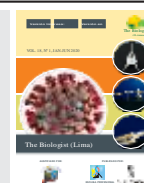




## The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

### DIAGNOSIS OF USE AND IMPACTS OF PESTICIDES IN TOMATO CULTURE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) IN THE PARISH RIOCHICO, CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCE OF MANABÍ, ECUADOR

### DIAGNÓSTICO DE USO E IMPACTOS DE PLAGUICIDAS EN EL CULTIVO DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) EN LA PARROQUIA RIOCHICO, CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ, ECUADOR

Roberto Bravo-Zamora<sup>1</sup>; Ariel Villafuerte-Barreto<sup>1</sup>; Soraya Peñarrieta-Bravo<sup>1</sup>;  
Fredy Santana- Parrales<sup>1</sup>; Freddy Zambrano-Gavilanes<sup>1</sup> & Rigoberto Fimia-Duarte<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. E-mail: rcbravo@utm.edu.ec / avillafuerte3686@utm.edu.ec / spenarrieta@utm.edu.ec / fsantana@utm.edu.ec / fezambrano@utm.edu.ec

<sup>2</sup>Facultad de Tecnología de la Salud y Enfermería, Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara, Cuba.  
rigobertofd@infomed.sld.cu / rigoberto.□mia66@gmail.com

\*Corresponding Author: rigobertofd@infomed.sld.cu / rigoberto.□mia66@gmail.com

## ABSTRACT

Tomato is cultivated on all continents and represents one of the primary sources of vitamins and minerals, which makes it highly desired in daily household consumption. Given the resurgence of new pests in tomato crops, producers indiscriminately apply pesticides, causing adverse effects on the environment and human health. The objective was to diagnose the use and impacts of pesticides in tomato cultivation in the Riochico parish, Portoviejo canton, Manabí province, Ecuador. The deductive and inductive method was used to study farmers engaged in tomato production, which allowed diagnosing, describing, and determining the impact on agro-ecological sustainability due to the indiscriminate use of pesticides. The results showed that pesticide applications are carried out without technical criteria and are between 35 to 40 applications during the cycle of this crop and that they are applied up to <8 days before taking the tomato to the market. Farmers in this sector incorrectly apply insecticides at doses higher than those recommended, affecting human health and the environment. Besides, some apply pesticides at the suggestion of another farmer, affecting the use and management of agrochemicals, without technical criteria. The Ecuadorian government must implement measures in order to preserve the health of producers and consumers.

**Keywords:** agroecological sustainability – Ecuador – Riochico parish – tomato cultivation

doi: 10.24039/rtb2020181476

## RESUMEN

El tomate es cultivado en todos los continentes y representa una de las principales fuentes de vitaminas y minerales, lo cual lo hace muy apetecido en el consumo diario de los hogares. Ante el resurgimiento de nuevas plagas en el cultivo de tomate los productores aplican indiscriminadamente plaguicidas, provocando efectos negativos para el ambiente y la salud humana. El objetivo fue diagnosticar el uso e impactos de plaguicidas en el cultivo de tomate en la parroquia Riochico, cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador. Se utilizó el método deductivo e inductivo, sobre los agricultores dedicados a la actividad tomatera, lo cual permitió diagnosticar, describir y determinar el impacto en la sostenibilidad agroecológica por el uso indiscriminado de plaguicidas. Los resultados mostraron que las aplicaciones de plaguicidas se las realiza sin criterio técnico y se sitúan entre 35 a 40 aplicaciones durante el ciclo de este cultivo y lo aplican hasta <de 8 días antes de colocar el tomate en el mercado. Los agricultores de este sector aplican incorrectamente insecticidas a dosis superiores a las recomendadas, afectando a la salud humana y al ambiente, además, algunos aplican plaguicidas por sugerencias de otro agricultor, lo cual incide en el uso y manejo de agroquímicos, sin criterio técnico. Es necesario que el gobierno ecuatoriano implemente medidas a fin de preservar la salud de los productores y consumidores.

**Palabras clave:** cultivo de tomate – Ecuador – parroquia Riochico – sostenibilidad agroecológica

## INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas más consumidas en el mundo debido a su calidad nutricional y organoléptica y su excelente sabor (Erdem et al., 2015; Mutengwe et al., 2016; Sánchez et al., 2019). A nivel mundial se cultiva en un área de aproximadamente 3.9 millones de has, lo que da un rendimiento final de aproximadamente 141 millones de t. En 2014, China fue el mayor productor de tomate del mundo, que cubrió aproximadamente 1/3 de la producción total, el segundo mayor productor fue Estados Unidos, seguido de Turquía e India (EFSA, 2017; Alam et al., 2020).

El tomate es una de las hortalizas más importante en el Ecuador se siembran 956 ha (en monocultivo) y 189 ha (en asociación con otros cultivos); 1,145 ha de tomate riñón en el año con producción de 68,355 t métricas, y un rendimiento agrícola, de 16,87 t·ha<sup>-1</sup>; en la provincia de Manabí la superficie sembrada está alrededor de 404 ha con rendimientos promedios de 12,32 t·ha<sup>-1</sup> que son bajos (MAGAP, 2013).

Entre las plagas sobre el cultivo de tomate a nivel mundial y nacional se identifican los pulgones (*Aphis spiraecola* Patch, 1914, *A. gossypii* Glover, 1877, *A. citricola* Van Der Goot, 1912, *Toxoptera*

*aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1841 y *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), Araña roja (*Tetranychus* spp.), Heliothis (*Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805), Mosca blanca (*Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)), Minador (*Liriomyza* spp.), Polilla del tomate (*Tuta absoluta* (Meyrick 1917)), Trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895) (Bielza, 2008) además de algunos patógenos (Tan & Liu, 2014; Bettaibi et al., 2016; Amari et al., 2017; Barcelo, 2017; Rakha et al., 2017; Vö et al., 2018; Ren et al., 2018; Harshita et al., 2019; Rossini et al., 2019; Souza et al., 2019).

