

Niveles residuales de plaguicidas en el tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*, Mill) comercializado en los mercados de La Maná

Residual levels of pesticides in riñón tomato (*Lycopersicum esculentum*, Mill) commercialized in the markets of La Maná

Branly R. Toaquiza-Añarumba^{1,a,*}, Edwin S. Sacón-Torres^{1,b}, Alex E. Salazar-Saltos^{1,c,*}, Daniela G. Chafla^{1,d}

¹ Universidad técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.

^a Ing., ✉ branly.toaquiza7640@utc.edu.ec,  <https://orcid.org/0009-0003-7330-1082>

^b Ing., ✉ edwin.sacon9800@utc.edu.ec,  <https://orcid.org/0009-0002-4964-5048>

^c M.Sc., ✉ alex.salazar5584@utc.edu.ec,  <https://orcid.org/0009-0007-5334-4682>

^d Ing., ✉ dchafla@mag.gob.ec,  <https://orcid.org/0009-0008-1091-7863>

* Autor de Correspondencia: Tel. +59 398 359 7539

<http://doi.org/10.25127/riagrop.20252.1055>

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>

revista.riagrop@untrm.edu.pe

Recepción: 08 de enero 2025

Aprobación: 03 de marzo 2025

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar los niveles de residuos de plaguicidas en el tomate riñón (*Lycopersicum esculentum* Mill.) comercializado en La Maná - Ecuador y verificar el cumplimiento con los Límites Máximos de Residuos (LMR). Se recolectaron nueve muestras de tomate para determinar la presencia de plaguicidas. Los plaguicidas encontrados fueron Imidacloprid, Cyprodinil, Acetamiprid, Tebuconazole, Spirodiclofen y Carbendazim en concentraciones de 0.063, 0.049, 0.025, 0.011, 0.017 y 0.014 mg/kg respectivamente, los que estuvieron dentro de los límites permitidos, evidenciando un manejo adecuado de agroquímicos en la producción de tomates. Sin embargo, se observó que Methamidophos (0.011 mg/kg) superó ligeramente el límite permitido por la normativa europea. El consumo de estos tomates, no implica ningún riesgo a la salud humana. Pero, es importante un monitoreo continuo y la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas para garantizar la inocuidad de este

producto. Los resultados señalan la importancia de un manejo adecuado de plaguicidas para evitar la contaminación de tomates, y el monitoreo continuo para proteger la salud pública.

Palabras claves: Tomate riñón; plaguicidas; seguridad alimentaria.

Abstract

The aim of this research was to evaluate the pesticide residue levels in kidney tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) commercialized in La Maná - Ecuador, and verify compliance with the Maximum Residue Limits (MRL). Nine tomato samples were collected to determine the presence of pesticides. The pesticides found were Imidacloprid, Cyprodinil, Acetamiprid, Tebuconazole, Spirodiclofen, and Carbendazim in concentrations of 0.063, 0.049, 0.025, 0.011, 0.017, and 0.014 mg/kg respectively, which were within the permitted limits, demonstrating proper management of agrochemicals in tomato production. However, it was observed that Methamidophos (0.011 mg/kg) slightly exceeded the limit allowed by European regulations. The consumption of these tomatoes does not imply any risk to human health. However, continuous monitoring and the implementation of Good Agricultural Practices are important to ensure the safety of this product. These results highlight the importance of proper pesticide management to prevent contamination of tomatoes, and continuous monitoring to protect public health.

Keywords: Kidney tomato; pesticides; food safety.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate riñón (*Lycopersicum esculentum* Mill.) es una de las hortalizas más relevantes en la dieta ecuatoriana y un pilar la economía de sus productores (Guamán, 2019). Su versatilidad en la cocina y su buen valor nutricional lo han consolidado como un producto esencial en la canasta básica familiar, con un consumo per cápita promedio de 5.0 kg. En este escenario no solo destaca su importancia en el contexto alimenticio, sino también su relevancia económica, ya que el cultivo del tomate riñón es una fuente de ingresos clave para pequeños y medianos agricultores en varias provincias de Ecuador (Ricaurte, 2024). La producción de los tomates se favorece por las condiciones climáticas y agroecológicas del país, las cuales permiten una producción adecuada de esta especie (FAO, 2021).

