

Diagnóstico del uso de agroquímicos y los posibles riesgos para la salud asociados al consumo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) cultivado en un municipio del oriente antioqueño durante el 2022

Julián Antonio Gallego Castro¹, José Miguel Salazar García¹, Juan Gabriel Salazar García¹,

Ana María Aristizábal Montoya²

Resumen

La producción del tomate (*Solanum Lycopersicum*) demanda un amplio uso de agroquímicos con los cuales se busca prevenir el ataque de plagas y enfermedades en las plantas a la que es susceptible, tanto en la agricultura a cielo abierto como en invernaderos se aplican estos insumos para la prevención y control. El municipio de el Peñol se destaca en la producción de tomate en el país, en este estudio participaron productores del programa +Campo +Sostenible de 4 veredas, para diagnosticar el uso de dichos productos y los posibles riesgos para la salud derivados de estas prácticas, mediante la aplicación de un cuestionario. Los resultados de la encuesta permitieron caracterizar sociodemográficamente los productores e identificar las prácticas llevadas a cabo con el uso de los agroquímicos, identificando que los pesticidas más usados son insecticidas y fungicidas, si bien estos insumos son aprobados por la autoridad competente, la normativa vigente de Límites Máximos de Residualidad (LMR) no contempla la mayoría de las moléculas, aunque los productores manifiestan respetar tiempos de retiro y dosificaciones, existe una alta probabilidad que se generen afectaciones tanto en lo ambiental, salud de los productores y consumidores, en estos últimos por la residualidad de moléculas potencialmente tóxicas. En contraste, la Unión Europea y en los Estados Unidos se

¹ Semillerista, estudiante de Nutrición y Dietética de la Universidad Católica de Oriente.

² Ingeniera de Alimentos, Magister en Innovación Alimentaria y Nutrición. Coordinadora del Semillero Alimentación y Nutrición Humana (A&NH), Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica de Oriente.

realizan constantes monitoreos de los usos y los LMR de los pesticidas, lo que implica un mayor control y capacitación a los productores.

Palabras clave: Agroquímicos, Cultivo de Tomate, Pesticidas.

Introducción

Desde hace un par de décadas, la producción agrícola ha necesitado del uso de agroquímicos, así como de otras tecnologías para mejorar y ser más eficientes en sus métodos de producción. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define los pesticidas como sustancias químicas o mezclas de estas, destinados a prevenir plagas, pestes, enfermedades o cualquier fuente que pueda causar daño a los productos agrícolas, así como mejorar y favorecer la producción, almacenamiento y transporte de los alimentos (FAO, 1990).

En Colombia el Ministerio de Agricultura es el encargado de regular estas prácticas y delegó en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) la competencia de autorizar y verificar que los productos empleados por los agricultores en la producción de alimentos cumplan con todos los requisitos normativos. En este sentido se reglamenta del uso y manejo de plaguicidas con el Decreto 1843 de 1991 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 1991), se establecen las disposiciones sobre la industria, comercio y aplicación de agroquímicos de uso agrícola en la Res. 3079 de 1995 (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 1995), la vigilancia de algunos productos agroquímicos e insumos agropecuarios en la Res. 00302 de 2006 (Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 2003)) con el reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos en las Res. 2906 de 2007 (Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 2003). Siendo fundamental que estos sean de conocimiento de los productores y distribuidores de estos insumos con el fin de garantizar el cumplimiento, adecuada utilización y manipulación, de manera que la producción de alimentos alcance los estándares de calidad e inocuidad necesarios para que sean aptos para el consumo humano.

Unas prácticas agrícolas inadecuadas en la aplicación de los pesticidas en la producción de alimentos pueden tener efectos adversos sobre la salud de quienes los manipulan o aplican, en el largo plazo con graves consecuencias e incluso la muerte, por ingerir, inhalar o estar en contacto con dichas sustancias (García Ríos et al., 2017). También generan un impacto ambiental negativo como la contaminación de suelos, fuentes hídricas, entre otros. Y puede tener un efecto negativo en la salud de quienes consumen los alimentos que tuvieron aplicación, ya que este tipo de sustancias generan bioacumulación en el organismo (Londoño et al., 2018, Li, 2022), y aunque se espera que los tomates cosechados no superen los Límites Máximos de Residualidad establecidos por el Ministerio De Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Ministerio de Salud y Protección Social, 2018 en la Res. 005897 de 2018, no existen controles suficientes que garanticen su cumplimiento.