Entre las plagas de mayor importancia presentes en Ecuador, se identifican a la mosca blanca, ácaros, pulgón café y escama de nieve. Se reportan dos especies de mosca blanca (*Dialeurodes citrifolii* (Morgan) Quaintance & Baker, 1914) (Ortega-Arenas & Ruiz, 2020) y *Aleurothricus floccosis* Maskell, 1896 (Méndez, 2017), dos de especie de pulgones (*T. aurantii* y *A. gossypii*) y dos de escama blanca (*Unaspis citri* (Comstock, 1883) y *Pinnaspis strachani* (Cooley, 1899)). El asunto de ácaros es más complejo, debido a que se han reconocido varias especies de araña roja y así como de ácaros blancos en las que sólo una especie se ha identificado: *Eutetranychus* spp. (Anzules, 2010; Chirinos et al., 2020).

En el mundo los plaguicidas causan un fuerte impacto ambiental y en la salud pública a niveles

críticos considerables (Firas, 2015; Mutengwe *et al.*, 2016; EFSA, 2017), existiendo fallas de operatividad en la legislación vigente que está orientada a sólo regular el registro y comercialización de los plaguicidas, tal es caso de la costa ecuatoriana en la que se reportan más de 25 aplicaciones de plaguicidas en el ciclo del cultivo del tomate, y su aplicación indiscriminada origina problemas en el agroecosistema como la resistencia y surgimiento de plagas y enfermedades, antes consideradas secundarias, la eliminación de organismos benéficos (MAGAP, 2013). Así mismo la acumulación de residuos tóxicos en los frutos, con el riesgo directo para la salud de quien los maneja, así como para los consumidores que conlleva al apareamiento de enfermedades crónicas: tumores, problemas orgánicos y cáncer (Erdem *et al.*, 2015; Firas, 2015; EFSA, 2017; Leong *et al.*, 2020).

La parroquia Riochico del cantón Portoviejo, es un sector de gran actividad agrícola, dentro del cual se cultiva una gran variedad de especies de ciclo corto y perenne, sobresaliendo los cultivos de maíz, tomate, pimiento, habas, habichuelas, pepino, melón, sandía, según reportes del Ministerio de Agricultura, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2011). Donde de estos cultivos, el tomate es manipulado sin criterio técnico dado el gran número de plagas y

enfermedades que le afectan, y se sitúan unas 35 a 40 aplicaciones y más de pesticidas durante el ciclo de este cultivo, dentro de las cuales se utilizan por su efectividad, insecticidas, herbicidas, fungicidas y nematocidas.

Siendo evidente, que la actividad agrícola en Manabí, en los últimos años ha incrementado notablemente el uso de plaguicidas con el afán de aumentar la producción de los cultivos ante el resurgimiento de nuevas plagas (Chirinos *et al.*, 2020). Por tanto, es clave promover el uso racional de insecticidas como cloronicotinilos, organofosforados, piretroides, carbamatos y los de origen orgánico; razones que hacen de este sistema de producción un método altamente contaminante, donde se requiere con urgencia la capacitación del productor en el manejo integrado del cultivo de tomate, encaminado a la aplicación y establecimiento de esquemas de buenas prácticas agrícolas que permitan asegurar la inocuidad del producto y evitar daños al medio ambiente (Schreinemachers *et al.*, 2016; MAGAP, 2013).

El objetivo fue diagnosticar el uso e impactos de plaguicidas en el cultivo de tomate en la parroquia Riochico, cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador.



**Figura 1.** Ubicación de la zona de estudio Parroquia Riochico del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador (-1.001197, -80.409429).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Figura 1 nos muestra la localización del área de estudio.

### Sobre la investigación

Se realizó una investigación cuantitativa y cualitativa y de campo, donde se recopiló información de los agricultores dedicados al cultivo de tomate en la parroquia Riochico, para lo cual se aplicó una encuesta (diez preguntas, siete cerradas/Si y No, y tres abiertas), con la finalidad de conocer las opiniones de los encuestados y diagnosticar información sobre las estrategias de producción del tomate y describir el nivel de conocimientos, actitudes y prácticas de manejo de pesticidas en el control de plagas y enfermedades, así como la realización de

entrevistas personalizadas para conocer los criterios de los entrevistados, en aras de poder determinar el impacto en la sostenibilidad agroecológica. Se aplicó el método deductivo e inductivo, sobre los agricultores dedicados a la actividad tomatera en esta localidad; también se realizó un trabajo de campo, ya que se recopiló información de los agricultores dedicados al cultivo de tomate. La población estimada que fue objeto de análisis para lograr los objetivos del proyecto investigativo fueron 44 agricultores del sitio (N poblacional: 50), de la parroquia Riochico del cantón Portoviejo, los cuales contenían un perfil socioeconómico medio bajo, el 48,44%, corresponde al nivel primario; y el 21,41% al nivel secundario; mientras que el nivel de educación básica es el 8,40%, y el restante porcentaje se divide en los otros diferentes niveles. Se siguió la ecuación de la muestra de los agricultores encuestados:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{Z^2 * P * Q + N * e^2}$$

$$n = \frac{1,96^2 * 0,50 * 0,50 * 50}{1,96^2 * 0,50 * 0,50 + 50 * 0,05^2} = 44 \text{ agricultores}$$

n= Muestra  
N= Población 50 agricultores  
Z= Nivel de confianza 1,96  
P= Probabilidad de Ocurrencia 50%  
Q= Probabilidad de no Ocurrencia 50%  
e= Nivel de significancia (1 al 10)

### Aspectos éticos

La investigación estuvo sujeta a normas éticas que posibilitaron promover y asegurar el respeto de todos los participantes en el estudio, de modo que se respetaron sus criterios/opiniones y derechos individuales, para poder generar nuevos conocimientos sin violar los principios éticos de la intimidad y confidencialidad de la información personal, de todos los participantes en la investigación. El estudio posibilitó reducir al mínimo el daño posible al ambiente, así como al ecosistema objeto de estudio, y a los habitantes de Río Chico, y de esta forma poder generar nuevos conocimientos sin violar los principios éticos establecidos para estos casos. Por otra parte, todos los autores involucrados en la investigación, publicación y difusión de los resultados, somos

responsables de la confiabilidad y exactitud de los resultados mostrados (Declaración de Helsinki AMM, 2013).

