

Uso de plaguicidas químicos en tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*) en condiciones de invernadero y campo en Loja, Ecuador

*Use of chemical pesticides on tomato (*Solanum lycopersicum L.*) under greenhouse and field conditions in Loja, Ecuador*

Bernardo Castillo-Pérez^{1,*} y Víctor Castillo-Bermeo¹

¹Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

* Autor para correspondencia: bgcastillo@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 03/06/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 13/07/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

Resumen—El presente estudio tuvo como objetivos identificar, caracterizar y establecer diferencias entre los plaguicidas químicos utilizados en el manejo productivo del tomate riñón, en invernadero y en campo abierto. La investigación realizada mediante entrevistas y acompañamiento directo en las zonas productoras de tomate, evidencia una producción basada en agroquímicos, ejecutada en su totalidad de forma empírica, ignorando aspectos básicos como reconocimiento del tipo de químico a utilizar, acatamiento de dosis, frecuencias, mezclas y utilización de equipos de protección, entre otros. El estudio determinó 16 tipos de insecticidas en invernadero y 8 a campo abierto, en los cuales los modos de acción con mayor frecuencia encontrados fueron los que actúan sobre los sistemas nervioso y muscular y sobre la regulación del crecimiento del insecto. A su vez, se encontraron 29 tipos de fungicidas en invernadero y 13 a campo abierto en los cuales el modo de acción con mayor frecuencia es el que tienen acción multi-sitio en los procesos metabólicos del hongo. Durante las aplicaciones estos químicos se mezclaban y se aplicaban sin criterio técnico, pudiendo ocasionar sobredosificaciones o reacciones químicas adversas. Además, no se respetaban los periodos de reingreso y no tenían claro los periodos de carencia de los químicos utilizados. De este estudio se concluye que es indispensable la asistencia técnica en el seguimiento y control y expedir regulaciones más estrictas para el uso y manejo de plaguicidas manteniendo un monitoreo permanente del uso de estos químicos en los cultivos agrícolas de la provincia.

Palabras clave—Modos de acción, Acción multi sitio, Periodo de carencia, Periodo de reingreso, Plaguicidas.

Abstract—The present study was aimed to identify, characterize and establish differences between the chemical pesticides used in the productive management of tomato, both in greenhouses and in open fields. The research was done with interviews and direct observation in the productive areas, and carried out evidences of a production based on agrochemicals, executed entirely in an empirical way, ignoring basic aspects such as: recognition of the type of chemical to be used, compliance with doses, frequencies, mixtures and use of protective equipment, among others. The study determined 16 types of insecticides in greenhouses and 8 in open fields, in which the most frequently found modes of action were those that act on the nervous and muscular systems and on the regulation of insect growth. On the other way, 29 types of fungicides were found in greenhouses and 13 in open fields, and the most frequent mode of action was that having multi-site action on the metabolic processes of the fungus. During application, these chemicals were mixed and applied without technical criteria, which may cause overdosage or adverse chemical reactions. In addition, the re-entry periods were not respected and there was no clarity about the withdrawal periods of the chemicals used. We concluded that it is essential to provide technical assistance in the follow-up and control and to issue more severe regulations for the use and management of pesticides, maintaining a permanent monitoring of the use of these chemicals in the province's agricultural crops.

Keywords—Modes of action, Multi site action, Withdrawal period, Re-entry period, Pesticides.

INTRODUCCIÓN

El tomate riñón o tomate de mesa (*Solanum lycopersicum* L.) es considerado como una de las hortalizas con mayor relevancia debido a que es uno de los principales componentes de la canasta familiar. El fruto contiene una variada fuente de nutrientes tales como potasio, fósforo y calcio, además de vitaminas de los grupos B, E y C. Adicionalmente, esta hortaliza contiene un antioxidante llamado licopeno, el cual se considera un agente protector contra el cáncer (Navarro y Periago, 2016).

Castillo (2018) destaca que debido a los buenos réditos que genera la producción de tomate los productores basan la actividad agrícola en un alto uso de productos químicos para proteger sus cultivos e inversiones, ya que el cultivo durante sus distintas etapas fenológicas es susceptible al ataque de diversas plagas. Esto provoca aplicaciones excesivas, intensificando las dosis y mezclas, lo que favorece que las plagas se vuelvan resistentes a los productos químicos (Firas 2015). Debido a esto, se han generado efectos perjudiciales en el ambiente y la salud humana.

Adicionalmente, Barbieri (2010) indica que los efectos de los plaguicidas en la población son perjudiciales para la salud humana, cuando estos están por encima de los Límites Máximos de Residuos (LMR). El efecto de los plaguicidas varía según los modos de acción, dosis, mezclas y características de cada individuo, y a su vez los efectos pueden manifestarse de inmediato o después de varios meses e incluso años, pudiendo ser efectos reversibles o permanentes, dependiendo del grado de exposición. Durante exposiciones agudas o acumulativas los síntomas más comunes son la aparición de sarpullido y adormecimiento de los dedos (Wolansky, 2011).

Matthews (2006) señala que en situaciones más extremas los síntomas se agudizan y se manifiestan nuevos síntomas, como debilidad y contracción muscular, cambios en la frecuencia cardíaca y broncoespasmos, progresando a convulsiones y coma. El proceso actual de producción mundial se basa en la utilización de plaguicidas, por lo que es imperativo un adecuado manejo de estos químicos para asegurar la producción de alimentos inocuos que ofrezcan seguridad al consumidor, constituyéndose una necesidad el implementar sistemas de Buenas Prácticas Agrícolas que mejoren la calidad sin dejar de lado la competitividad y productividad agrícola (IICA, 2012).

Castillo (2012) explica que el proceso productivo que se maneja en la ciudad de Loja es principalmente químico-comercial (producción basada en el uso de plaguicidas químicos), lo que implica que a futuro sea imposible sostener este sistema de producción; por una parte, los frutos cosechados no ofrecen la inocuidad para su consumo. Tal y como indica Castillo (2018), los residuos químicos en los productos evaluados superaban en promedio el 30% de los LMR establecidos por el Codex Alimentarius de la FAO, donde los principales productos que presentaban residualidad pertenecían a los grupos de ditiocarbamatos, carbamatos, organosfosforados y órganos clorados. Por otra parte, las formas y usos inadecuados de los recursos para

la producción como el agua y el suelo repercuten en la disminución de las producciones, por lo que no se garantiza mantener estos cultivos más allá del corto plazo (Castillo, 2012).

Para el fin de esta investigación se plantearon los objetivos de analizar los productos químicos aplicados en el cultivo de tomate riñón a campo abierto e invernadero, centrándose en el análisis de insecticidas y fungicidas, y establecer diferencias en el uso de los plaguicidas en la producción de este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación se llevó a cabo entre los meses de julio-noviembre de 2020 en la periferia occidental de la ciudad de Loja (Figura 2), que está dividida en seis parroquias urbanas: Sagrario, Sucre, el Valle, San Sebastián, Punzara y Carigán. El trabajo de investigación se centró en las zonas de producción identificadas, las cuales fueron: Ciudad Victoria (Obrapía), Borja (Alumbre), Carigán y El Plateado. Posteriormente, para las visitas se consideraron las áreas de producción a campo abierto e invernadero con una extensión mínima de 4.000 m² o 5.000 plantas, para que sea considerado representativo.

Geográficamente el cantón Loja (Figura 1) está ubicada entre las siguientes coordenadas:

- Latitud: S0°4'40.01"
- Longitud O79°26'44.34"



Fig. 1: Ubicación geográfica de la provincia de Loja y la ciudad de Loja.

Fuente: Municipio de Loja

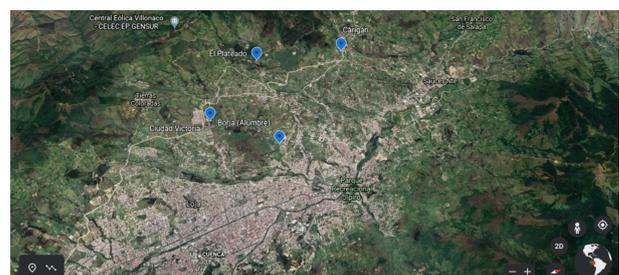


Fig. 2: Ubicación geográfica de las zonas de estudio

Puntos de evaluación fitosanitaria

Identificados los sitios de producción significativos de tomate, se realizó la evaluación fitosanitaria mediante entrevistas, observación directa y acompañamiento permanente con los productores, tal y como se detalla más adelante.