La residualidad es un factor muy importante, que mide las cantidades máximas (mg/Kg) de pesticidas que un alimento puede contener sin que genere un riesgo en la salud, y esto depende del buen manejo de los insumos como la correcta aplicación/dosificación y los tiempos de retiro antes de las cosechas. De igual manera es relevante el nivel de toxicidad del agroquímico pues existe evidencia de relación entre algunos principios organoclorados con la prevalencia de hipotiroidismo (Londoño et al., 2018).

El tomate (*solanum lycopersicum*) es una planta de la familia de las solanáceas, originaria de América del sur y producida en todo el mundo, es ramificada y su tallo alto no posee la suficiente fuerza para sostenerse, por lo que en su cultivo requiere generarse un sostén, sus frutos son empleados en gran variedad de preparaciones, desde sopas hasta productos procesados a nivel industrial, convirtiéndolo en un insumo cotidiano en las cocinas del mundo, además es reconocido por el aporte de antioxidantes como el licopeno, vitaminas A y C, minerales como potasio, hierro y zinc, entre otros (Navarro-González & Periago, 2016, Cámara de Comercio de Bogotá CCB, 2015).

La producción y consumo del tomate tienen una importancia económica significativa, a nivel mundial los principales productores son China, India y Estados Unidos. En Colombia la producción la lideran los departamentos de Santander, Antioquia y Boyacá; la media de consumo per cápita en el país es de 9.5 Kg al año. Sin embargo, para lograr los altos niveles de producción el cultivo demanda un amplio uso de productos agronómicos, que buscan mejorar calidad y costos de producción. Diversos estudios han reportado la residualidad de pesticidas que no cuentan con regulación a nivel nacional (García Ríos et al., 2017)) y que además por percepción de los manipuladores, se desconoce el potencial riesgo que representa para la salud, superar los límites de residualidad en el producto final (Arias-Rodríguez, 2020)

Si bien la seguridad alimentaria y nutricional es un derecho fundamental con el cual se debe garantizar que los alimentos que llegan a las personas sean de calidad y permitan su óptimo desarrollo, esta debe velar por que las buenas prácticas agrícolas estén presentes en todo el proceso de producción, es de resaltar que en un país como Colombia la normativa existente es débil ante el panorama agrícola, razón por la cual los procesos productivos carecen de protocolos adecuados o no son de amplio conocimiento por los campesinos. Es por ello, que esta investigación pretende diagnosticar el uso de agroquímicos y sus posibles riesgos en la salud por el consumo del tomate (*Solanum Lycopersicum*) cultivado en un municipio del oriente antioqueño durante el 2022.

Metodología

Se realizó una investigación cuantitativa, descriptiva de tipo transversal con un muestreo a conveniencia donde participaron productores de tomate del Municipio del Peñol Antioquia de las veredas Palmira, Santa Inés, La Culebra y La Primavera; El tamaño de la muestra estuvo conformado por 11 productores pertenecientes al programa +Campo + Sostenible liderado por la ABT Provincia Aguas y Bosques. A este programa pertenecen 21 productores de tomate, de los cuales 10 no contestaron o no acudieron a la convocatoria para participar en el estudio.

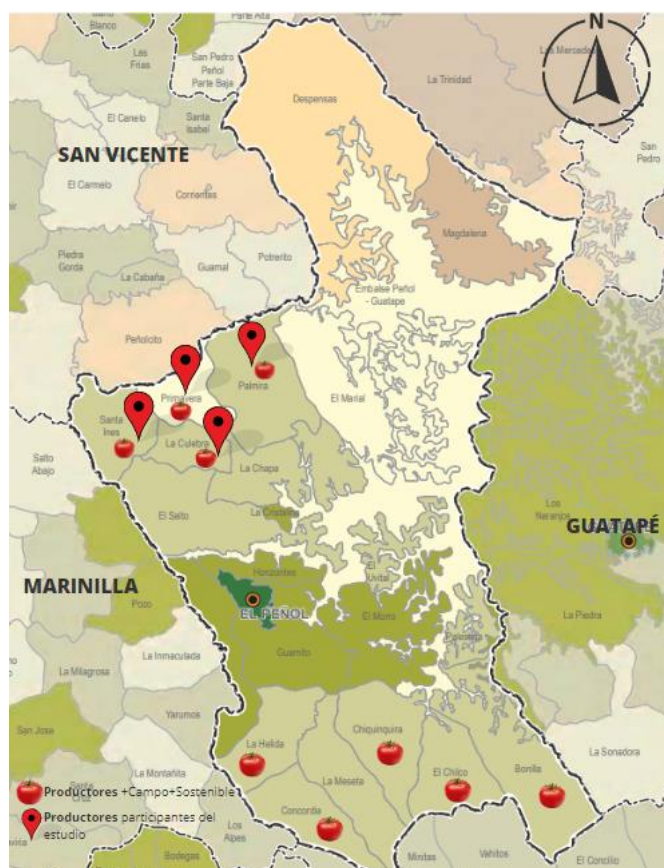


Figura 1. Ubicación de las fincas del estudio. Adaptado (Municipio de El Peñol, 2019)