## RESULTADOS

De acuerdo a los resultados de las encuestas aplicadas a los productores de tomate de la parroquia Riochico, se determinó que el 38,23% tiene media ha para su cultivo. En tanto, que el 11,76% posee más de 11 ha de terreno, lo cual evidencia la existencia de una segmentación diferenciada en lo referente a las áreas de siembra en este sector, que se encuentra relacionada con los niveles de costo – beneficio que se obtienen en este cultivo (Fig.2).

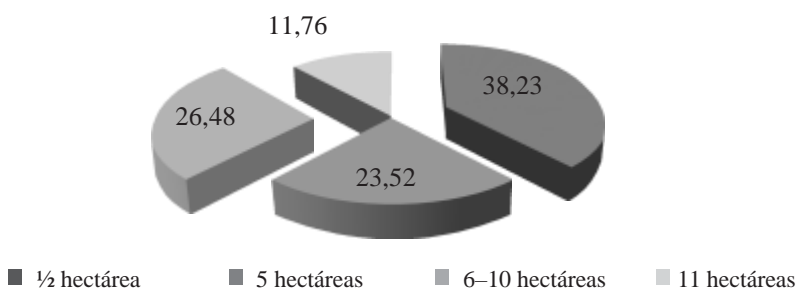


Figura 2. Superficie de siembra en hectárea en el cultivo de tomate por los productores en Riochico.

Los resultados de las encuestas a los agricultores determinaron que entre los plaguicidas que más se aplica durante el ciclo del cultivo de tomates, se encuentra el “Rescate” (Acetamiprid) con mayor porcentaje (28,57%) y con menor porcentaje piretroides con el 5,88% mostrando que el cultivo

de tomate es manipulado sin criterios técnicos, dado el gran número de plagas y enfermedades que le afectan, y se sitúan unas 35 a 40 aplicaciones y más de pesticidas durante el ciclo de este cultivo (Fig. 3).

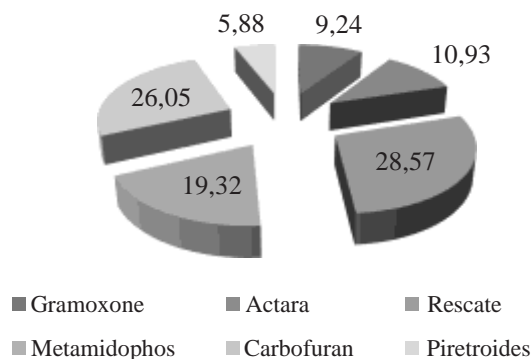


Figura 3. Plaguicidas más utilizados en el cultivo de tomate por los productores en Riochico.

Con respecto a las aplicaciones de plaguicidas, se evidenció que el 41,18% de los agricultores aplican plaguicidas hasta menos de 8 días antes de colocar el tomate en el mercado. Mientras que el 5,88%

hasta los 21 días, mostrando que el aumento de dosis innecesarias, sin racionalidad, ha tenido efectos perjudiciales en el ambiente y la salud humana (Fig. 4).

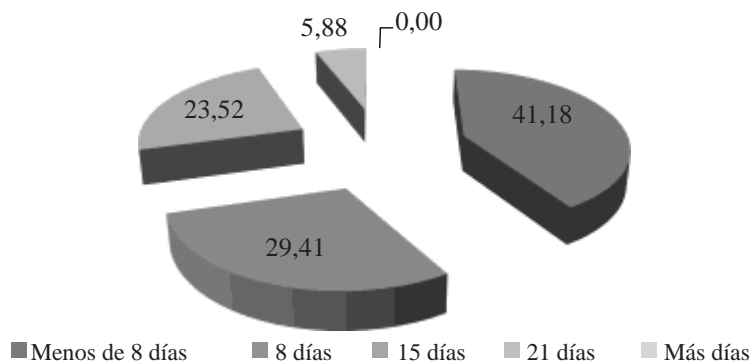


Figura 4. Aplicaciones de plaguicidas en el cultivo de tomate por los productores en Riochico.

En las encuestas aplicadas a los agricultores de la Parroquia Riochico, el 50% señalaron que ellos decide la aplicación de los plaguicidas por sugerencias de otro agricultor dedicado a la

actividad tomatera. Con menor porcentaje por sugerencia de un técnico agrícola con 5,88% (Fig. 5).

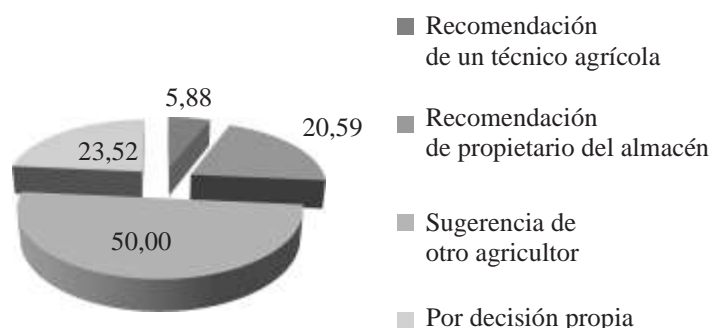


Figura 5. Decisión de plaguicidas que se aplican en el cultivo de tomate por los productores en Riochico.

Los resultados de las encuestas de los agricultores de tomate en Riochico, mostraron que ellos no reciben nunca asistencia técnica en el control de

plagas y enfermedades en el cultivo de tomate, así opinó el 50%. Sin embargo, menor porcentaje una vez al año (5,88%) (Fig. 6).

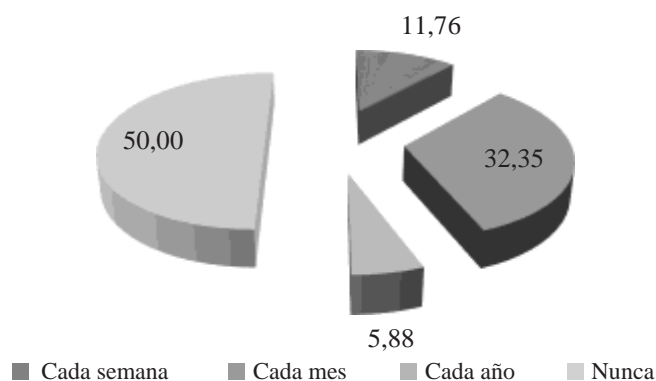


Figura 6. Frecuencia con que reciben asistencia técnica los productores en Riochico.

