, Cox NA, Young BE, Rodrigues AS, Fischman DL, et al. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 2004;306(5702):1783-6. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1103538>
 28. Johnson LA, Welch B, Whitfield SM. Interactive effects of pesticide mixtures, predators, and environmental regimes on the toxicity of two pesticides to red-eyed tree frog larvae. *Environ Toxicol* 2013;32(10):2379-86. DOI: <https://doi.org/10.1002/etc.2319>
 29. Kerby JL, Richards-Hrdlicka KL, Storfer A, Skelly DK. An examination of amphibian sensitivity to environmental contaminants: are amphibians poor canaries? *Ecol Lett* 2010;13(1):60-7. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01399.x>
 30. Parsons KC, Mineau P, Renfrew RB. Effects of pesticide use in rice fields on birds. *Waterbirds* 2010;33 Supl 1:193-218. DOI: <https://doi.org/10.1675/063.033.s115>
 31. Mitra A, Chatterjee C, Mandal FB. Synthetic chemical pesticides and their effects on birds. *Research J Environ Toxicol* 2011;5(2):81-96. DOI: <https://doi.org/10.3923/rjet.2011.81.96>
 32. Guerrero I, Morales MB, Oñate JJ, Geiger F, Berendse F, Snoo GD, et al. Response of ground-nesting farmland birds to agricultural intensification across Europe: Landscape and field level management factors. *Biol Conserv* 2012;152:74-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.001>
 33. Trevisan M, Montepiani C, Ragozza L, Bartoletti C, Ioannilli E, Del Re AA. Pesticides in rainfall and air in Italy. *Environ Pollut* 1993;80(1):31-9. DOI: [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(93\)90006-a](https://doi.org/10.1016/0269-7491(93)90006-a)
 34. Laabs V, Wehrhan A, Pinto A, Dores E, Amelung W. Pesticide fate in tropical wetlands of Brazil: an

- aquatic microcosm study under semi-field conditions. *Chemosphere* 2007;67(5):975-89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.10.067>
35. Hussain S, Siddique T, Saleem M, Arshad M, Khalid A. Impact of pesticides on soil microbial diversity, enzymes, and biochemical reactions. In: Sparks DL, editor. *Advances in Agronomy*. Amsterdam: Elsevier B.V; 2009. p. 159-200. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(09\)01005-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(09)01005-0)
36. Muñoz-Leoz B, Ruiz-Romera E, Antigüedad I, Garbisu C. Tebuconazole application decreases soil microbial biomass and activity. *Soil Biol Biochem* 2011;43(10):2176-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.07.001>
37. Carter AD, Heather AIJ. Pesticides in groundwater. In: Best GA, Ruthven AD, editors. *Pesticides-developments, impacts, and controls*. London: The Royal Society of Chemistry; 1995. p. 113-23.
38. Trajkovska S, Mbaye M, Gaye Seye MD, Aaron JJ, Chevreuil M, Blanchoud H. Toxicological study of pesticides in air and precipitations of Paris by means of a bioluminescence method. *Anal Bioanal Chem* 2009;394(4):1099-106. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00216-009-2783-z>
39. Larson SJ, Capel PD, Majewski M. *Pesticides in surface waters: distribution, trends, and governing factors*. Florida: CRC Press; 2018.
40. Singh B, Mandal K. Environmental impact of pesticides belonging to newer chemistry. In: Dhawan AK, Singh B, Bhullar MB, Arora R, editors. *Integrated pest management*. Jodhpur: Scientific publishers; 2013. p. 152-90.
41. Armstrong JL, Fenske RA, Yost MG, Galvin K, Tchong-French M, Yu J. Presence of organophosphorus pesticide oxygen analogs in air samples. *Atmos Environ* 2013;66:145-50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.06.087>
42. Gabriel-Ortega J, Pereira-Murillo E, Ayón-Villao F, Castro-Piguave C, Delvalle-García I, Castillo JA. Development of an ecological strategy for the control of downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in cucumber cultivation (*Cucumis sativus* L.). *Bionatura* 2020;5(2):1101-5. DOI: <https://doi.org/10.21931/RB/2020.05.02.3>
43. Gabriel Ortega J, Valverde LA, Indacochea Ganchozo B, Castro Piguave C, Vera Tumbaco M, Alcívar Cobeña J, et al. *Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios* [Internet]. Guayaquil: Editorial Grupo Compás; 2021 [citado 12 de noviembre de 2019]. 207 p. Recuperado a partir de: <http://142.93.18.15:8080/jsp/ui/handle/123456789/625>
44. Cod R. *An introduction to SAS university edition* [Internet]. North Carolina: SAS Institute; 2018 [cited October 5, 2019]. Retrieved from: <https://www.oreilly.com/library/view/an-introduction-to/9781629600079/>
45. IBM SPSS Statistics [Internet]. Software Company Ingelsi. 2016 [cited October 5, 2019]. Retrieved from: <http://www.ingelsi.com.ec/ibm-spss-statistics/>
46. Manejo integral de plagas. control biológico y control químico [Internet]. Editorial Informativo Agrícola de México. 2020 [citado 5 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <https://mexico.infoagro.com/manejo-integral-de-plagas-control-biologico-y-control-quimico/>
47. Savory EA, Granke LL, Quesada-Ocampo LM, Varbanova M, Hausbeck MK, Day B. The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. *Mol Plant Pathol* 2011;12(3):217-26. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.0670.x>
48. Lebeda A, Pavelková J, Urban J, Sedláková B. Distribution, host range and disease severity of *Pseudoperonospora cubensis* on cucurbits in the Czech Republic. *J Phytopathol* 2011;159(11):589-96. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2011.01811.x>
49. Montesinos E. La resistencia a fungicidas y bactericidas. factores de riesgo asociados al mecanismo