En las fincas tomateras se realizó la encuesta teniendo en cuenta los siguientes criterios de selección; que su actividad principal fuera la producción de tomate y el nivel de producción mínimo de 2000 plantas por cosecha, bien sea de producción en invernadero y/o a cielo abierto; dichas fincas están ubicadas en el municipio del Municipio de el Peñol e identificadas por la Unidad Agropecuaria, las cuales fueron contactadas previamente vía telefónica y estuvieron de

acuerdo en participar; se realizó una visita hasta el predio donde se aplicó el instrumento diseñado para el estudio, previa explicación de la finalidad de la investigación y firma del consentimiento informado.

Tanto encuesta, instrumento y consentimiento informado fueron presentados al comité de ética para su aprobación, previa validación en un piloto con dos productores voluntarios de la zona. La información fue registrada de manera anónima y se codificó para identificar los predios estudiados (información que conocieron exclusivamente los investigadores).

El instrumento de evaluación y encuesta fueron diseñados en base a los preceptos éticos y la metodología empleada por Arévalo, Bacca y soto en 2014 en un estudio diagnóstico en cultivo de cebolla (Productoras et al., 2014), teniendo cuenta los productos empleados, los métodos y manera en que estos son aplicados, manipulados y almacenados; también se evaluaron los conocimientos de las personas, el nivel de capacitación que han recibido respecto a estos temas, así como asistencia técnica.

Para describir las características de los productores se tomaron datos personales como, sexo, edad, nivel educativo, estado civil, si es cabeza de familia, número de hijos. No se evaluó ninguna marca específica de productos agroquímicos, solo los principios activos (tipos de agroquímicos y su categoría), a los productores se les consultó sobre el conocimiento del manejo, tiempos de retiro, sus riesgos potenciales, entre otros.

Para el desarrollo del ejercicio, se hizo desplazamiento a las fincas previamente seleccionadas, donde se encuestaron las personas que hacen parte de la producción agrícola del tomate y que estaban registradas como trabajadores de dichas fincas.

La información recolectada en el formulario fue exportada a un archivo en Microsoft Excel® para realizar la tabulación y el análisis de los datos mediante el uso de la estadística descriptiva, con lo cual se permitió la presentación e interpretación de los resultados.

Resultados

Caracterización sociodemográfica y de producción de tomate en las fincas

Se recolectaron datos en 11 fincas participantes, con las cuales se elaboró el perfil sociodemográfico como se refleja en la Figura 2, destacando que la muestra estudiada mayoritariamente son hombres, con edades que oscilan entre los 30 y los 49 años el 73% de los encuestados, pertenecientes el estrato socioeconómico 2, los cuales están casados o en unión libre y tienen entre 1 y 3 hijos, el grado de escolaridad en el 82% es la primaria y la afiliación a la seguridad social es al régimen subsidiado el 82%.