En relación con las acciones que toman con los sobrantes de plaguicidas, se determinó que el 70,58% de los agricultores dedicados al cultivo de tomate cuando existe sobrante de los plaguicidas

que aplican ellos los guardan en su hogar. Mientras que el 2,95% lo arrojan al río o canal de regadío, como forma de lavar las bombas de aplicación, ocasionando un grave impacto ambiental (Fig. 7).

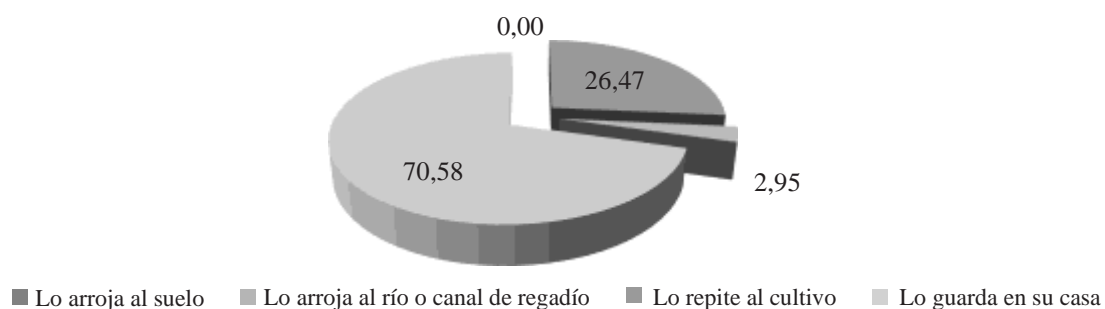


Figura 7. Resultados de las acciones que toman con los sobrantes de plaguicidas.

Los resultados de las encuestas mostraron que los agricultores de esta localidad, una vez concluida su actividad agrícola lavan sus equipos en el río, así lo

afirmó, el 52,95%, ya el 2,94%, en el campo o en el pozo cercano a su hogar (Fig. 8), por consiguiente, este agricultor ve mermada su calidad de vida.

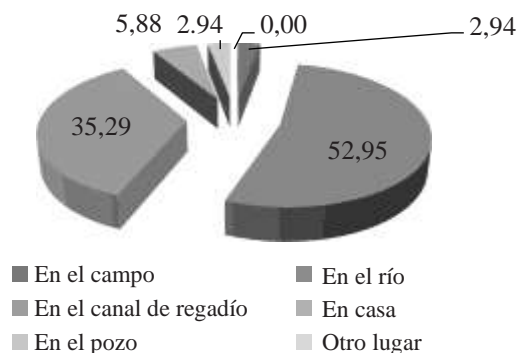


Figura 8. Resultados sobre el lavado de los equipos después de su utilización por los productores en Riochico.

Las encuestas mostraron que el 82,25% de las personas que asperjan agroquímicos son entrenados y capacitados por los propios agricultores, con la finalidad de establecer un adecuado control de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate y para evitar intoxicaciones y muertes por parte de las personas que utilizan estos equipos. Sin embargo, el 17,65% han sido capacitados por entidades agrícolas del Estado, como el MAGAP e INIAP, dada la utilización de una amplia gama de productos químicos, con preferencia por categorías toxicológicas I y II, mezclas de diferentes productos en una misma aplicación, malos hábitos de los operarios aplicadores, inadecuada disposición final de envases, empaques y residuos.

Sobre la utilización de ropas y medios de protección en la aplicación de plaguicidas, los resultados de las encuestas indicaron, que el 94,12% de los agricultores confirmaron que ellos en las aplicaciones de plaguicidas no utilizan ropa y equipos protectores, en relación con el 5,88% que si loutiliza.

Las encuestas determinaron, que entre los problemas de salud más frecuentes en los agricultores que siembran tomate en esta localidad, el 38,24% dicen padecer de mareos y pérdida de estabilidad y menor proporción con el 11,76% en deformaciones en los niños hijos de los agricultores, lo que ha conllevado a perjudicar el accionar social, en afectaciones a grupos de productores de una misma comunidad, en cuanto a su calidad de vida y problemas de salud (Fig. 9).

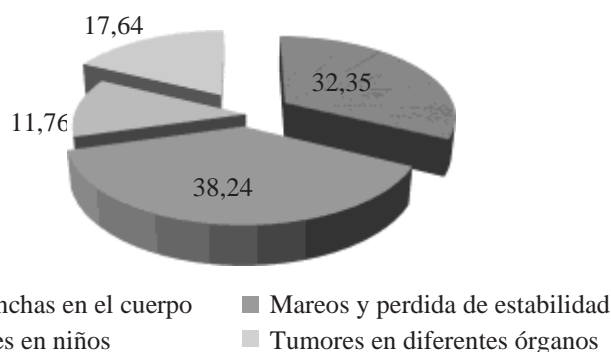


Figura 9. Problemas de salud más frecuentes en los productores tomateros de Riochico.

Según las intoxicaciones en su familia por plaguicidas, los resultados de las encuestas a los agricultores que siembran tomate en esta localidad, indicaron, que el 38,23% de ellos han tenido problemas de intoxicaciones por efecto de la aplicación de plaguicidas. Sin embargo, el 61,77% manifestaron lo contrario y por ser los agroquímicos los de mayor comercialización y peligrosidad, que es principal agente causal de enfermedades de las personas que utilizan estos productos que atentan diariamente contra su vida debido al manejo inadecuado en el control de las plagas que lo exponen a sufrir intoxicaciones de diferentes tipos y enfermedades crónicas-congénitas, adquiridas en el tiempo que llevan manipulando estos plaguicidas.