Para establecer el tamaño de la muestra se partió de la información de Arévalo (2010), que indica una población aproximada de 25 zonas de producción de tomate riñón en la periferia de la ciudad de Loja. Sin embargo, el estudio actual identificó 20 zonas de producción, en su mayoría bajo invernadero. Con esta información se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2PQ}{(N-1)E^2 + Z^2PQ}$$

Donde:

- n: Tamaño de muestra
- N: Población total
- E^2 : Error experimental
- P: Probabilidad de éxito
- Q: Probabilidad de fracaso
- 1,65: valor de Z al 90 % de confianza

Entonces:

$$n = \frac{20 \cdot 1,65^2 \cdot 0,50 \cdot 0,5}{(20-1)0,1^2 + 1,65^2 \cdot 0,50 \cdot 0,5}$$

$$n = \frac{13,6125}{0,87063}$$

$$n = 16$$

Se aplicó el valor de “1,65: valor de Z al 90 % de confianza” ya que existe una amplia variabilidad por parte de los agricultores en relación a los métodos que utilizan durante las aplicaciones.

Análisis de los productos químicos aplicados en el cultivo de tomate riñón a campo abierto e invernadero

Se hizo acompañamiento directo a los productores de tomate de las 16 unidades de producción evaluadas, realizando una visita semanal a cada una de ellas durante cuatro meses para recabar datos sobre las labores fitosanitarias, tomando en cuenta los siguientes aspectos: tipo de agroquímico utilizado, estado fenológico en el que se aplica, mezclas, dosis, frecuencia de aplicación y categoría toxicológica. Ya recabados estos datos en campo se procedió a ampliar el análisis con los siguientes aspectos: formulaciones, periodo de reingreso, modo de acción, periodo de carencia y tipo de plaga que controla. La caracterización de los plaguicidas se hizo con base en la clasificación de los modos de acción (MdA) del Comité de Acción de Resistencia a los Fungicidas (FRAC, 2019) y Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas (IRAC, 2020), Vademécum Agrícola XV edición (Edifarm, 2020), las fichas técnicas de cada producto y el reporte de productos de insumos agrícolas del Ministerio de

Agricultura y Ganadería y Agrocalidad actualizada el dos de julio de 2020 (Agrocalidad, 2020).

Diferencias en el uso de los plaguicidas en la producción de tomate riñón a campo abierto e invernadero

Las diferencias se establecieron identificando los ingredientes activos con mayor frecuencia en cada sistema de producción, agrupados de acuerdo al grupo químico y MdA al cual pertenecen según la clasificación del FRAC e IRAC respectivamente. Además, se identificaron las diferencias entre los productos químicos aplicados en relación a las mezclas, dosis, frecuencias de aplicación (diferenciando los días entre cada aplicación) y su clasificación toxicológica según la Norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 1898.

RESULTADOS

Se encontró que las producciones bajo invernadero constituyen la mayor parte de área de producción de tomate en la ciudad de Loja. La Figura 3 muestra las zonas de producción bajo invernadero, las cuales están divididas en cuatro zonas, donde El Plateado y Borja son las zonas con el mayor porcentaje de área, con 28 % y 27 % respectivamente, seguidos de Carigán con 24 % y Ciudad victoria (Obrapía) con 21 %. Además, en la actualidad se encuentran en proceso de construcción alrededor de ocho nuevos invernaderos distribuidos en las zonas de producción antes mencionadas. Los productores han optado por construir estas estructuras debido a que de esta manera los fuertes vientos u otros factores climáticos no afectan a sus cultivos. Además, se destaca que solo el barrio Ciudad Victoria (Obrapía) contaba con producción a campo abierto, donde existían tres sembríos, los cuales manejaban el mismo sistema de producción, ya que eran de una misma familia. Dichos cultivos estaban en etapa final de cosecha.

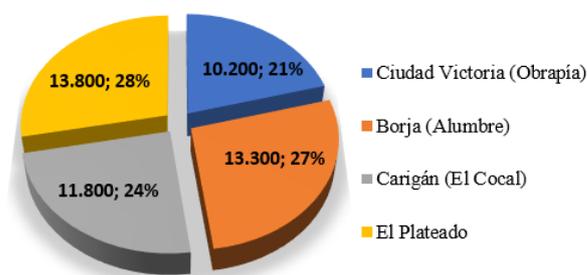


Fig. 3: Área de producción de tomate bajo invernadero en m^2 por sectores en la ciudad de Loja, Ecuador.

Fuente: Municipio de Loja

Variedades de tomate más utilizadas

De los 16 productores entrevistados 13 cultivaron bajo invernadero y 3 a campo abierto. Del total que cultivaban bajo invernadero, cinco de ellos tenían plantada la variedad Prieto, esta se encontraba mezclada con otras variedades como Sheila N, Faraón F1 o Kalel. En general las combi-

naciones se realizaban entre tres a cinco variedades como máximo (Figura 4).

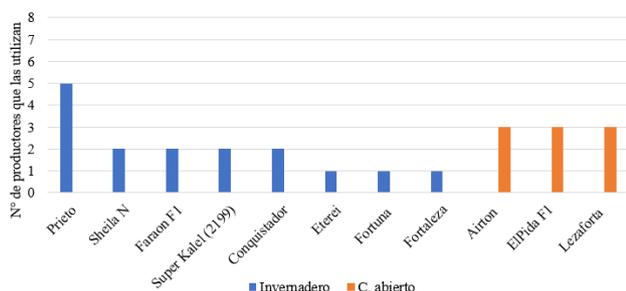


Fig. 4: Variedades de tomate más utilizadas a campo abierto e invernadero en la periferia de la ciudad de Loja

En lo referente a campo abierto, los tres cultivos estudiados estaban ubicados en el barrio Ciudad Victoria (Obrapía), y se encontró que los productores sembraron las variedades Airton, El Pida F1 y Lezaforta, debido principalmente a que eran familiares y la producción la realizaban en forma similar. Son variedades híbridas indeterminadas con características de precocidad al momento de la producción, y las plantas pueden sobrepasar los 1,5 metros de altura a partir de la novena semana.

La totalidad de productores entrevistados indicaron sus preferencias en cuanto a mezclar variedades al momento de la siembra, principalmente por motivos de la polinización. Esta es una práctica que realizan habitualmente independientemente de si se siembra a campo abierto o en invernadero.

Análisis de los plaguicidas utilizados en el proceso productivo del tomate riñón

Criterios de aplicación Se evaluaron los criterios de los agricultores respecto a cómo realizan las aplicaciones. Esto se realizó por igual para los 16 productores entrevistados en los dos tipos de sistemas de producción (Tabla. 1). De las cuatro zonas productoras evaluadas solo un cultivo bajo invernadero manejaba su producción con la asesoría de un técnico, dicho técnico planificaba el control químico de las plagas, a diferencia de los otros 15 productores que realizaban el control químico de forma empírica.

Las aplicaciones por calendario se refieren a los días entre cada aplicación de plaguicidas que realiza el productor. El 100% de producciones se manejaban bajo este método. Además, ninguno de los sectores en los que se cultiva tomate manejaba algún tipo de control sin la utilización de plaguicidas químicos (control alternativo-natural), es decir, la producción era netamente química comercial.

Respecto a los equipos de protección personal (overol, delantal, botas, guantes, mascarilla, gafas), el total de agricultores entrevistados no utilizaban equipo alguno para realizar las aplicaciones de químicos, lo máximo que se solía utilizar era una camisa para envolver la cabeza, práctica que podría desencadenar en una intoxicación por contacto o la inhalación de la mezcla de los plaguicidas.

Plaguicidas agrícolas utilizados en la producción de tomate riñón

Las Tablas 2 y 3 (Anexos) muestran los agroquímicos que se encontraron durante las visitas realizadas a los productores de la periferia de la ciudad. Las formulaciones mayormente utilizadas entre los insecticidas encontrados fueron: suspensión concentrada (SC) 35%, concentrado emulsionable (CE) 22% y polvo mojable (PM) 17% (Figura 5A). A su vez los fungicidas presentaban una mayor predominancia en formulaciones como polvo mojable 33%, suspensión concentrada 20% y gránulos dispersables en agua (Figura 5B).

Formulaciones

Las formulaciones mayormente utilizadas entre los insecticidas encontrados fueron: suspensión concentrada (SC) 35%, concentrado emulsionable (CE) 22% y polvo mojable (PM) 17% (Figura 5A). A su vez los fungicidas presentaban una mayor predominancia en formulaciones como polvo mojable 33%, suspensión concentrada 20% y gránulos dispersables en agua (Figura 5B).