El cultivo de esta hortaliza abarca diversas regiones de Ecuador, desde el nivel del mar hasta los 3200 metros de altitud. Las condiciones climáticas en estas áreas pueden ser variables, lo que ha incentivado el uso de invernaderos como una solución eficaz para estabilizar las fluctuaciones ambientales y mejorar el rendimiento del cultivo (Vallejo, 2013). Sin embargo, el uso de insumos agrícolas como fertilizantes y plaguicidas ha generado preocupación, debido a la posible acumulación de residuos en los productos destinados al consumo humano (Hidalgo, 2017).

El empleo excesivo de plaguicidas en la producción de tomate riñón, especialmente en sistemas bajo invernadero, incrementa la probabilidad de acumulación de residuos peligrosos en los productos, comprometiendo la inocuidad alimentaria (Tolomeo, 2015). Esta situación pone en riesgo tanto la salud de los

consumidores como la viabilidad del sector a largo plazo, ya que una mala gestión de los residuos de plaguicidas podría afectar la competitividad de los agricultores en mercados nacionales e internacionales (Crissman, 2002); además de ameznar fuertemente la salud de la población y de los productores.

El tomate riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es un cultivo de gran relevancia económica y nutricional en Ecuador, pero su producción intensiva plantea importantes desafíos en términos de sostenibilidad y seguridad alimentaria (Varela, 2018), por el uso continuo y elevado de pesticidas que pueden deteriorar la salud humana. Hasta el momento se desconoce la presencia de residuos de pesticidas en los tomates que se producen en La Maná – Ecuador; se desconoce también si los niveles de estos residuos cumplirían con los Límites Máximos de Residuos (LMR). Por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar los niveles de residuos de pesticidas en tomate riñón en la Maná y verificar su cumplimiento con los LMR.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron tomates en condiciones óptimas para el consumo humano del mercado local de La Maná de la provincia de Cotopaxi (Ecuador). Las muestras representativas para el análisis de residuos de plaguicidas en los tomates se obtuvieron siguiendo las directrices proporcionadas por Agrocalidad (2010); respetando los principios de toma de muestras solo de productos sanos, evitando aquellos que estuvieran enfermos o severamente deteriorados. Se colectaron nueve muestras de forma aleatoria; cada muestra estuvo

compuesta por 1.0 kg de tomate riñón o en su defecto por 10 unidades del producto. Estos fueron colectados los días lunes, jueves y sábado. Las muestras se almacenaron en bolsas herméticas y fueron enviados al Centro de Investigación de la Agencia Estatal del Ecuador, Agrocalidad, ubicada en su filial de Cotopaxi.

El análisis de residuos se realizó utilizando la técnica de cromatografía líquida de ultra alta eficiencia con detector de masas doble (UHPLC-MS/MS). Este método permite identificar y cuantificar residuos químicos en productos agrícolas, garantizando que los niveles de plaguicidas presentes se mantengan dentro de los límites seguros. El uso de tecnologías analíticas avanzadas es fundamental para la evaluación de la inocuidad del tomate riñón y para asegurar que las prácticas agrícolas se alineen con las normativas de seguridad alimentaria (Argerich, 2020).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los análisis de residuos de plaguicidas realizados por Agrocalidad utilizando cromatografía líquida de ultra alta eficiencia con detector de masas doble (UHPLC-MS/MS), se encontraron los valores para los ingredientes activos en las muestras de tomate riñón que se muestran en la Tabla 1.

De las nueve muestras analizadas, siete de ellas mostraron presencia de plaguicidas y dos muestras no presentaron ninguna presencia o presencias mínimas, las cuales no han podido ser cuantificadas por la metodología aplicada. De los plaguicidas encontrados, aquellos con mayor presencia fueron considerados como los más relevantes (Figura 1).