Ante la siguiente pregunta: ¿Le gustaría recibir cursos de capacitación a usted y su familia sobre el manejo seguro y aplicación correcta de estos

plaguicidas, agricultura orgánica, huertos escolares y seguridad alimentaria?, los resultados fueron los siguientes: el 76,47% si le gustaría recibir cursos de capacitación, tanto a ellos como a su familia sobre el manejo seguro y aplicación correcta de estos plaguicidas, agricultura orgánica, huertos escolares y seguridad alimentaria, pero que sean reales y llevados por técnicos que conozcan sobre la problemática, mientras que el 23,52% manifestó lo contrario, y no estuvo de acuerdo con estas capacitaciones.

Las encuestas determinaron, que el 35,29% de los agricultores indicaron que ellos y sus familiares en caso de enfermedad acuden a las entidades hospitalarias. Por su parte el 5,88% acuden a médicos particulares y clínicas privadas (Fig. 10), evidenciándose el nivel socio económico de los agricultores de este sector.

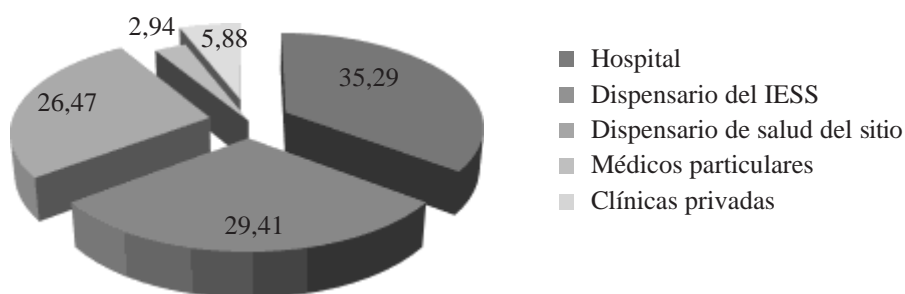


Figura 10. Atención médica en caso de intoxicaciones de los productores de tomate en Riochico.

En relación con la interrogante: ¿Qué alimentos consume usted y su familia con mayor frecuencia?, se observó que el 25,92% opta por el consumo de carne de res y el 12,96% consumen carne de cerdo y

de pollo, lo que demuestra que existe una alimentación variada, debido a que existe un ingreso económico estable proveniente preferentemente del cultivo de tomate (Fig. 11).



Figura 11. Alimentación de los productores de tomate en Riochico.



## DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados de las encuestas aplicadas a los productores de tomate en Riochico, con respecto al primer objetivo el conocer la situación del manejo de agroquímicos en el cultivo de tomate en base a encuestas estructuradas a los productores, se demostró la existencia de una segmentación diferenciada en lo referente a las áreas de siembra en este sector, que se encuentran relacionadas con los niveles de costo – beneficio que se obtienen en este cultivo, tradicional en este sector y entre plaguicidas que más se aplican durante el ciclo del cultivo de tomate se encuentra el Rescate (Acetamiprid ia), Carbofurano y Gramoxone (paraquat ia) sin criterio técnico, dado el gran número de plagas y enfermedades que le afectan, y se sitúan unas 35 a 40 aplicaciones de pesticidas durante el ciclo de este cultivo y aplican plaguicidas hasta 8 días antes de colocar el tomate en el mercado, mostrando un aumento de dosis innecesarias, sin racionalidad, que ha tenido efectos perjudiciales en el ambiente y la salud humana, todo lo cual concuerda con resultados por otros autores al respecto (Firas, 2015; Mutengwe *et al.*, 2016; Narváez, 2019), lo que ha conllevado a perjudicar el accionar social, en afectaciones a grupos de productores, en cuanto a su calidad de vida y problemas de salud contraída.

Los plaguicidas son sustancias altamente tóxicas. Su toxicidad puede no ser absolutamente específica para los organismos objetivo, pero puede afectar negativamente a diferentes procesos en las plantas huésped no objetivo (Erdem *et al.*, 2015; Shakir *et al.*, 2015). Una vez que los pesticidas se utilizan en forma persistente, se requieren aplicaciones regulares, porque los enemigos naturales se han eliminado y la plaga inevitablemente reaparece. Cuando el mismo tipo de insecticida químico se utiliza para controlar una plaga, es muy posible que éste no actúe de forma eficiente, porque la plaga desarrolla resistencia química al pesticida. Los plaguicidas son sustancias altamente tóxicas. Su toxicidad puede no ser absolutamente específica para los organismos objetivo, pero puede afectar negativamente a diferentes procesos en las plantas huésped no objetivo (Erdem *et al.*, 2015; Shakir *et al.*, 2015; Dar *et al.*, 2020).

Hoy existen más de 450 especies de artrópodos resistentes a mil insecticidas diferentes, así como un número significativo de especies de patógenos y malezas resistentes a plaguicidas, que se exponen sobre el uso de plaguicidas y las causas y efectos que producen a la calidad de vida, al no utilizarlos correctamente, se han creado una serie de advertencias y normas para el uso de plaguicidas con el objetivo de evitar complicaciones en el ser humano que de una u otra forma se encuentran expuestos a ellos (MAGAP, 2013; Alyokhin & Chen, 2017; EFSA, 2017).

Por otra parte, el uso indiscriminado y mal manejo de estos agrotóxicos han provocado, la contaminación de las fuentes de agua, suelos y cultivos y al ser utilizados por los habitantes de la comunidad, se exponen a sufrir problemas de salud, como también afecta al ambiente y por lo consiguiente este agricultor ve mermada su calidad de vida, dada la utilización de una amplia gama de productos químicos, con preferencia por categorías toxicológicas I y II, mezclas de diferentes productos en una misma aplicación, malos hábitos de los operarios aplicadores, inadecuada disposición final de envases, empaques y residuos (Bautista-Martinez *et al.*, 1998; Firas, 2015; Mutengwe *et al.*, 2016). Los plaguicidas utilizados como agentes de protección de las plantas también entran en la cadena alimentaria y la exposición humana a estos químicos muestra una amplia gama de problemas de salud como la supresión inmune, la disminución de la inteligencia, la alteración hormonal, el cáncer y las anomalías reproductivas, casos de morbimortalidad y contaminación de suelos y agua (Rather *et al.*, 2017).