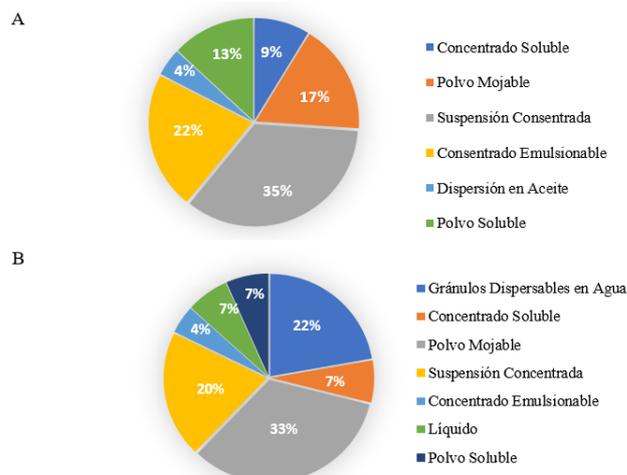


Fig. 5: Promedio de utilización de las distintas formulaciones de agroquímicos de uso en los cultivos de tomate de la periferia de Loja: (A) insecticidas y (B) fungicidas

Caracterización según el ingrediente activo y grupo químico

Según los análisis realizados, el grupo químico que predomina en relación a los insecticidas químicos aplicados bajo invernadero (Tabla 4) pertenecen al grupo de los Neonicotinoides (Imidacloprid, Acetamiprid, Tiametoxam), seguido por los Piretroides (Betaciflutrin, Lambdacihalotrina, Cipermetrina). Ambos grupos actúan sobre el sistema nervioso, pero a su vez en distintos lugares de acción. Los Neonicotinoides modulan el receptor nicotínico de la acetilcolina, mientras que los Piretroides modulan o modifican el canal de sodio de la membrana nerviosa de los insectos. A estos se suma el grupo de la Ciromazina, el cual inhibe la formación de la cutícula al afectar la habilidad para formar quitina, y esto ocasiona que la cutícula se torne delgada y quebradiza haciendo que el insecto no soporte los rigores de

Tabla 1: Criterios en la aplicación de productos químicos en los cultivos de tomate de la periferia de Loja.

Sector	Planificación en control químico de plagas		Aplicaciones tipo calendario		Control alternativo - natural		Equipos de protección personal (EPP)	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Ciudad Victoria (Obrapía)		3	3			3		3
Borja (Alumbre)	1	5	6			6		6
Carigán		2	2			2		2
El Plateado		5	5			5		5
	1 (6,4%)	15 (93,6%)	16 (100%)			16(100%)		16(100%)

la muda y muera. Por otro lado, en plantaciones a campo abierto se observa que existe predominancia de insecticidas que actúan sobre el sistema nervioso, pero de entre todos estos destaca el agroquímico clorpirifós perteneciente al grupo químico de los Organofosforados. Este agroquímico es el de mayor toxicidad entre todos los mencionados para aplicar a campo abierto e invernadero. Perteneció a la Clase Ib (muy peligroso) por lo que se le adjudica etiqueta Roja por su toxicidad y cabe destacar que este solo se encontró aplicado en cultivos al aire libre.

Los insecticidas analizados en invernaderos y en campo abierto se centran principalmente en tres modos de acción: los que actúan sobre el sistema nervioso que son los más utilizados, seguido de los que actúan sobre el sistema muscular y finalmente los que regulan el crecimiento. También se observó la presencia de dos grupos químicos que actúan de forma combinada sobre el sistema nervioso y muscular: Avermectinas y Diamidas. Aunque provocan una acción combinada, cada uno actúa en lugares distintos dentro de los sistemas del insecto; por un lado, las avermectinas bloquean la transmisión eléctrica de las células de los nervios y músculos causando un flujo de iones de cloro hacia las células llegando a paralizar el sistema neuromuscular. Por otra parte, las diamidas actúan sobre los receptores de rianodina ocasionando una liberación descontrolada de calcio y, por consiguiente, el agotamiento de las reservas, lo que impide la contracción muscular.

En lo concerniente a los fungicidas (Tabla 5), se identificó que en producciones bajo invernadero existe predominancia de productos químicos con modo de acción de actividad multi-sitio, la cual está constituida por distintos grupos químicos: Inorgánico (Cobre) Inorgánico (Azufre), Ditiocarbamatos, Ftalimidas y Cloronitrilos. A su vez, estos grupos químicos se componen de distintos principios activos (Cobre, Azufre, Propineb, Captan, Clorotalon). Además, existen otros dos grupos de fungicidas químicos con amplia predominancia en los invernaderos; el primero actúa sobre las proteínas motoras, sobre el citoesqueleto, específicamente en el ensamblaje de la β -tubulina en mitosis (Benzimidazoles, Tiofanatos) y en la deslocalización de proteínas tipo espectrina (Piridinilmetilbenzamidas), y el segundo centra su acción sobre la respiración del hongo (Piridinil-etilbenzamidas, Oxatincarbamidas, Metoxicarbamatos, Oximino-acetatos). En lo que respecta a plantaciones a campo abierto, se observa similitud en la preferencia de productos químicos con actividad multi-sitio, existiendo predominancia del grupo químico de los Ditiocarbamatos.

La composición de los fungicidas en general está formada por uno o dos ingredientes activos, como es el caso de Metalaxil más Mancozeb o de Propineb más Fluopicolida, los cuales presentan cada uno sus propios modos de acción. En el caso de Fluopicolida y Propineb también funcionan con distintos modos de acción, actuando sobre las proteínas motoras y en distintas zonas del hongo.

Dosificación, mezcla y número de frecuencia de aplicaciones

Con las entrevistas que se realizaron a los productores, se logró observar que la mayoría de ellos tenían la predisposición de aplicar las dosis recomendadas, pero la forma en que realizan la dosificación no era la recomendada. En general no utilizaban los utensilios de medición adecuados para el cálculo, se manejaban empíricamente por cucharadas o caían en el adagio popular de “una tapita”, y esto provocaba que incurrieran generalmente en sobredosis, ya que asumían que así aumentaban la efectividad del plaguicida. Es sabido que esto podría estar ocasionando todo lo contrario, ya que dosificar de forma errónea por exceso puede provocar resistencia al ingrediente activo a mediano o largo plazo.

Tanto en invernadero como a campo abierto los productores en las primeras dos o tres aplicaciones realizaban dosificaciones menores debido al estado temprano del cultivo. Estas dosis irían aumentando en medida del avance del desarrollo fenológico. En las primeras aplicaciones se utilizaba entre 60 a 100 g de producto, donde mezclaban un insecticida más un fungicida y algún fertilizante, y los volúmenes de agua iban de los 60 a los 80 litros en estas primeras aplicaciones. A partir de la cuarta aplicación las dosis aumentaban, yendo desde los 250 g hasta 1 kg o 50 ml hasta 1l, en un taque con 200 litros de agua.

En las plantaciones evaluadas en campo, las mezclas de agroquímicos (Tabla 6) se realizaban desde la primera aplicación, se llevaban a cabo según el criterio del productor y en este caso se utilizaba un mayor número de fungicidas que insecticidas. En invernaderos el número de plaguicidas mezclados en general rondaba cuatro o seis, siendo un número inferior a los que se aplicaban a campo abierto. En esta modalidad de cultivo al aire libre se mezclaban de ocho a nueve plaguicidas distintos y, además, se adicionaba algún coadyuvante a la mezcla para que esta actuara de mejor manera ante las adversidades climáticas.

Un problema recurrente en las mezclas era la sobredosificación, ya que los agricultores no siempre sabían qué

ingredientes activos estaban mezclando. Se ha observado el caso de utilizar la dosis adecuada de algún plaguicida, pero sin saberlo se adicionaba a la mezcla otro producto comercial plaguicida con el mismo principio activo, cayendo así en la sobredosisificación.

Solo en producciones a campo abierto se encontró la presencia de un insecticida perteneciente a la categoría Ib, este fue el producto de mayor toxicidad encontrado. Por otra parte, se encontraron fungicidas pertenecientes a la categoría toxicológica IV, pero solo en producciones bajo invernadero.