Tabla 1. Resultados de plaguicidas encontrados en tomates riñón en el mercado local de La Maná

Código de muestra	Identificación de campo de la muestra	Residuos Académicos mg/kg (ppm)
CPA-23-1098	2336	ND
CPA-23-1099	2485	Cyprodinil: 0.049 Chlorpyrifos <LOQ Aoxystrobin <LOQ Cyprodinil: 0.043
CPA-23-1100	2486	Metalaxyl < LOQ Dimetomorph: <LOQ Spirodiclofen: 0.017
CPA-23-1095	2334	Propamocarb_ <LOQ Difenoconazole < LOQ Methamidophos: 0.011 Acetamiprid: 0.017
CPA-23-1096	2328	Thiamethoxam <LOQ Buprofezin: <LOQ Tebuconazole: 0.011 Benalaxyl <LOQ
CPA-23-1097	2327	Imidacloprid: 0.063 Dimethomorph <LOQ
CPA-24-007	523012407	Thiamethoxam <LR
CPA-24-008	523012411	Carbendazim: 0.014 Acetamiprid: 0.025
CPA-24-009	523012410	ND

*LOQ, límite de cuantificación

Los resultados obtenidos en el presente estudio son consistentes con investigaciones previas sobre la presencia de residuos de plaguicidas en productos agrícolas. En comparación con estudios similares, la presencia de plaguicidas como Imidacloprid (0.063 mg/kg), Cyprodinil (0.049 mg/kg), Acetamiprid (0.025 mg/kg), Tebuconazole (0.011 mg/kg), Spirodiclofen (0.017 mg/kg), y Carbendazim (0.014 mg/kg) en tomate riñón se encuentra dentro de los límites establecidos por el Codex Alimentarius y la Unión Europea, lo que sugiere un manejo adecuado de los agroquímicos en la zona de estudio. A pesar que Methamidophos (0.011 mg/kg) superó ligeramente los límites

permitidos, este no representaría ningún peligro para la salud pública.

Imidacloprid ha sido detectado en niveles similares en estudios realizados en otras zonas productoras de tomate, como en México, donde se ha registrado una concentración de hasta 0.087 mg/kg en algunas muestras, pero sin exceder los límites permitidos (Navarro, 2020). A nivel regional, en Perú, estudios de residuos de plaguicidas en tomates indicaron concentraciones de Carbendazim y Cyprodinil en valores similares a los aquí reportados, lo cual refuerza la idea de que los productores de la región están cumpliendo con las prácticas de uso seguro de plaguicidas (González, 2019).