En la región donde se realiza la aplicación de plaguicidas, unos pocos individuos pueden sobrevivir, bien porque de algún modo evitan el contacto con la toxina o porque pequeñas diferencias en su metabolismo les permiten tolerarla (INIAP, 2011; EFSA, 2017). Esos sobrevivientes son los progenitores de la próxima generación y al reproducirse pasan los genes de resistencia a la descendencia. Las aplicaciones continuas del plaguicida no logran suprimir la población del organismo plaga, pero sí eliminan de ésta, los individuos susceptibles, a la vez que seleccionan los capaces de tolerar la aplicación; por otra parte, las aplicaciones de plaguicidas eliminan de forma temporal las plagas en la región donde se

apliquen, pero en realidad sucede que raramente matan a todos los miembros de una población (La-Fortuna, 2014; Chirinos *et al.*, 2020).

La actividad agrícola en Manabí, al igual que en otras provincias del Ecuador, en los últimos años ha incrementado notablemente el uso de plaguicidas con el afán de aumentar la producción de los cultivos ante el resurgimiento de nuevas plagas. El empleo de agrotóxicos para el combate de plagas en el Ecuador se inició en los primeros años de la década de 1950, cuando se pusieron a disposición de los agricultores los químicos clorinados y fosforados como solución a los problemas de insectos masticadores que causaban graves pérdidas en las cosechas (Bautista-Martínez *et al.*, 1998).

No obstante, el INIAP (2011) identificó al carbofurano y al monocrotofos como los plaguicidas ampliamente usados en el cultivo del tomate, los cuales son responsables de contaminar por el uso indiscriminado y sistémico debido a las actividades agrícolas a otros cultivos, como plátano, cacao, cítricos y verduras (haba, habichuela, achocha, pepino, sandía, melón entre otros) y dice que a lo largo de este periodo, se registraron en la provincia de Manabí, 2.017 casos de intoxicaciones, provocadas por plaguicidas, ocupando el segundo lugar, con un total de 570 intoxicados. El 56,5% (322 intoxicados) de los casos fueron provocados por organofosforados, 3,9% por carbamatos, y el 14,1% por combinados (fosforados y carbamatos). Así mismo, Puerto-Rodríguez *et al.* (2014), manifiesta que el uso indiscriminado de plaguicidas viene causando perturbaciones ecológicas y sanitarias, además de dramáticos efectos sobre la salud humana, debido a que están presentes cuando los ingerimos junto con los alimentos provocando intoxicaciones.

Por ello, la importancia de proponer medidas de solución a los problemas identificados, ya que estos resultados se deben a que las personas que asperjan agroquímicos son entrenados y capacitados por los propios agricultores con la finalidad de establecer un adecuado control de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate mediante un sistema de información geográfica, los puntos visitados en la zona de estudio, los sitios San Clemente, Las Chacras, Santa Martha Arriaga, San Francisco, San Gabriel, La Balsita, El Tomatal

el Corozo, El Zapote, Los Ebanitos Pechiche, San Vicente, Playa Prieta y Milagro del Corozo.

El tomate, según Nguettil *et al.* (2019), se consume en todo el mundo por sus vitaminas y elementos bioactivos, puede albergar bacterias postcosecha y residuos de pesticidas. En una encuesta transversal con un cuestionario semiestructurado en 101 hogares en Kangemi (Kenia) fue evaluada la conciencia de los consumidores sobre residuos de pesticidas y bacterias presencia en tomates vendidos en Nairobi (Kenia), aplicando un muestreo aleatorio sistemático durante el reclutamiento familiar. Determinaron que agricultores del sexo masculino ( $64,86 \pm 0,48$ ) tuvieron una mejor conciencia sobre los pesticidas en el tomate ( $p = 0,03$ ) y los consumidores de 36 a 53 años tenían más conocimiento ( $58,29 \pm 0,34$ ) que otros. El 86% de los encuestados estaban más familiarizados con los patógenos que con pesticidas y el 97% sabía que los pesticidas se usaban en granjas. Alrededor del 91% indicó que los pesticidas son peligrosos para la salud y el 74% de los pesticidas relacionados en las granjas están presentes en los tomates en mercados. Sin embargo, el 74% cree que el lavado proporciona tomates sin pesticidas mientras que el 65% mencionó que los pesticidas pueden estar presentes en el tomate que se come como ensalada. El conocimiento de los consumidores era insuficiente en tomate con pesticidas; esto se puede mejorar a través de información, comunicación y educación.

Señala Tambel *et al.* (2019), que la agricultura es, sin duda, la columna vertebral de la economía camerunesa y de otras actividades económicas, prosperar solo si la producción en este sector está asegurada. Los trabajadores en todo el mundo experimentan envenenamiento involuntario por pesticidas anualmente. Desafortunadamente, existe información limitada sobre la salud y seguridad de los agricultores. Fue descrita la salud y seguridad ocupacional (SSO) y las condiciones de los agricultores que trabajan en granjas de tomates a pequeña escala en la región occidental de Camerún en 2017. Los resultados de un total de 104 productores de tomate de granjas a pequeña escala participaron en el estudio. El análisis reveló que la ocupación está dominada por los hombres (86,5%). La capacitación y el uso de equipos de protección personal (EPP) entre los agricultores eran raros (35,6%) y los agricultores estaban expuestos

principalmente a riesgos químicos. Los agricultores informaron los siguientes problemas de salud relacionados con el trabajo: irritación de la piel, dolor de espalda, deterioro del sistema nervioso central, problemas visuales y dificultades respiratorias y se llegó a la conclusión de SSO en las granjas de tomates a pequeña escala son en su mayoría pobres, lo que predispone a los agricultores al riesgo de problemas de salud relacionados con el trabajo. La exposición a riesgos laborales puede reducirse significativamente si se requieren los EPP requeridos disponible y usado eficientemente.