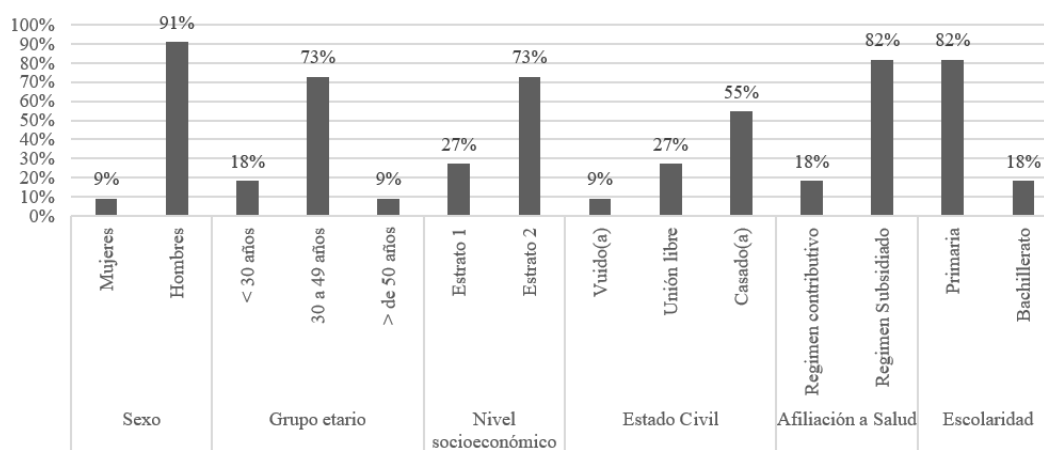


Figura 2. Perfil sociodemográfico de los productores participantes del estudio

Al consultar por las funciones desempeñadas en el cultivo por los participantes del estudio, se encontró que el 36.4% son trabajadores, el 18.2% son responsables del cultivo (administradores), mientras el 18.2% dicen no tener responsabilidades en el manejo de agroquímicos y el 63.6% son propietarios del cultivo. Respecto al tamaño de las fincas, el 36.4% tiene una extensión de más de 2 hectáreas, el 18.2% de 1 hectárea, el 27.3 % con áreas inferiores a 1 hectárea refiriendo que cultivan ente 2400 y 5000 plantas. El 72.7% de los encuestados refirió que cultiva otros productos además de tomate. Los cultivos son establecidos bajo el sistema de semitecho y bajo estas condiciones tienen entre 1 y 3 periodos de cosechas durante el año. La destinación de los tomates cosechados es del 54.5% para la comercialización en el mercado local, mientras el 27.3% lo hace para el mercado nacional.

Se indagó por los criterios para la elección de los productos agroquímicos empleados en el cultivo en la figura 3. Puede observarse que se basan principalmente en el prestigio del insumo (marca) que lo asocian con calidad y por el rendimiento en el uso, principalmente.

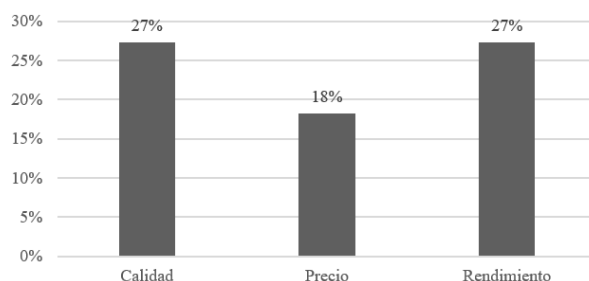


Figura 3. Criterios para la elección de los agroquímicos usados en el cultivo

Respecto a los procedimientos de uso y manipulación de productos agroquímicos en la Figura 4. Puede observarse que la mayoría de los encuestados de las fincas afirman que cuentan con bodega y protocolo para el almacenamiento, el 55% dicen recibir capacitación para la manipulación y aplicación los insumos por medio de los técnicos comerciales y/o profesionales que representan los fabricantes de los mismos, en el caso de la aplicación de los agroquímicos el 55% de los encuestados informan que solo una persona es la encargada de dicha actividad.

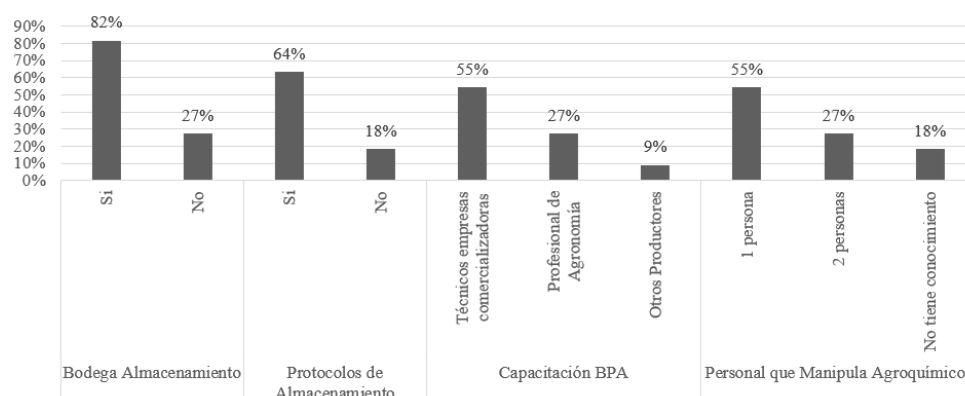


Figura 4. Procedimientos almacenamiento y manipulación de agroquímicos.

Al indagar con los participantes si conocen los riesgos potenciales derivados de la manipulación de productos agroquímicos, el 81.2% manifestó conocerlos. Respecto a la aplicación de este tipo de productos en el cultivo el 54.5% lo realizan de manera regular,

mientras que el 27.3% lo hace ocasionalmente. Respecto al uso de los elementos de protección personal en la manipulación de los agroquímicos como puede evidenciarse en la Figura 5, que el 36% de los encuestados hacen uso de los elementos de protección personal completos que incluye vestuario adecuado, botas, guantes, mascarilla y gafas.