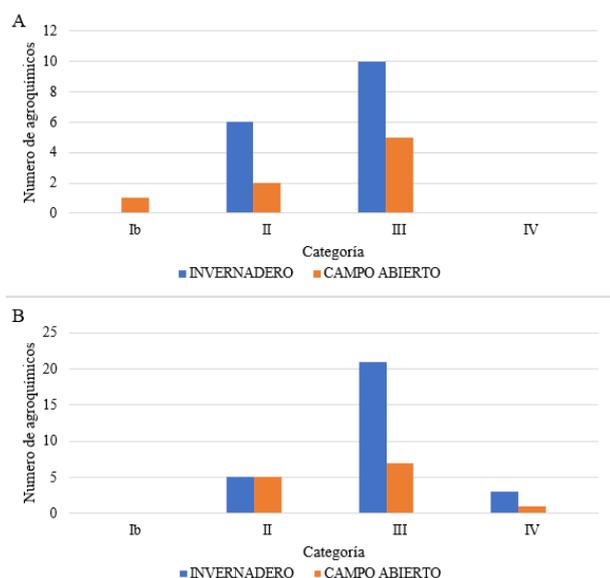


Fig. 6: Promedio de agroquímicos utilizados en cultivos de tomate de la periferia de Loja por categoría toxicológica: (A) insecticidas y (B) fungicidas.

Las frecuencias de las aplicaciones se realizaban por calendario y ambos sistemas de producción utilizaban el mismo modelo, pero con diferencia en el número de días de intervalo: en invernadero el intervalo rondaba entre 15 a 20 días, realizando en su mayoría aplicaciones preventivas. Por otro lado, a campo abierto este número se reducía, el intervalo rondaba entre 7 a 12 días, pudiendo ser menor ante la presencia de alguna plaga. El menor intervalo implicaba que un producto podía ser aplicado hasta por dos o más veces antes que transcurriera el periodo de carencia. Este es el caso del ingrediente activo “azufre” que era utilizado en los días 96 y 120 respectivamente en productos con distintos nombres comerciales (Acoidal y Azufrol) (Tabla 6B). Este ingrediente activo tiene 28 días de periodo de carencia, por lo que no se estaría respetando este tiempo indicado, ya que las aplicaciones se realizaban según el criterio del agricultor, y esta práctica se estaría repitiendo varias veces dentro del proceso productivo.

Categorías toxicológicas

En general los insecticidas y fungicidas (Figura 6A y 6B) encontrados en las visitas en ambos sistemas de producción pertenecían a la clasificación toxicológica III y II, los cuales presentan una toxicidad mediana. A estos se les adjudica en el empaque una banda de color azul y amarillo respectivamente para identificarlos.

Tabla 2: Plaguicidas agrícolas utilizados en la producción de tomate bajo invernadero en la periferia de Loja. *P.C. periodo de carencia: tiempo que debe transcurrir entre la última aplicación de plaguicidas al cultivo y la cosecha. **P.R. periodo de reingreso: el tiempo que se recomienda para acercarse a la zona tratada, sin que los efectos del plaguicida sean dañinos para la salud.

INSECTICIDAS				
Ingrediente activo	Acción fitosanitaria	Plagas que controla según la ficha técnica	*P.C (días)	**P.R (horas)
Flubendiamide 480g	Efecto antialimentario, después de haber sido ingerido por la larva	Gusano enrollador (<i>Tuta absoluta</i>); Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	3	24
Betaciflutrin 90 g/l + Imidacloprid 210 g/l	Contacto e ingestión y sistémico	Negría (<i>Prodiplosis longifila</i>)	21	4
Imidacloprid 350 g/l	Sistémico con actividad translaminar y con acción de contacto y estomacal	Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>); Palomilla (<i>Plutella xylostella</i>); Trips (<i>Frankliniella tuberosi</i>); Gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>); Chinche (<i>Oebalus</i> sp)	3	24
Ciromazina 750 g/kg	Sistémico y translaminar	Larva de minador (<i>Liriomyza trifolii</i>) (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	3	12
Acetamiprid 200 g/kg	Sistémico, con actividad translaminar y actúa por contacto	Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	7	12
Lambdahalotrina 106 g/l + Tiametoxam 141 g/l	De contacto, con acción residual y por ingestión	Minador (<i>Hydrellia</i> sp); Chinche (<i>Oebalus ornatus</i>); Gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>); Afidis (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	28	24
Ciromazina 750 g/kg	Sistémico y translaminar	Minadores (<i>Liriomyza</i> sp)	14	12
Lambdahalotrina 50 g/l	De contacto, con acción residual y por ingestión,	Polilla del tomate (<i>Tuta absoluta</i>)	14	24
Acetamiprid 200 g/kg + Buprofezina 200 g/kg	Sistémico y translaminar de contacto con acción persistente.	Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabacci</i>) Trips (<i>Trips tabaci</i>); Pulgón (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	7	12
Abamectin 18 g/l	Sistémico, por contacto e ingestión	Ácaro (<i>Tetranychus</i> sp.), Minador (<i>Liriomyza</i> sp.), Enrollador (<i>Scrobipalpus absoluta</i>)	3	12
Spinetoram 60 g/l	De contacto e ingestión	Minador enrollador (<i>Tuta absoluta</i>)	24	12
Cipermetrina 200 g/l	De contacto y acción estomacal (ingestión)	Trips (<i>Frankliniella tuberosi</i>)	21	24
Abamectina 36 g/l + Tiametoxam 72 g/l	Insecticida- nematicida sistémico	Nemátodo del rosario de la raíz (<i>Nacobbus aberrans</i>)	0	24
Clorfenapir 240 g/l	Insecticida acaricida. Actúa por ingestión y contacto	Minador (<i>Tuta absoluta</i>)	14	24
Ciromazina 750 g/kg	Sistémico	Minador (<i>Tuta absoluta</i>)	7	6
Oxalato de hidrógeno de tiociclam 500 g/kg	De contacto e ingesta	Pegador de la hoja (<i>Scrobipalpus absoluta</i>)	14	12
FUNGICIDAS				
Azufre 800 g/kg	Contacto, preventivo	Cenicilla (<i>Erysiphe cichoracearum</i>)	28	12
Ciproconazol 100 g/l	Sistémico, Preventivo, curativo	Roya (<i>Puccinia pitteriana</i>)	30	12
Propineb 700 g/kg	Protectante	Lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	14	12
Azufre 800 g/kg	Contacto, preventivo	Roya (<i>Puccinia pitteriana</i>)	28	12
Metiram 550 g/kg + Piraclostrobin 50 g/kg	Protectante, translaminar, preventivo	Podredumbre bacteriana (<i>Erwinia carotovora</i>), Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	7	Al secarse el follaje
Carboxina 200 g/l + Tiram 200 g/l	Sistémico y curativo con un fungicida protectante y de control	Lancha Temprana (<i>Alternaria solani</i>)	10	12

Clorotalonil 720 g/l	Protectante de amplio espectro, preventivo	Lancha (<i>P. infestans</i>), Tizón temprano (<i>A. solani</i>)	3	12
Clorotalonil 825 g/kg	Protectante de amplio espectro, preventivo	Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>), Tizón tardío (<i>P. infestans</i>), Antracnosis (<i>Collectotrichum phomoides</i>)	0 d	24
Cimoxanilo 60 g/kg + Propineb 700 g/kg	Protectante, curativo	Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>), Tizón tardío (<i>P. infestans</i>)	15	12
Iprodione 500 g/kg	Sistémico con actividad preventiva y curativa,	<i>Alternaria (Alternaria solani)</i>	1	12
Kasugamicina 20 g/l	Sistémico con acción preventivo y curativo	Mancha de la hoja (<i>Cladosporium fulvum</i>)	7	12
Fluopiram 125 g/l + Pirimetanil 375g/l	Translaminar y sistémico	Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	ND	12
Tiabendazol 500 g/l	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	12	12
Tebuconazol 200 / + Trifloxistrobin 100 g/l	Sistémico con acción preventiva y curativa	Oidiopsis (<i>Leveillula taurica</i>) Moho gris (<i>Cladosporium fulvum</i>) Tizón del tomate (<i>Alternaria spp.</i>)	3	N.A.
Metil tiofanato 500 g/l	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris (<i>Botrytis spp</i>) Tizón temprano (<i>Alternaria spp</i>) Oidio (<i>Oidium spp</i>)"	N.D.	12
Metil tiofanato 700 g/kg	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris (<i>Botrytis spp</i>) Tizón temprano (<i>Alternaria spp</i>) Oidio (<i>Oidium spp</i>)"	N.D.	24
Captan 800 g/kg	Protectante de amplio espectro y preventivo	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	7	24
Sulfato de cobre pentahidratado 240 g/l	Fungicida-bactericida sistémico de acción preventiva y curativa	Mancha bacteriana (<i>Pseudomonas solanacearum</i>)	8	12
Propamocarb 700 g/l	Sistémico	Damping off (<i>Pythium aphanidermatum</i>)	N.A.	12
Mancozeb 640 g/kg + Metalaxil - m 40 g/kg	Sistémico, Protectante con acción preventiva curativa	Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	7	12
Mancozeb 640 g/kg + Metalaxil - m 40 g/kg	Sistémico, Protectante con acción preventiva curativa	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)		12
Pirimetanil 400 g/l	Sistémico translaminar de acción protectante y curativa	Botritis (<i>Botrytis cinerea</i>)	N.A.	24
Bacillus subtilis cepa qst 713 13.4 g/l	Protectante de acción preventiva y curativa	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	N.A.	12
Ácido Oxolínico 280 g/l	Bactericida-fungicida, con acción protectante y translaminar	Pudrición (<i>Pseudomona spp.</i>)	7	12
Ciprodinil 375 g/kg + Fludioxonil 250 g/kg	Sistémico protectante de acción preventiva y curativa	Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>) y Podredumbre blanca (<i>Sclerotiniaspp.</i>)	N.A.	24
Metil tiofanato 700 g/kg	Sistémico con acción preventiva y curativa	<i>Alternaria (Alternaria solani)</i>	N.D.	N.D.
Penconazol 100g/l	Sistémico con acción preventiva y curativa	Oidio (<i>Oidium sp.</i>)	14	12
Metil tiofanato 700 g/kg	Sistémico con acción preventiva y curativa	Botritis (<i>Botrytis cinerea</i>)	14	12
Fluopicolida 60 g/kg + Propineb 667 g/kg	Preventivo-curativo	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	30	12