Mientras que Sandesh *et al.* (2019), realizó, un estudio de campo para evaluar el estado de uso de pesticidas en los principales cultivos de hortalizas desde la percepción de los agricultores y conocimiento en Dhading, Nepal en 2019. El estudio de campo se realizó con 100 agricultores comerciales utilizando el cuestionario de semiestructura mediante una entrevista cara a cara. Este estudio fue analizado por categorización de agricultores en grupos de pequeños titulares (51) y grandes titulares (49) en función del área media de cultivo de hortalizas (6,48 ropani). Se necesita la mayor cantidad de pesticidas en el tomate tanto en grandes como pequeños propietarios de acuerdo con la experiencia del agricultor. Entre los agricultores del estudio, el 41% de ellos rocían los pesticidas haciendo un cóctel o método mixto y 56% siguen el período de espera de 3-5 días en ambos casos. Un positivo significativo se encontró correlación con un nivel de significación del 5% entre el patrón de conocimiento y práctica del período de espera de los pesticidas y se encontró una correlación negativa entre el puntaje del equipo de protección personal y la salud puntaje de peligro. El dolor de cabeza era el principal peligro para la salud que enfrentaban los agricultores, que era mayor en los pequeños propietarios (66,7%) en comparación con los grandes tenedores (46,9%). La máscara fue el EPP más utilizado por el agricultor, es decir, en un 83% en general. El 43% de los agricultores arrojan los envases de pesticidas en un lugar secreto después de usarlos. El uso de EPP se observó más bajo en los pequeños titulares en comparación con los grandes titulares. Este estudio revela las necesidades de programas y políticas adecuados con respecto al conocimiento, manejo seguro y uso de pesticidas entre los niveles del agricultor.

Bajo estos puntos de vista, el uso de plaguicidas que eliminan un amplio espectro de especies de insectos puede ocasionar la aparición de varias plagas que antes no se consideraban dañinas (Calvo-Agudo *et al.*, 2019). Los insecticidas eliminan un gran número de enemigos naturales, por tanto, las plagas se incrementan o reinvasen las áreas donde se han aplicado insecticidas y al no tener sus enemigos naturales presentes, éstas aumentan sus poblaciones rápidamente (Souza *et al.*, 2019). Un ejemplo de este fenómeno ocurrió en los campos de alfalfa de Estados Unidos, donde los pesticidas organofosforados aplicados constantemente eliminaron el depredador *Hippodamia* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) y permitieron que el áfido *Therioaphis trifolii* (Monell, 1882) (Homoptera: Aphididae) se incrementara a niveles mayores (Anciso *et al.*, 2002).

El uso no juicioso de pesticidas y el uso de tecnologías de aplicación antiguas han resultado en un impacto dañino de los pesticidas en la salud humana y el medio ambiente. Esto ha planteado serios desafíos a la industria agroquímica que lleva a la creación de una imagen deficiente de las compañías agroquímicas frente a los agricultores (Warra & Prasad, 2020).

Los agricultores de la parroquia Riochico aplican incorrectamente insecticidas a dosis superiores a las recomendadas, afectando a la salud humana y al ambiente, además, algunos aplican plaguicidas por sugerencias de otro agricultor, lo cual incide en el uso y manejo de agroquímicos, sin criterio técnico. Es necesario que el gobierno ecuatoriano implemente medidas a fin de preservar la salud de los productores y consumidores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alam, M.; Khan, M.A.; Imtiaz, M.; Khan, M.A.; Naeem, M.; Shah, S.A. & Khan, L. 2020. Indole-3-Acetic acid rescues plant growth and yield of salinity stressed tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Gesunde Pflanzen*, 72:87-95.

- Alyokhin, A. & Chen, Y.H. 2017. Adaptation to toxic hosts as a factor in the evolution of insecticide resistance. *Current opinion in insect science*, 21:33-38.
- Amari, K.; Gonzalez-Ibeas, D.; Gómez, P.; Sempere, R.N.; Sanchez-Pina, M.A.; Aranda, M.A. & Hernandez-Gallardo, M.D. 2017. Tomato torrado virus is transmitted by *Bemisia tabaci* and infects pepper and eggplant in addition to tomato. *Plant Disease*, 92: 1139.
- Anciso, J.R.; French, J.V.; Skaria, M.; Sauls, J.W. & Holloway, R. 2002. *IPM in Texas citrus*. Texas Cooperative Extension, The Texas A&M University System, Publication B-6121.
- Anzules, A.A. 2010. *Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en cultivos hortícolas*. Portoviejo, Manabí: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria.
- Bautista-Martinez, N.; Carrillo-Sanchez, J. L.; Bravo-Mojica, H. & Koch, S. D. 1998. Natural parasitism of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) at Cuitlahuac, Veracruz, Mexico. *Florida Entomologist*, 81: 30-37.
- Barceló, A.M. 2017. Entomofauna principal asociada a plantas de interés agrícola en la provincia de las tunas, cuba. *Ojeando la Agenda*, 50:1.
- Bettaibi, A.; Mezghani-Khemakhem, M.; Soltani, Z.; Makni, H. & Makni, M. 2016 . Development of polymorphic microsatellite loci for the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Genetics*, 93: 110-112.
- Bielza P. 2008. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Pest Management Science*, 64: 1131-1138.
- Calvo-Agudo, M.; González-Cabrera, J.; Picó, Y.; Calatayud-Vernich, P.; Urbaneja, A.; Dicke, M. & Tena, A. 2019. Neonicotinoids in excretion product of phloem-feeding insects kill beneficial insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116: 16817-16822.
- Chirinos, D.T.; Castro, R.; Cun, J.; Castro, J.; Bravo, S.P.; Solis, L. & Geraud-Pouey, F. 2020. Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21: 1-16.
- Dar, M. A.; Kaushik, G. & Chiu, J. F. V. 2020. *Pollution status and biodegradation of organophosphate pesticides in the environment*. In: *Abatement of Environmental Pollutants*. pp.25-66.
- Declaración de Helsinki de la AMM. 2013. *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brazil, octubre. World Medical Association, Inc. – All Rights reserved. 9 pp.
- Erdem, E.; Varinli, I. & Yildiz, M.E. 2015. The level of consumers awareness and perceptions in consumption of Halal Certified Products. *EJBM-Special Issue. Islamic Management and Business*, 7: 65-67.
- EFSA. 2017. *National summary reports on pesticide residues analysis performed in 2014*. EFSA Journal, EFSA supporting publication.
- 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.
- Harshita, A.P.; Saikia, D.K.; Deves, A., Bora, B.L. & Phukan, S.L. 2019. Seasonal incidence of aphid, *Aphis gossypii* and coccinellid beetles in tomato ecosystem, *Solanum lycopersicum* L. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7:879-882.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Autónomas Agropecuarias). 2011. *Los plaguicidas, impactos en producción, salud y medio ambiente*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Autónomas Agropecuarias.
- La-Fortuna. 2014. *Asociación de agricultores de tomate del sitio El Corozo*. Portoviejo, Manabí: MAGAP.
- Leong, W.H.; Teh, S.Y.; Hossain, M.M.; Nadarajaw, T.; Zabidi-Hussin, Z.; Chin, S.Y. & Lim, S. H. E. 2020 . Application, monitoring and adverse effects in pesticide use: the importance of reinforcement of good agricultural practices (GAPs). *Journal of Environmental Management*, 260: 109987.