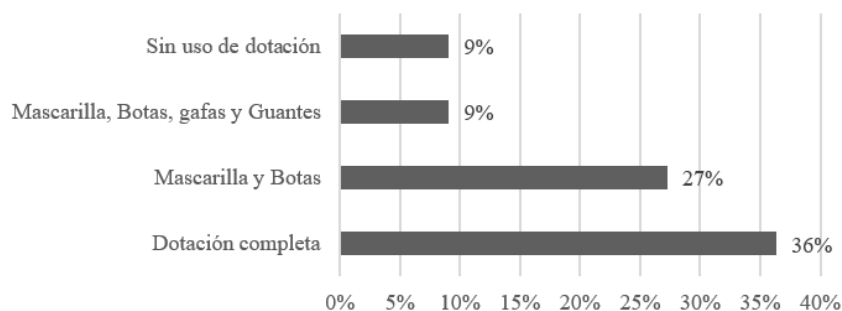


Figura 5. Uso de los elementos de protección personal en la manipulación de los agroquímicos

Respecto a los controles que se realizan en el cultivo para la dosificación, administración y rendimiento de los productos agroquímicos, el 72.7% de los encuestados refirió que lo hace por dosis aplicadas según la extensión del cultivo, mientras que el 9.1% lo hace por tiempo de duración del producto u orden de compra (rotación de inventario). De acuerdo con los encuestados los criterios por los cuales aplican los productos agroquímicos son las necesidades del cultivo (requerimientos como fertilización y prevención de enfermedades) y el clima, seguidas por las plagas y por último el llenado del fruto, en contraste, al indagar por los beneficios que ofrece la aplicación de los productos agroquímicos en el cultivo todos argumentaron el control de plagas e insectos para garantizar la calidad de la producción.

El 72.7% de los encuestados entiende el concepto de residualidad en los frutos posterior a la aplicación de los agroquímicos y coinciden en señalar los riesgos para la salud derivados del uso excesivo, así como de las afectaciones ocasionadas por las malas prácticas agrícolas, sobre el medio ambiente y el estado de salud de los productores.

De acuerdo con el listado de agroquímicos reportados por los encuestados para la producción de tomate se encontró que emplean 7 marcas comerciales de fertilizantes, 1 de bactericida, 16 de fungicidas, 2 de herbicidas y 18 de insecticidas. En la Figura 6, se muestra los pesticidas más usados, donde el fungicida Fitoraz es reportado en el 54.5%, seguido por el Daconil con el 36.4%, mientras que en la categoría de insecticidas el Exalt 60 es usado por el 27.3% de los productores.

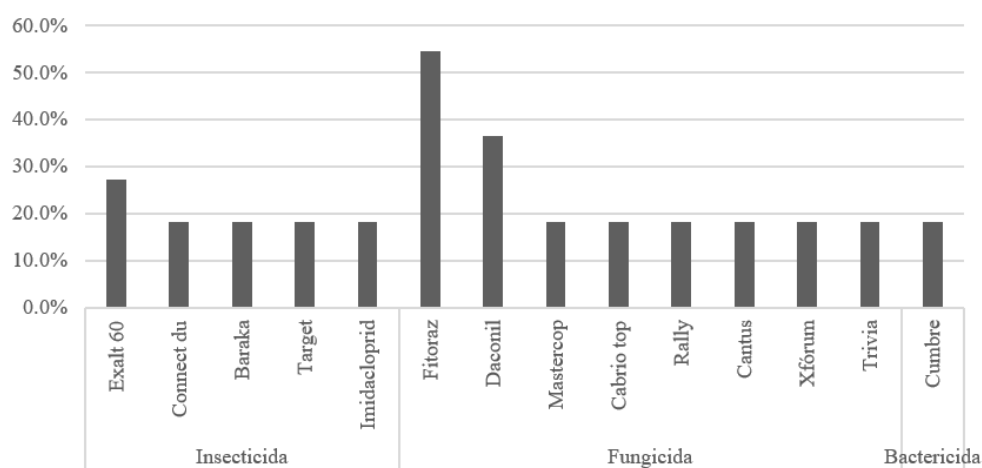


Figura 6. Pesticidas más usados por los productores de tomate

Una vez contrastado las marcas comerciales reportadas por los productores de los agroquímicos más usados, estos se consultaron para identificar los principios activos, la funcionalidad, de igual manera se revisó la normativa aplicable para determinar si se encontraban establecidos Límites Máximos de Residualidad (LMR), si estos contaban con autorización para el uso en tomate, entre otros. También se compararon los requisitos de mercados mundiales con la Unión Europea y los Estados Unidos de América como puede verse en la Tabla 1.

Finalmente se consultó a los participantes del estudio por el consumo de los tomates cultivados en la finca, de los cuales el 90.1 % dice consumirlos con frecuencia en la dieta. Teniendo como principal preparación las ensaladas, seguida por huevos, con el arroz (hogao) y por último en sopas.