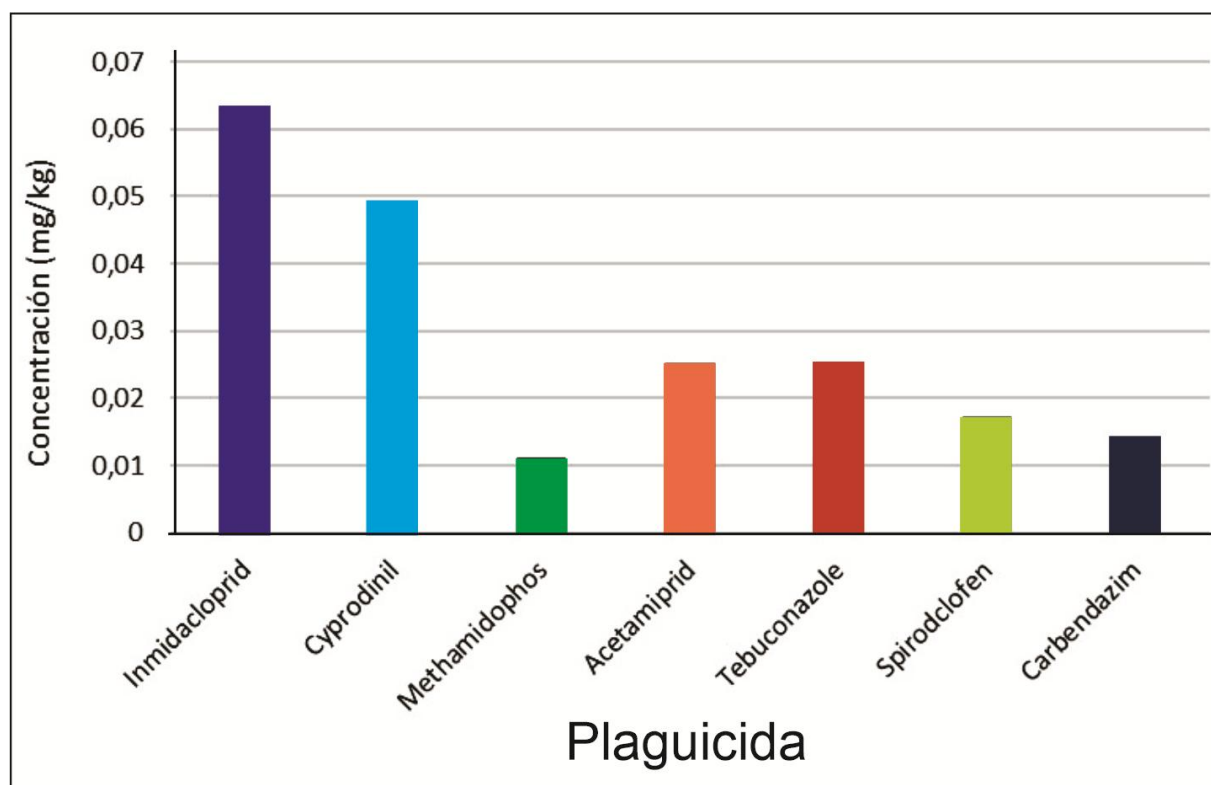


Figura 1. Concentración de plaguicidas considerados relevantes

En cuanto a la salud pública, el uso de plaguicidas en el tomate ha sido objeto de preocupación debido a los posibles efectos acumulativos en la población. Sin embargo, estudios de evaluación de riesgo realizados en otros países como España y Colombia han demostrado que, si bien existen residuos en productos agrícolas, estos se encuentran generalmente por debajo de los niveles considerados peligrosos para la salud humana cuando se respetan los LMR (López-Ordóñez, 2012). Por lo tanto, el cumplimiento de los LMR en este estudio asegura que los tomates comercializados en La Maná no presentan un riesgo significativo para los consumidores.

Es importante destacar que el análisis realizado mediante UHPLC-MS/MS es una técnica altamente sensible y específica, lo que permite la detección de residuos incluso en niveles muy bajos. Esta técnica ha sido empleada con éxito

en varios estudios internacionales para monitorear la presencia de residuos en frutas y hortalizas, lo que respalda la fiabilidad de los resultados obtenidos en este estudio. Otros métodos como la cromatografía de gases (GC) con espectrometría de masas también son efectivos, aunque la técnica UHPLC-MS/MS ofrece mayores ventajas en la detección de plaguicidas con características químicas complejas (Wang, 2017).

En un estudio llevado a cabo en Italia, se encontraron niveles más altos de Cyprodinil en tomates, alcanzando concentraciones de hasta 0.082 mg/kg, lo que resalta que en este estudio los niveles son considerablemente más bajos (Manzoni, 2018). Esto podría estar relacionado con la menor carga de plaguicidas en la región de Cotopaxi debido a prácticas agrícolas más sostenibles y climas menos propensos a plagas.

En términos de plaguicidas detectados por debajo del límite de cuantificación (<LOQ), se ha observado que en otras regiones de Ecuador, como Los Ríos, el uso de plaguicidas como Chlorpyrifos también presenta concentraciones mínimas en cultivos de tomate, lo cual concuerda con los resultados obtenidos, donde Chlorpyrifos fue detectado en niveles <LOQ (Ramírez, 2022). Finalmente, estos resultados dan tranquilidad a los consumidores de tomate; ya que no habría ningún riesgo por residuos de plaguicidas. Además sirve como información fundamental para la formulación de políticas públicas que promuevan una agricultura más segura y sostenible, garantizando la competitividad del tomate riñón ecuatoriano en el mercado global y la protección de la salud pública (Naranjo, 2016).