Tabla 3: Plaguicidas agrícolas utilizados en la producción a campo abierto en la periferia de Loja. *P.C. periodo de carencia: tiempo que debe transcurrir entre la última aplicación de plaguicidas al cultivo y la cosecha. **P.R. periodo de reingreso: el tiempo que se recomienda para acercarse a la zona tratada, sin que los efectos del plaguicida sean dañinos para la salud.

INSECTICIDAS				
Ingrediente activo	Acción fitosanitaria	Plagas que controla según la ficha técnica	*P.C (días)	**P.R (horas)
Flubendiamide 480g	Sistémico de efecto antialimentario	*Gusano enrollador (<i>Tuta absoluta</i>); Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	3	24
Imidacloprid 350 g/l	Sistémico con actividad translaminar y con acción de contacto y estomacal	*Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	14	24
Lambdacihalotrina 50 g/l	De contacto, con acción residual y por ingestión	*Polilla del tomate (<i>Tuta absoluta</i>)	14	24
Clorpirifos 500 g/l + Cipermetrina 50 g/l	Mezcla de insecticidas con actividad por ingestión, contacto e inhalación	*Pulguilla (<i>Epitrix</i> spp.)	15	24
Lefenuron 50 g/l	Acción por ingesta	*Minador (<i>Scrobipalpa absoluta</i>), Gusano del follaje (<i>Spodoptera sunia</i>)	35	12
Abamectina 18 g/l	Sistémico, por contacto e ingestión	*Ácaro (<i>Tetranychus</i> sp.), Minador (<i>Liriomyza</i> sp.), Enrollador (<i>Scrobipalpa absoluta</i>)	3	12
Imidacloprid 500 g/l	Sistémico, por contacto e ingestión	Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	7	24
Oxalato de hidrógeno de tiociclam 500 g/kg	Sistémico, actúa por contacto e ingestión con acción translaminar	*Pegador de la hoja (<i>Scrobipalpa absoluta</i>)	14	12
FUNGICIDAS				
Azufre 800 g/kg	De contacto, preventivo	*Roya (<i>Puccinia pitteriana</i>)	28	12
Azufre 800 g/kg	De contacto, preventivo	Roya (<i>Puccinia pitteriana</i>)	28	12
Metiram 550 g/kg + Piraclostrobin 50 g/kg	Protectante, translaminar, preventivo	*Podredumbre bacteriana (<i>Erwinia carotovora</i>), Tizón tardío (<i>P. infestans</i>)	7	Al secarse el follaje
Clorotalonil 720 g/l	Protectante de amplio espectro, preventivo	*Lancha (<i>P. infestans</i>), Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	3	12
Clorotalonil 825 g/kg	Protectante de amplio espectro, preventivo	*Tizón temprano (<i>A. solani</i>), Tizón tardío (<i>P. infestans</i>), Antracnosis (<i>Collectotrichum phomoides</i>), Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	0	24
Cimoxanilo 60 g/kg + Propineb 700 g/kg	Protectante, curativo	*Tizón temprano (<i>A. solani</i>), Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	15	12
Kasugamicina 20 g/l	Sistémico con acción preventivo y curativo	Mancha de la hoja (<i>Cladosporium fulvum</i>)	7	12

Metil tiofanato 700 g/kg	Sistémico con acción preventiva y curativa	*Moho gris (<i>Botrytis</i> spp) Tizón temprano (<i>Alternaria</i> spp); Oidio (<i>Oidium</i> spp)	N.D.	24
Captan 800 g/kg	Protectante de amplio espectro y preventivo	*Tizón tardío (<i>P. infestans</i>)	7	24
Mancozeb 500 g/kg + Oxicloruro de cobre 190 g/kg	Protectante con acción preventiva y de contacto	**Lancha (<i>P. infestans</i>), <i>Alternaria</i> (<i>A. solani</i>)	15	12
Mancozeb 640 g/kg + Metalaxil - m 40 g/kg	Sistémico, Protectante con acción preventiva curativa	*Tizón temprano (<i>A. solani</i>)	7	12
Difenoconazole 250 g/l	Sistémico con acción preventiva y curativa	*Tizón temprano (<i>A. solani</i>), Mancha foliar (<i>Septoria</i> sp.)	7	12
Fluopicolida 60 g/kg + Propineb 667 g/kg	Fungicida preventivo-curativo	*Tizón tardío (<i>P. infestans</i>)	30	12

Tabla 4: Caracterización de los ingredientes activos y grupos químicos de insecticidas en invernadero y campo abierto en los cultivos de tomate de la periferia de la ciudad de Loja. Se indica qué marcas concretas se utilizan para cada modalidad de cultivo.

Lugar y Mda principales	Grupo Químico	Ingrediente activo	Invernadero	Campo abierto
Inhibidores de la acetilcolinesterasa. Bloquean la acción de la enzima acetilcolinesterasa, interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las neuronas (Sistema nervioso)	Organofosforados	Clorpirifos		Látigo
Moduladores del canal de sodio. Sistema nervioso	Piretroides Piretrinas	Betaciflutrin, Lambdacihalotrina, cipermetrina	Connect duo, Engeo, Karate zeon, SHY	Karate zeon
Moduladores competitivos del receptornicotínico de la acetilcolina. Sistema nervioso	Neonicotinoides	Imidacloprid, Acetamiprid, Tiametoxam	Connect duo, Cridor, Deva-Z, Engeo, Kmelot, Solvigo	Cridor, Tabu
Moduladores alostéricos del receptor nicotínico de la acetilcolina – sitio I. Sistema nervioso	Spinosines	Spinetoram	Radiant	
Moduladores alostéricos del canal de cloro dependiente de glutamato. Sistema nervioso y muscular	Avermectinas Milbemectinas	Abamectina	Solvigo	New mectin
Desacopladores de la fosforilación oxidativa a través de la interrupción del gradiente de protones Sistema nervioso central	Pirroles, Dinitrofenoles, Sulfuramida	Clorfenapir, Sulfuramida, DNOC	Sunfire	
Bloqueadores de los canales del receptor nicotínico de acetilcolina (nachr) Sistema nervioso	Análogo de la Nereistoxina	Bensultap, Clorhidrato de Cartap, Tiociclam, Tiosultap-sodio	Tryclan	Tryclan
Inhibidores de la biosíntesis de quitina afectando CHS1. Regulación del crecimiento	Benzoilureas	Lefenuron		Match
Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 1. Regulación del crecimiento	Buprofezín Tidasina	Buprofezina	Kmelot	
Disruptores de la muda, dípteros. Regulación del crecimiento	Ciromazina Triazina	Ciromazina	Cyromaworm, Fulminante, Trigard 75 WP	
Moduladores del receptor de la rianodina. Sistema nervioso y muscular	Diamidas	Flubendiamide	Belt	Belt

Tabla 5: Caracterización y diferencias de ingredientes activos y grupos químicos de fungicidas en invernadero y a campo abierto en cultivos de tomate de la periferia de Loja. Se indica qué marcas concretas se utilizan para cada modalidad de cultivo.