- MAGAP (Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2013. *Aplicación indiscriminada de agroquímicos en el Valle del Río Portoviejo*. Portoviejo, Ecuador: Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Mahmoud, Y.A.; Ebadah, I.M.; Attwa, W.; Moawad, S.; Omar, N.; El-Wahab, T.E. & Sadek, H. 2020. Susceptibility of different tomato, *Solanum lycopersicum* L., varieties to infestation with some insect pests in Egypt. *Bulletin of the National Research Centre*, 44: Article 46.
- Méndez, M.S. 2017. Niveles Crecientes de N y K en el Cultivo de Limón'Sutil' (*Citrus aurantifolia* Swingle) en Santa Elena, Ecuador. *Revista Científica Pakamuros*, 5: 52-59.
- Mutengwe, M.T.; Chidamba, L. & Korsten, L. 2016. Pesticide residue monitoring on South African fresh produce exported over a 6-year period. *Journal of Food Protection*, 79: 1759-1766.
- Narváez, E.A.V. 2019. *Identificación de los plaguicidas utilizados en la producción del tomate riñón, (Lycopersicon esculentum, L.) Bajo condiciones de invernadero en la comunidad de San José de Aloburo, Cantón Pimampiro, Provincia de Imbabura* (Bachelor's thesis, El Angel: UTB) 91 pp.
- Nguettil, J.; Imungil, J. & Mbacham, W. 2019. Consumers awareness of the presence of pathogenic bacteria and pesticide residues on tomatoes sold in Nairobi. *Nairobi: African Journal of Agricultural*, 14: 2146-2158.
- Ortega-Arenas, L.D. & Ruiz, V.E.C. 2020. Moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) en México: estatus, especies, distribución e importancia. *Dugesiana*, 27: 37-54.
- Puerto-Rodríguez, A.M.; Suárez-Tamayo, S. & Palacio-Estrada, D.E. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52: 372-387.
- Rather, I.A.; Koh, W.Y.; Paek, W.K. & Lim, J. 2017. The sources of chemical contaminants in food and their health implications. *Frontiers in pharmacology*, 8: 830.
- Rakha, M.; Bouba, N.; Ramasamy, S.; Regnard, J. L. & Hanson, P. 2017. Evaluation of wild tomato accessions (*Solanum* spp.) for resistance to two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) based on trichome type and acylsugar content. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64: 1011-1022.
- Rossini, L.; Severini, M.; Contarini, M. & Speranza, S. 2019. A novel modelling approach to describe an insect life cycle vis-à-vis plant protection: description and application in the case study of *Tuta absoluta*. *Ecological Modelling*, 409: 108778.
- Ren, Z.; Li, Y.; Fang, W.; Yan, D.; Huang, B.; Zhu, J. & Cao, A. 2018. Evaluation of allyl isothiocyanate as a soil fumigant against soil borne diseases in commercial tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) production in China. *Pest management science*, 74: 2146-2155.
- Shakir, S.K.; Kanwal, M.; Murad, W.; Ziaur, R.; Shafiq, R.; Daud, M.K. & Azizullah, A. 2015. Effect of some commonly used pesticides on seed germination, biomass production and photosynthetic pigments in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Ecotoxicology*, 25: 329-341.
- Schreinemachers, P.; Wu, M.H.; Uddin, M.N.; Ahmad, S. & Hanson, P. 2016. Farmer training in off-season vegetables: Effects on income and pesticide use in Bangladesh. *Food Policy*, 61: 132-140.
- Sánchez, F. B., Ribeiro, L. P., Rodrigues, E. V., Bhering, L. L. & Teodoro, P. E. 2019. Correlations and path analysis in cherry tomato genotypes. *Functional Plant Breeding Journal*, 1: Article 4.
- Sandesh, B.; Sushma, P.; Shailesh, P.; Sramika, R. & Hira, K. 2019. Assessment of pesticide use in major vegetables from farmers' perception and knowledge in Dhading district, Nepal. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 3:265-281.
- Souza, B., Vázquez, L., Marucci, L. & Marucci, R.C. 2019. *Natural enemies of insect pests in Neotropical Agroecosystems: Biological Control and Functional Biodiversity*. (Eds.). Springer International Publishing. Switzerland AG. 546 p.
- Tan, X.L. & Liu, T.X. 2014. Aphid induced plant volatiles affect the attractiveness of tomato plants to *Bemisia tabaci* and associated natural enemies. *Entomologia*

- Experimentalis et Applicata, 151: 259-269.
- Tambel, A.Y.; L.; Mbangal, B.M., Nzefa, D.L. & Nama, G. 2019. Pesticide usage and occupational hazards among farmers working in small-scale tomato farms in Cameroon. *Journal of the Egyptian Public Health Association*, 94: Article 20.
- Võ, T.T.; Dehne, H.W. & Hamacher, J. 2018. Transmission of Tomato chlorotic dwarf viroid by *Myzus persicae* assisted by Potato leafroll virus. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125: 259-266.
- Wakil, W.; Brust, G.E. & Perring, T. 2017. *Sustainable management of arthropod pests of tomato*. Academic Press. London. UK. 372 p.
- Warra, A.A., & Prasad, M.N.V. 2020. African perspective of chemical usage in agriculture and horticulture—their impact on human health and environment. In: *Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation, Pesticides and Chemical Fertilizers*. Prasad, M.N.V. (Ed.). pp.401–436.

Received March 15, 2020.

Accepted April 25, 2020.