Tabla 1. Reporte de los Límites Máximos de residualidad, Categorías toxicológica y usos de los pesticidas reportados con mayor uso en la producción de tomate.

Tipo de producto	Nombre comercial	Principio activo	Categoría Toxicológica	Uso reportado por ICA	LMR (mg/Kg). Res. 2907 de 2007	Base de datos US EPA (ppm)	Normativa UE (ppm)
Fungicida	Cantus	Boscalid	III	Tomate.	X	X	3
Fungicida	Rally	Myclobutanil	II	Arroz, frijol, cebolla bulbo	0.3	0.3	0.6
Fungicida	Cabrio top wg	Metiram + pyraclostrobin	III	Hortalizas y frutas	X	X	X
Insecticida	Exalt 60	Spinetoram	III	Aguacate, ají y tomate.	X	X	0.06
Fungicida	Trivia	Propineb + fluopicolide	III	Hortalizas	X	X	0.05
Insecticida	Connect du	Imidacloprid +beta cyfluthrin	II	Tomate y rosas.	0.5	X	0.3
insecticida	Baraka	Fipronil thiamethoxan	II	Arroz, pastos, papa, rosa	X	X	0.005
Fungicida	Fitoraz	Propineb cymoxanil	III	Tomate, papa y ajo	X	X	0.05
Insecticida	Target	Thiamethoxam lambdcihalotrina	III	Arroz, cebolla, frijol, papa, pastos, rosa, aguacate, palma de aceite	X	X	0.2
Insecticida	Imidacloprid	Imidacloprid	II	Rosas y tomate	0.5	X	0.3
Bactericida	Cumbre	Sulfato de gentamicina - clorhidrato de oxitetraciclina	III	Tomate	X	X	X
Fungicida	Xfórum	Dimetomorf	III	Papa y hortalizas	X	X	1
Fungicida	Daconil	Clorotalonil	II	Papa, tomate, cebolla, pepino, zanahoria	5	5	0.01
Fungicida	Mastercop	Sulfato de cobre pentahidratado	II	Aguacate, café, fresa, repollo y tomate.	X	X	X

Fuente: Fichas técnicas de los fabricantes, Reportes ICA, Normativa aplicable Colombia (Res. 2907 de 2007 LMR), USA (US EPA) y la Unión Europea (UE).

Donde:

Categoría toxicológica II= Altamente tóxico, **Categoría toxicológica III** = Moderadamente tóxico

X = no se establece LMR (Límite Máximo de Residualidad) en la regulación comparada.

***Los valores referenciados corresponden a los LMR establecidos en la regulación comparada (Res. 2907 de 2007 LMR), USA (US EPA) y la Unión Europea (UE).**

Discusión

Los datos sobre la información sociodemográfica de los productores de tomate (*solanum lycopersicum*) mostraron que la mayoría son hombres, con un rango promedio de edad de 45 años, pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1 y 2, generalmente pertenecen al sistema de salud subsidiado, con un nivel educativo de básica primaria, casados y con hijos; esto resulta relevante a la hora de escoger y aplicar productos agroquímicos, pues conocer los productos influye directamente sobre la elección de estos según Kafle et al., 2021, ya que el conocimiento está influenciado por las oportunidades educativas, las cuales está demostrado que en estratos bajos y en zonas rurales son de más difícil acceso para esta población.

En cuanto a las características productivas de las fincas, en mayor proporción tienen un tamaño promedio entre 1 y 2 hectáreas y solo unas cuantas superan esta extensión, para este estudio las fincas tenían como actividad principal la producción de tomate, pero solo unas pocas lo hacen de manera exclusiva, mayoritariamente de los productores trabajan en su propia finca y algunos de ellos lo hacen mediante la modalidad denominada “gasteo” la cual consiste en encontrar un socio que invierta los recursos económicos para la producción y ellos prestan la tierra y hacen el trabajo para luego repartir las ganancias; de igual manera la mayoría se encarga tanto de la planificación de las actividades como de la ejecución de estas; estos productores tienen esta actividad en gran medida por herencia o tradición, pues vienen de familias campesinas que toda la vida se han dedicado a producir alimentos y es eso lo que aprendieron a hacer, razón por la cual en la mayoría de los casos no hay una educación superior, pues no se considera necesaria para su actividad.