4. CONCLUSIONES

En los tomates riñón muestreados en el mercado de La Maná se encuentran los siguientes residuos de pesticidas: Imidacloprid, Cyprodinil, Acetamiprid, Tebuconazole, Spirodiclofen, y Carbendazim; los cuales se encuentran dentro de los Límites Máximos de Residuos establecidos por el Codex Alimentarius y la normativa de la Unión Europea. El Methamidophos mostró valores ligeramente superiores a los Límites Máximos de Residuos; pero este no representa un riesgo significativo para la salud. Estos resultados muestran que el consumo de tomates riñón en La Maná es segura; además son de mucha importancia para la implementación de políticas públicas en el control y manejo de posibles contaminaciones en otros productos.

Declaración de intereses

Ninguna.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Agrocalidad, a la Universidad Técnica de Cotopaxi y al proyecto formativo de la carrera de Agronomía "Estimación de Residuos de Plaguicidas en Tomate Riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Cantón La Maná" por el apoyo en el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- Agrocalidad. (2010). *Guía de procedimientos para la toma de muestras de productos agrícolas*. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador. <https://www.agrocalidad.gob.ec>
- Argerich, C. (2020). *Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de tomate*. Quito: ministerio de agricultura, ganaderia y pesca. <https://www.fao.org/4/i1746s/i1746s.pdf>
- Crissman, C. (2002). *Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador*. Carchi: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. <https://www.iniap.gob.ec>
- FAO. (2021). *La importancia del tomate en la seguridad alimentaria*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/cb1254es/cb1254es.pdf>
- González, A. (2019). *Niveles residuales de plaguicidas en tomate en la costa norte de Perú*. . Peru: Revista Peruana de Agroquímicos. <https://revistaagroquimicosperu.org/34.2.55>
- Guamán, R. (2019). *Evaluación bajo invernadero de fuentes de fertilización química y orgánica en*. Quito: Universidad Central del Ecuador. <https://repositorio.uce.edu.ec/1234/fertilizacion2019>
- Hidalgo, J. (2017). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6095/1/T2562-MRI-Hidalgo-La%20situacion.pdf>
- López-Ordóñez, D.V. (2012). *Determinación de residuos de plaguicidas en tomate riñón por cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC-MSD)*. . Quito: Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/4734>
- Manzoni, S. (2018). *Pesticide residues in tomatoes*. northern Italy: Journal of Food Safety. <https://doi.org/10.1111/jfs.12644>

- Naranjo, M. (2016). *La política agropecuaria ecuatoriana*. Quito: ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca. <https://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/01-06PPP2015-POLITICA01.pdf>
- Navarro, S.H. (2020). Plaguicidas en productos hortícolas en México. *Journal of Agricultural Research*. <https://doi.org/10.1111/jar.2020753>
- Ramírez, J.C. (2022). *Uso y manejo de plaguicidas en cultivos de tomate en la región de Los Ríos, Ecuador*. Los ríos Ecuador: Revista de Agroquímica y Salud Pública. <https://revistaagroquimicasalud.org/12.3.14>
- Ricaurte, Y. (2024). *Desarrollo de un sistema web y móvil para el control y monitoreo de actividades del cultivo del tomate y pimiento de un invernadero integrando un chatbot informativo*. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador. <https://repositorio.uagraria.edu.ec/1234/tomate-pimiento2024>
- Tolomeo, G. (2015). *consumo de tomate y riesgo de contaminación con residuos plaguicidas*. San Alberto Magno: Universidad Fasta Facultad de Cs Médicas. http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/1022/2/2015_N_018.pdf
- Vallejo, J. (2013). *Elaboración de un manual guía técnico práctico del cultivo de hortalizas de mayor importancia socio-económica de la región interandina*. Quito: Universidad Central del Ecuador. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/752862ed-3564-45c0-a15d-986d1b9c7819/content>
- Varela, A. (2018). *Estudio de la producción y comercialización del tomate riñón (lycopersicum esculentum) en el cantón pimampiro, de la provincia de imbabura*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8810/1/03%20AGN%20046%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Wang, Y.Z. (2017). *Determination of pesticide residues in fruits and vegetables using UHPLC-MS/MS*. Analytical Methods in Food Safety. <https://doi.org/10.1039/c6ay02674g>