Modo de Acción	Punto de acción	Nombre Grupo	Grupo químico	Ingrediente activo	Invernadero	Campo abierto
Metabolismo de ácidos nucleicos	ARN polimerasa I	Fungicidas PA (fenilamidas)	Acilalaninas	Metalaxil	Ridomil GOLD, Ridomil GOLD 680	
	Topoisomerasa de ADN tipo II (girasa)	Ácido carboxílico	Ácido carboxílico	Ácido oxolínico	Starner	
Proteínas motoras y del citoesqueleto	Ensamblaje de la β -tubulina en mitosis	*Fungicidas MBC (Metil Benzimidazol Carbamatos)	Benzimidazoles	Tiabendazol	Mertect 500	
			Tiofanatos	Metil tiofanato	Novak 700, Thiofanato metil 70 wp, Topsin M-70	Novak 700
	Deslocalización de proteínas tipo espectrina	*Benzamidas	Piridinil-metilbenzamidas	Fluopicolida	Trivia	Trivia
Respiración	Complejo II: succinato deshidrogenasa	*SDHI (Inhibidores de la Succinato deshidrogenasa)	Piridinil-etilbenzamidas	Fluopiram	Luna tranquility	
			Oxatin-carboxamidas	Carboxina	Carbovax	
	Complejo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidasa) en el sitio Qo (gen cit b)	*Fungicidas Q o I (Inhibidores externos de la Quinona)	Metoxi-carbamatos	Piraclostrobin	Cabrio top	Cabrio top
			Oximino-acetatos	Kresoxim-metil trifloxistrobin	Nativo	
Síntesis de aminoácidos y proteínas	Bio-síntesis de metionina (propuesto) (gen cgs)	*Fungicidas AP (Anilino-Pirimidinas)	Anilino-pirimidinas	Ciprodinil mepanipirim pirimetanil	Luna tranquility, Sscala 400, Switch	
	Síntesis de proteínas (ribosoma, paso iniciación)	*Antibiótico hexopiranosilo	Antibiótico hexopiranosilo	Kasugamicina	Kasumin 2 LIQ	Kasumin 2 LIQ

Transducción de señales	MAP/ Histidina- quinasa en la transducción de señales osmóticas (os-2, HOG1)	*Fungicidas PP (fenilpirroles)	Fenilpirroles	Fludioxonil	Switch	
	MAP / Histidina- Quinasa en osmóticos transducción de señales (os-1, Daf1)	*Dicarbo- ximidas	Dicarboximidas	Iprodione	Iprodione 50	
Transporte o síntesis de lípidos/ función o integridad de la membrana	Permeabilidad de la membrana celular, ácidos grasos (propuesto)	Carbamatos	Carbamatos	Propamocarb	Previcur-N	
	Disruptores microbianos de las membranas celulares del patógeno	*Microbiano (Bacillus sp.)	Bacillus sp. y los fungicidas lipopéptidos producidos	Bacillus subtilis cepa QST 713	Serenade 1.34 SC	
Biosíntesis de esterol en las membranas	C14- demetilasa en la biosíntesis de esteroles (erg11/ cip51)	*Fungicidas DMI (Inhibidores de la demetilación) (SBI: Clase I)	Triazoles	Ciproconazol Difenoconazo Penconazol Tebuconazol	Alto 100 SL, Nativo, Topas 100 EC	Score 250
Modo de acción desconocido	Desco- nocido	Cianoacetami- daoxima	Cianoa- cetamidaoxima	Cimoxanilo	Fitoraz	
Productos químicos con actividad multi-sitio	Actividad de contacto multi-sitio	Inorgánico (electrófilos)	Inorgánico	Cobre (diferentes sales)		Oxithane
		Inorgánico (electrófilos)	Inorgánico	Azufre	Acoidal, Azufrol	Acoidal, Azufrol
		Ditiocarbamatos y relacionados (electrófilos)	Ditio- carbamatos y relacionados	Propineb Mancozeb Metiram Tiram Ziram	Antracol, Cabrip top, Carbovax, Fitoraz, Fidomil GOLD, Ridomil GOLD 680, Trivia	Cabrio top, Oxithane, Ridomil Gold, Trivia

Ftalimidas (electrófilos)	Ftalimidas	Captan Folpet	Phyton	Orthocide (80 %; 50%)
Cloronitrilos (ftalonitrilos) (mecanismo inespecífico)	Cloronitrilos (ftalonitrilo)	Clorotalonil	Daconil 720, Daconil ultrex	Daconil 720, Daconil ultrex

Tabla 6: Identificación fitosanitaria, dosis y mezclas empleadas en las etapas fenológicas del cultivo de tomate bajo invernadero y campo abierto (ha) en la periferia de Loja. EC: etapas culturales; AP: aplicaciones; TR: trasplante; FL: floración; FF: formación del fruto; CS: cosecha

Invernadero (A)			Campo abierto (B)		
EC	AP (días)	Dosis y mezclas por etapas culturales	EC	AP (días)	Dosis y mezclas por etapas culturales
TR	1	Cerillo 200 ml + 120g de Ridomil Gold, Fertilizante 400g	TR	1	200g de Trivia + 120g de Cabrio Top + 160g de Karate zeon
		Fitoraz 80g + Karate 80g + Fertilizante 320g		10	1kg de Oxithane + 1kg de Azufrol + 1kg de Orthocide + 1l de Kasumin 2 Liq + 1l de Daconil 720 + 500g de Ridomil Gold + 400g de Novak 700 + 200ml de Indicate-5
	8	320g deTopsin M-70Wp + 320g Fitoraz + 120ml de Daconil 720 + 160 de Kmelot		18	500g de Ridomil GOLD + 1kg de Fitoraz + 200ml de New Mectin + 200ml de Latigo + 100ml de Indicate-5
	16	400ml de Daconil 720 + 1l de Phyton + 100ml de Belt	FL	30	1kg de Oxithane + 1kg de Azufrol + 1kg de Orthocide + 1l de Kasumin 2 Liq + 1l de Daconil 720 + 500g de Ridomil GOLD + 400g de Novak 700 + 200ml de Indicate-5
FL	33	320g de Novak 500 + 320g de Trivia + 500ml de Serenade 1.34 SC + 160g de Karate Zeon		42	500g de Ridomil GOLD + 1kg de Fitoraz + 200ml de New Mectin + 200ml de Latigo + 200ml de Indicate-5
	50	1kg de Cyromaworm + 200ml de Radiant 500g de Iprodione + 1l de Preto + 1kg de Orthocide (80 %; 50 %) + 500ml de Carbovax		52	200 ml de Score + 500g de Ridomil GOLD + 200ml de New Mectin + 200ml de Latigo + 200ml de Indicate-5
FF	68	500ml de Previcur N + 1l de Preto + 1kg de Orthocide + 1kg Topsin M + 2 kg de Azufrol	FF	62	1kg de Fitoraz + 1kg de Oxithane + 200ml de New Mectin + 200ml de Latigo + 200ml Indicate-5 200ml de Tabu + 1kg de Cabrio Top + 800g de Trivia + 1kg de Orthocide + 500g de Ridomil GOLD + 200ml de Score + 200 ml de Indicate-5
	86	200ml de Cridor + 270g de Lannate 40 + 200g de Kamelot + 200g de Tryclan		70	

CS	100	100ml de Belt + 2l de SHY + 320g de Novak 500	80	500ml de Match+ 200ml de Cridor + 800g de Trivia + 1kg de Orthocide + 2l de Kasumin 2 LIQ + 200g de Tryclan + 100 ml de Belt
	120	1kg Fitoraz + 500ml de Carbovax + 200ml de Sunfire + 2l de Kasmin 2 LIQ	96	2l de Daconil + 2kg de Acoidal + 200ml de New Mectin + 400g de Novak 700 + 200g de Topsin M
	137	200ml de Sunfire + 200 ml de previcur + 500g de Ridomil Gold	120	2l de Daconil + 2kg de Azufrol + 200ml de New Mectin + 400g de Novak 700 + 200g de Topsin M
		100ml de Belt + 200 ml New mectin + 1kg de Fitoraz		
155	400ml de Scala + 200g de Tryclan + 200 ml de Mertect 500			

DISCUSIÓN

En la provincia y ciudad de Loja, Arévalo (2010) encontró que la mayoría de los plaguicidas presentes en las producciones de tomate a campo abierto pertenecían al grupo o familias de los Carbamatos, Ditiocarbamatos como fungicidas y Organofosforados como insecticidas, siendo los mismos grupos químicos que encontró Castillo (2018) en una investigación posterior. En la presente investigación, los grupos químicos con mayor predominio de uso difieren a los encontrados en dichas investigaciones, con excepción de los Ditiocarbamatos. Actualmente los que presentan mayor utilización en la periferia occidental de la ciudad son los insecticidas Neonicotinoides y Piretroides y entre los fungicidas los Tiofanatos, Ditiocarbamatos y Cloronitrilos, siendo los más usados iguales en las producciones a campo abierto e invernadero.