A la hora de elegir los productos a utilizar, los productores manifestaron que las principales motivaciones para hacerlo eran la calidad y rendimiento del producto, teniendo como principal asesor a las empresas comerciales antes que a profesionales u otras entidades, De acuerdo con Arias-Rodríguez, 2020 es fundamental que el productor reciba una adecuada asesoría para la elección de los insumos necesarios en el proceso agrícola del tomate. Y que

estos no estén influenciados por los intereses comerciales de los fabricantes y/o por la publicidad con la que se ofertan los productos a los campesinos.

En cuanto a los protocolos de manipulación y aplicación de los productos, se encontró que en gran proporción dicen contar con ellos, para el almacenamiento y preparación de los productos antes de la aplicación, así como un espacio acondicionado para el almacenamiento, sin embargo no todos utilizan los elementos de protección personal requeridos para manipular de manera segura estos productos, situación alarmante, ya que entender la necesidad de protegerse no evita la exposición y el alto riesgo que representa exponerse a diferentes productos (Jiménez Quintero et al., 2016, Ling et al., 2018, Rincón et al., 2018). Como se recopila en la Tabla 2. Para los principales pesticidas empleados en la producción de tomate es indispensable la protección y control en la aplicación por el potencial riesgo que suponen para la salud.

El método por el cual aplican los productos agroquímicos es en mayor medida es a través de dosis, los productores dicen tener clara las cantidades a emplear, en qué momento utilizarlos, etc. Y que sus procedimientos son asesorados principalmente por las marcas que comercializan los productos y en algunos casos por profesionales en el tema, y en menor medida también manifiestan apoyo de otros productores, la utilización de estos productos se ha convertido en un común denominador, haciéndolo indispensable en los diferentes procesos productivos, el hecho de que las asesorías las reciban de los representantes de las marcas comerciales de agroquímicos, deja un riesgo latente, por el interés en la comercialización de dichos productos y no del cumplimiento de estándares normativos y/o la disminución del uso de agroquímicos en la producción (Delgado-Zegarra et al., 2018), que los incita aumentar el uso y/o generar dependencia de la aplicación de estos agroquímicos para la producción de tomate (Jiménez Quintero et al., 2016).

No pueden desconocerse los beneficios de los agroquímicos para el campo y la producción masiva de alimentos, en la búsqueda de cumplir y satisfacer la necesidad de por la alta demanda en calidad y cantidad de la población cada vez mayor. A los productores promete brindarles estabilidad económica, al evitar daños masivos en las cosechas por proliferación o propagación de plagas, permitiendo cosechar y obtener productos que cumplan con una alta exigencia comercial (Tamaño, forma, color, apariencia etc.) (Avalos, 2009). Lo que ha generado una dependencia de los productores, y también una industria muy lucrativa en la producción de insumos, desafortunadamente la inocuidad y seguridad de los alimentos de ha dejado de lado, pese a existir regulación su aplicación y control no es el esperado.

El concepto de residualidad se define como la presencia de residuos de productos químicos en alimentos posterior a la aplicación y encontrados al momento del consumo, los participantes dicen entender el concepto, aunque reconocen que en ocasiones no se respetan los tiempos de retiro dadas las demandas de producto en el mercado, lo que podría significar un riesgo en la inocuidad del producto que se comercializa de manera local y nacional, de acuerdo con los reportes de Arias-Rodríguez, 2020, es alarmante la residualidad en tomate en Colombia y aunque no es del alcance de esta investigación, las prácticas agrícolas tienen incidencia en este aspecto.

Los pesticidas son productos utilizados para prevenir y controlar plagas, hongos y/o malezas, de igual manera se clasifican como fungicidas, herbicidas e insecticidas, además existen una gran variedad productos para estos fines, pero, aunque la mayoría está aprobada por el ICA, no existe una legislación por parte del ministerio de agricultura que este actualizado y abarque la gran cantidad de productos que existen en el mercado, este incremento descontrolado, genera para quienes utilizan estos productos que no tengan la certeza o el conocimiento necesario sobre los posibles efectos de manipularlos y aplicarlos, ya que algunos de estos productos contienen ingredientes activos que llevan en el mercado más de 30 años y

que no están regulados por el ICA, los cuales representan un riesgo para el medio ambiente y para la salud de las personas (Arias-Rodríguez, 2020); estas prácticas están arraigadas desde hace muchos años, pues los productos agroquímicos se han convertido en elemento indispensable en los procesos productivos agrícolas (Ortega et al., 2021), lo que confirma una exposición por parte de los consumidores finales a estos productos, pues la poca normativa y la dificultad para controlar los límites de residualidad considerados adecuados son difíciles de establecer, a esto se añade el riesgo que tienen los productores porque manipulan desde hace muchos años estos productos, que aunque tienen protocolos, y utilizan elementos de protección (aunque sean mínimos), la exposición crónica refiere un riesgo potencial de padecer sus efectos toxicológicos (Kafle et al., 2021). Estas elecciones pueden atribuirse al desconocimiento del riesgo y falta de comprensión sobre la responsabilidad que existe en la manipulación de estos productos (Kafle et al., 2021), pues la producción de alimentos es un eje fundamental en el desarrollo social de cualquier país.