- de acción y al potencial evolutivo del patógeno [Internet]. Phytoma-España. 2005 [citado 15 de mayo de 2019]. Recuperado a partir de: <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/173-noviembre-2005/la-resistencia-a-fungicidas-y-bactericidas-factores-de-riesgo-asociados-al-mecanismo-de-accin-y-al-potencial-evolutivo-del-patgeno>
50. Ferrigo D, Mondin M, Scopel C, Dal Maso E, Stefenatti M, Raiola A, et al. Effects of a prothioconazole and tebuconazole-based fungicide on *Aspergillus flavus* development under laboratory and field conditions. *Eur J Plant Pathol* 2019;155:151-61. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01757-4>
51. Stoytcheva M. Pesticides, formulations, effects, fate [Internet]. Rijeka: InTech; 2011 [cited Oct. 2, 2019]. 822 p. Retrieved from: <https://library.um.edu.mo/ebooks/b28109788.pdf><https://library.um.edu.mo/ebooks/b28109788.pdf>
52. Bisset JA. Uso correcto de insecticidas: control de la resistencia. *Rev Cubana Med Trop* 2002;54(3): 202-19.
53. Valarezo Cely O, Cañarte Bermudez E, Navarrete Cedeño JB, Arias de López M. *Prodiplosis longifolia* (Diptera: Cecidomyiidae) principal plaga del tomate en Ecuador [Internet]. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias; 2003 [citado 26 de octubre de 2019]. Manual No. 51. Recuperado a partir de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1324>
54. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Plaguicidas químicos, composición y formulaciones, etiquetado, clasificación toxicológica, residuos y métodos de aplicación. En: Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, editores. *Aplicación Eficiente de Fitosanitarios* [Internet]. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; 2019. p. 1-14. Recuperado a partir de: <https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/>
- [INTA%20Aplicacion%20eficiente%20de%20fitosanitarios%20Cap%202.%2020Formulaciones.pdf](#)
55. Avila Demera JJ. Estudio del uso y manejo de los plaguicidas en cultivos de ciclo corto en Puerto La Boca, Jipijapa - Manabí [tesis licenciatura]. [Manabí]: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2020 [citado 26 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2736>
56. Lee SJ, Mehler L, Beckman J, Diebolt-Brown B, Prado J, Lackovic M, et al. Acute pesticide illnesses associated with off-target pesticide drift from agricultural applications: 11 States, 1998-2006. *Environ Health Perspect* 2011;119(8):1162-19. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.1002843>
57. Cabras P. Plant toxins and human health. In: D'Mello JPF, editor. *Food Safety Contaminants and Toxins* [Internet]. Brazil: CABI digital library; 2003. p. 91-124. Retrieved from: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/9780851996073.0001>
58. Pan Germany. Pesticides and health hazards [Internet]. Hamburg: Pestizid Aktions-Netzwerk; 2012 [cited October 5, 2019]. Retrieved from: <https://www.pan-germany.org/download/VergiftEN-201112-web.pdf>
59. Valbuena DS, Meléndez-Flórez MP, Villegas VE, Sánchez MC, Rondón-Lagos M. Daño celular y genético como determinantes de la toxicidad de los plaguicidas. *Ciencia en Desarrollo* 2020;11(2): 25-42. DOI: <https://doi.org/10.19053/01217488.v11.n2.2020.11245>

Nota del Editor:
Journal of the Selva Andina Biosphere (JSAB). Todas las afirmaciones expresadas en este artículo son únicamente de los autores y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, editores y los revisores. Cualquier producto que pueda ser evaluado en este artículo, o la afirmación que pueda hacer su fabricante, no está garantizado o respaldado por el editor.