A pesar de que en la actualidad los insecticidas organofosforados y carbamatos no son los que presentan mayor predominancia en la periferia de la ciudad, es importante resaltar sus efectos bajo invernadero, ya que las aplicaciones de estos insecticidas en condiciones protegidas puede afectar directamente a los agricultores disminuyendo los niveles de colinesterasa, debido principalmente a la acción de temperaturas altas y bajas, humedad relativa y acompañado de la falta de precauciones durante la pulverización (Lindao et al., 2015).

Se observó que los fabricantes en general ofrecen al agricultor la posibilidad de adquirir un mismo agroquímico en varias formulaciones, existiendo leves predominancias entre una formulación y otra. Así como indica García (2019), estas diferentes formulaciones para un mismo ingrediente activo hacen que el comportamiento del producto también sea diferente. Por tanto, la elección apropiada del tipo de formulación que se debe emplear dependerá del tipo de trabajo y control a realizar. De esta manera un mismo ingrediente activo puede estar disponible como un insecticida líquido o sólido, lo que permitiría controlar a un mismo insecto ya que dependiendo de la formulación varía la vía de ingreso según el estadio del insecto.

En las producciones bajo invernadero se identificó que las mezclas se encuentran constituidas por cuatro a seis productos, mientras que en campo abierto esas mezclas aumentan, pudiendo llegar hasta nueve productos químicos, por lo que existe una mayor posibilidad de un antagonismo entre plaguicidas (Petter et al., 2012): a mayor número de plaguicidas en las mezclas, aumenta la posibilidad de que se cree una reacción química que no puede observarse a simple vista, pero que puede resultar en una pérdida de la efectividad de la mezcla, un incremento de la toxicidad hacia el aplicador y daños sobre el ambiente. Además, en muchos casos se ha demostrado que la mezcla de dos o más plaguicidas de los mismos o distintos grupos químicos provoca mayor efecto en las plagas, debido a un efecto sinérgico, pero esta práctica puede llegar a afectar también a los insectos benéficos (Garaj y Zeljezic, 2001). La práctica de mezclar los agroquímicos en el caldo de pulverización es una práctica frecuente por parte de los agricultores de la

ciudad, y se realiza con el fin de aumentar el espectro de acción, ser más eficiente en el control de plagas y obtener un mejor rédito económico (García et al., 1998).

Se encontró que en la periferia de la ciudad las dosis utilizadas en campo abierto son mayores en relación a las utilizadas bajo invernadero. Esto es debido al mayor número de frecuencias de aplicaciones y a una mayor dosificación empleada por los productores de cultivos a campo abierto. De la misma forma Agropinos (2019) explica que el efecto de los plaguicidas es mayor en producciones bajo invernadero, ya que no se derivan pérdidas en las aplicaciones, permitiendo el uso de dosis más bajas de sustancias fitosanitarias.

Además, en la presente investigación se encontró que la dosificación se realiza erróneamente, ya que se piensa que, a mayor dosis del producto, mayor es su eficacia, sin respetar las indicaciones de las etiquetas. Esto puede llevar a problemas de degradación del plaguicida, puesto que en este proceso, cuando se da en ambientes naturales, ocurren reacciones fotolíticas, de óxido-reducción, hidrólisis química y biodegradación, mientras que en las producciones bajo invernadero la residualidad de los plaguicidas se mantiene por mayor tiempo, debido a que se encuentra en condiciones climáticas controladas, lo que ocasiona que la degradación se produzca en forma más lenta o parcialmente (Belfroid et al., 1998).

Así mismo, el uso desmedido e indiscriminado de estos plaguicidas ocasiona que se contamine el suelo, el aire y las fuentes de agua cercanas. Los agricultores y habitantes aledaños, al estar expuestos a estos contaminantes, se exponen a sufrir deterioros en la salud mermando la calidad de vida, dado que se utiliza una variada gama de plaguicidas de categoría toxicológica II y III, y a esto se suman los malos hábitos de los operarios que aplican los químicos y un erróneo tratamiento final de los empaques y residuos (Firas, 2015).

A pesar de que en ambos sistemas de producción se aplican los agroquímicos ajustándose al calendario, en campo abierto las frecuencias son mayores en relación a los invernaderos siendo una de las principales diferencias. Castillo (2018) indica que esto ocasiona que no se respeten los periodos de carencia y que además se pueda estar realizando una sobredosisificación de algún ingrediente activo al ser tan cortos los márgenes entre cada aplicación, lo que tendría repercusiones en el ambiente y en el operador de las aplicaciones, ya que en su mayoría los productos aplicados pertenecen a las categorías toxicológicas II y III.

Los consumidores, no solo de tomate sino en general, están expuestos al consumo de una mezcla de residuos de plaguicidas y de diferentes componentes tóxicos que pueden afectar nuestra salud, por lo que se hace imperativo mejorar los procesos productivos y la utilización de los agroquímicos, ya que aún existe mucho desconocimiento de este tema por parte de los productores.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de la presente investigación agradecemos a los productores que nos permitieron acceder a sus producciones y colaboraron con el estudio.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización de la investigación, diseño del muestreo VCB y BCP; toma de muestras, análisis de resultados BCP, redacción del primer borrador BCP; revisión y redacción de la versión final BCP y VCB.

FINANCIAMIENTO

El presente estudio fue financiado por los autores.

REFERENCIAS

- Agrocalidad, Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario. 2020. reporte de productos de insumos agrícolas del Ministerio de Agricultura y Ganadería y Agrocalidad actualizada el dos de julio de 2020. Dirección de Registro de Insumos Agrícolas. Quito, Ecuador. Recuperado en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/366-2/>
- Agropinos. 2019. Cultivos de invernaderos, cada vez más exitosos. Colombia. Recuperado en: <https://www.agropinos.com/beneficios-de-los-invernaderos> Consultado el: 4 de mayo de 2021.
- Arévalo W. 2010. Evaluación del manejo poscosecha/comercialización en productos perecibles (tomate, pimiento y pepino) en las principales zonas de producción en la provincia de Loja. Tesis Ingeniero Agrícola. Loja, Ecuador: Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja. 88p.
- Barbieri F. 2010. Plaguicidas organofosforados en los cultivos de tomate. Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios (Cebem). La Paz, Bolivia.
- Belfroid, A., Drunen., van, M., Beek, M., Schrap, S., Gestel, C. v., Hattum, B. v. (1998). Relative risks of transformation products of pesticides for aquatic ecosystems. *Science of The Total Environment*, 222(3), 167-183.
- Castillo Ramiro., 2012. Seguridad Alimentaria en el manejo de la calidad e inocuidad de productos perecibles (tomate, *Lycopersicon esculentum*, pepino, *Cucumis sativus* y pimiento, *Capsicum annum*). Estudios universitarios.
- Castillo V. 2018. Valoración fitosanitaria en la producción de tomate (*Lycopersicon Sculentum*) en la periferia de la ciudad de Loja. Tesis Maestría. Cuenca, Ecuador. Departamento de Posgrados. Universidad del Azuay. 19-32p.
- Edifarm. (2020). *Vademécum Agrícola*. Décimo quinta edición. Quito, Ecuador.
- Firas, M.F.H. 2015. Awareness of pesticide residues in foodstuff among people in Taif region, Kingdom of Saudi Arabia, *Sky Journal of Food Science*, 4: 15-18.
- FRAC, 2019. Clasificación de fungicidas y bactericidas según el modo de acción. España. Recuperado en: <https://www.syngenta.es/sites/g/files/zhg516/f/2019/04/clasificacion-fungicidas-bactericidas-segun-modo-accion.pdf> Consultado 23 enero 2021.
- Garaj V., Zeljezic D. (2001). Cytogenetic monitoring of Croatian population occupationally exposed to a complex mixture of pesticides. *Toxicology*, 165(2- 3): 153-162.
- García J. (2019). Formulaciones de plaguicidas: importancia, tipos y perspectivas futuras. *Revista Tecnología En Marcha*, 13(2): 44-60.
- García R., Soria L., Jiménez M., Menéndez M., Repetto, M., et al. (1998). Deaths from pesticide poisoning in Spain from 1991 to 1996. *Veterinary and Human Toxicology*, 40(3): 166-168.
- IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2012. Situación de la seguridad alimentaria en las Américas. San José, Costa Rica: Imprenta del IICA, Sede Central. 44p.
- IRAC, 2020. Clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas. España. Recuperado en: file:///C:/Users/Asus/Downloads/MoA-Classification_v9.4_3March20.pdf Consultado el: 22 enero 2021.
- Lindao V., Jave J., Retuerto M., Erazo N., Echeverria M. (2015) 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. 20 (40): 114-119.
- Matthews, G., 2006. *Pesticides: Health, Safety and the environment*. Primera edición. Reino Unido: Oxford: Blackwell Publishing.
- Navarro I., Periago J. 2016. El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional? *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20 (4): 323-335.
- Petter, F., Segate, D., Pacheco, L., Almeida, F., & Alcántara, N. F. 2012, junio. Incompatibilidad física de mezclas entre herbicidas e insecticidas. *Planta DaninhaSciELO*, 30(2):449-57.
- Wolansky J. 2011 Plaguicidas y salud humana. Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA, 21(122).

ANEXOS

Ingrediente activo	Acción fitosanitaria	INSECTICIDAS		
		Plagas que controla según la ficha técnica		
		*P.C (días)	**P.R (horas)	
Flubendiamide 480g	Efecto antialimentario, después de haber sido ingerido por la larva	Gusano enrollador (Tuta absoluta); Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)	3	24
Betaciflutrin 90 g/l + Imidacloprid 210 g/l	Contacto e ingestión y sistémico	Negrita (Prodiplosis longifila)	21	4
Imidacloprid 350 g/l	Sistémico con actividad translaminar y con acción de contacto y estomacal	Mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum); Palomilla (Plutella xylostella); Trips (Frankliniella tuberosi); Gusano cogollero (S. frugiperda); Chinche (Oebalus sp) Larva de minador (Liriomyza trifolii) (Liriomyza huidobrensis)	3	24
Ciromazina 750 g/kg	Sistémico y translaminar	Mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum)	3	12
Acetamiprid 200 g/kg	Sistémico, con actividad translaminar y actúa por contacto	Minador (Hydrellia sp); Chinche (Oebalus ornatus); Gusano blanco (Premnotrypes vorax); Afidos (Brevicoryne brassicae)	7	12
Lambdacialotrina 106 g/l + Tiametoxam 141 g/l	De contacto, con acción residual y por ingestión	Minadores (Liriomyza sp)	28	24
Ciromazina 750 g/kg	Sistémico y translaminar	Polilla del tomate (Tuta absoluta)	14	12
Lambdacialotrina 50 g/l	De contacto, con acción residual y por ingestión,	Mosca Blanca (Trialeurodes vaporariorum), Bemisia tabacci Trips (Trips tabaci); Pulgón (Brevicoryne brassicae)	14	24
Acetamiprid 200 g/kg + Buprofezina 200 g/kg	Sistémico y translaminar de contacto con acción persistente.	Ácaro (Tetranychus sp.), Minador (Liriomyza sp.), Enrollador (Scrobipalpa absoluta)	7	12
Abamectin 18 g/l	Sistémico, por contacto e ingestión	Minador enrollador (Tuta absoluta)	3	12
Spinetoram 60 g/l	De contacto e ingestión	Trips (Frankliniella tuberosi)	24	12
Cipermetrina 200 g/l	De contacto y acción estomacal (ingestión)	Nemátodo del rosario de la raíz (Nacobbus aberrans)	21	24
Abamectina 36 g/l + Tiametoxam 72 g/l	Insecticida- nematocida sistémico	Minador (Tuta absoluta)	0	24
Clorfenapir 240 g/l	Insecticida acaricida. Actúa por ingestión y contacto	Minador (Tuta absoluta)	14	24
Ciromazina 750 g/kg	Sistémico	Pegador de la hoja (Scrobipalpa absoluta)	7	6
Oxalato de hidrógeno de tiociclam 500 g/kg	De contacto e ingesta		14	12
Azufre 800 g/kg	Contacto, preventivo	FUNGICIDAS		
Ciproconazol 100 g/l	Sistémico, Preventivo, curativo	Cenicilla (Erysiphe cichoracearum)	28	12
Propineb 700 g/kg	Protectante	Roya (Puccinia pitteriana)	30	12
Azufre 800 g/kg	Contacto, preventivo	Lancha (Phytophthora infestans), Tizón temprano (Alternaria solani)	14	12
Metiram 550 g/kg + Piraclostrobin 50 g/kg	Protectante, translaminar, preventivo	Roya (Puccinia pitteriana) Podredumbre bacteriana (Erwinia carotovora), Tizón tardío (Phytophthora infestans)	28	12
Carboxina 200 g/l + Tiram 200 g/l	Sistémico y curativo con un fungicida protectante y de control	Lancha Temprana (Alternaria solani)	7	AI secarse el follaje
Clorotalonil 720 g/l	Protectante de amplio espectro, preventivo	Lancha (P. infestans), Tizón temprano (A. solani)	10	12
Clorotalonil 825 g/kg	Protectante de amplio espectro, preventivo	Tizón temprano (Alternaria solani), Tizón tardío (P. infestans), Antracnosis (Collectotrichum phomoides)	3	12
Cimoxanilo 60 g/kg + Propineb 700 g/kg	Protectante, curativo	Tizón temprano (Alternaria solani), Tizón tardío (P. infestans)	0 d	24
Iprodione 500 g/kg	Sistémico con actividad preventiva y curativa,	Alternaria (Alternaria solani)	15	12
Kasugamicina 20 g/l	Sistémico con acción preventivo y curativo	Mancha de la hoja (Cladosporium fulvum)	1	12
Fluopiram 125 g/l + Pirimetanil 375g/l	Translaminar y sistémico	Tizón temprano (Alternaria solani)	7	12
Tiabendazol 500 g/l	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris (Botrytis cinerea)	ND	12
Tebuconazol 200 / + Trifloxistrobin 100 g/l	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris (Botrytis spp) Tizón temprano (Alternaria spp) Oidio (Oidium spp)"	12	12
Metil tiofanato 500 g/l	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris (Cladosporium fulvum) Tizón del tomate (Alternaria spp.)	3	N.A.
Metil tiofanato 700 g/kg	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris (Botrytis spp) Tizón temprano (Alternaria spp) Oidio (Oidium spp)"	N.D.	12
Captan 800 g/kg	Protectante de amplio espectro y preventivo	Moho gris (Botrytis spp) Tizón temprano (Alternaria spp) Oidio (Oidium spp)"	N.D.	24
Sulfato de cobre pentahidratado 240 g/l	Fungicida-bactericida sistémico de acción preventiva y curativa	Tizón tardío (Phytophthora infestans)	7	24
Propamocarb 700 g/l	Sistémico	Mancha bacteriana (Pseudomonas solanacearum)	8	12
Mancozeb 640 g/kg + Metalaxil - m 40 g/kg	Sistémico, Protectante con acción preventiva curativa	Damping off (Pythium aphanidermatum)	N.A.	12
Mancozeb 640 g/kg + Metalaxil - m 40 g/kg	Sistémico, Protectante con acción preventiva curativa	Tizón temprano (Alternaria solani)	7	12
Pirimetanil 400 g/l	Sistémico translaminar de acción protectante y curativa	Tizón tardío (Phytophthora infestans)		12
Bacillus subtilis cepa qst 713 13.4 g/l	Protectante de acción preventiva y curativa	Botritis (Botrytis cinerea)	N.A.	24
		Tizón tardío (Phytophthora infestans)	N.A.	12

Ácido Oxolínico 280 g/l	Bactericida-fungicida, con acción protectante y translaminar	Pudrición (<i>Pseudomona</i> spp.)	7	12
Ciprodinil 375 g/kg + Fludioxonil 250 g/kg	Sistémico protectante de acción preventiva y curativa	Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>) y Podredumbre blanca (<i>Sclerotinia</i> spp.)	N.A.	24
Metil tiofanato 700 g/kg	Sistémico con acción preventiva y curativa	Alternaria (<i>Alternaria solani</i>)	N.D.	N.D.
Penconazol 100g/l	Sistémico con acción preventiva y curativa	Oidio (<i>Oidium</i> sp.)	14	12
Metil tiofanato 700 g/kg	Sistémico con acción preventiva y curativa	Botritis (<i>Botrytis cinerea</i>)	14	12
Fluopicolida 60 g/kg + Propineb 667 g/kg	Preventivo-curativo	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	30	12