La clasificación de principios activos muestra que en Colombia hace falta una actualización urgente, pues, aunque la mayoría de productos cuentan con la aprobación y regulación del ICA, no son incluidos en la Resolución 2906 de 2007 quedando sin un lineamiento para los límites de residualidad; Estados Unidos, aunque tiene mayor cobertura de productos también presenta algunos vacíos, es la Unión Europea el referente normativo más amplia al respecto. También se ha evidenciado que se comercializan agroquímicos sin registro y que son empleados en la producción de alimentos; situación preocupante ya que la exposición constante tanto de manipuladores como de consumidores, de acuerdo con la evidencia científica compilada en la Tabla 2, la mayoría de agroquímicos usados están relacionados con afectaciones de la salud, pudiendo variar desde síntomas como dolor de cabeza, náuseas, ardor en la piel, entre otros, hasta consecuencias por la exposición crónica a pesticidas que genera daños neurológicos principalmente en niños (Jiménez Quintero et al., 2016).

El uso de agroquímicos aunque tienen una efectividad comprobada para combatir y prevenir diferentes plagas, sus aplicaciones desmedidas y el aumento de la dependencia agrícolas de estos, lo convierte en un problema de salud pública (Arévalo C et al., 2014). Los principios activos de la mayoría de agroquímicos usados en la producción son los organofosforados y organoclorados, los cuales presentan un peligro para la salud humana y el medio ambiente (Ávila-orocho et al., 2017, Kafle et al., 2021, Möhring et al., 2021).

Tabla 2. Reporte de Riesgos para la Salud de los pesticidas más utilizados en la producción de tomate.

Producto	Marca	Principio activo	Cat. Toxicológica	Grupo Químico	Riesgos para la salud
Fungicida	Cantus	Boscalid	III	Carboxamida, anilida, clorado	Efectos reproductivos: abortos en conejos; efectos crónicos: toxicidad hepática y adenoma folicular de la glándula tiroidea en animales.
Fungicida	Rally	Myclobutanil	II	Conazol, clorado.	Efectos crónicos: inhibe la función tiroidea. Frases de riesgo UE: R22: Nocivo por ingestión. R36: Irrita los ojos. R63: Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
Fungicida	Cabrio top wg	Metiram + pyraclostrobin	III	Ditiocarbamato, estrobilurina clorado	Probable carcinógeno humano (EPA); disrupción endocrina: categoría 2; otros efectos crónicos: efectos tiroideos y similares a los producidos por el mancozeb - Toxicidad tóxica: capacidad irritativa: ocular negativo; dérmica positiva.
Fungicida	Trivia	Propineb + fluopicolide	III	Ditiocarbamato - carbamato	Genotoxicidad: positiva (aberraciones cromosómicas); Nocivo por inhalación. Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel. riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión. Neurotoxicidad: nivel 2 (colinérgica).
Insecticida	Connect du	Imidacloprid +beta cyfluthrin	II	Neonicotínico clorado - piretroide, clorado, fluorado	Mutagenicidad: positiva (débil); efectos crónicos: incremento en los niveles de colesterol en la sangre, afectación de la glándula tiroidea. Frases de riesgo UE: R22: Nocivo por ingestión. - efectos crónicos: inflamación renal y neuropatía reversible del nervio ciático.
insecticida	Baraka	Fipronil thiamethoxan	II	Fenilprazol, clorado, fluorado - nicotínico, clorado	Posible carcinogénico humano, dermatitis, nefropatía aguda - efecto en los testículos (pérdida de células germinales, desorganización y vacuolización de células de Sertoli) en los animales F1 de experimentación, daño tiroideo y amiloidosis.
Fungicida	Fitoraz	Propineb cymoxanil	III	Ditiocarbamato - carbamato	Genotoxicidad: positiva (aberraciones cromosómicas); Nocivo por inhalación. Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel. riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
Insecticida	Target	Thiamethoxam lambdihalotrina	III	nicotínico, clorado.	Efectos reproductivos: efecto en los testículos (pérdida de células germinales, desorganización y vacuolización de células de Sertoli) en los animales F1 de experimentación; efectos crónicos: daño tiroideo y amiloidosis.
Insecticida	Imidacloprid	Imidacloprid	II	Neonicotínico, clorado	Mutagenicidad: positiva (débil); efectos crónicos: incremento en los niveles de colesterol en la sangre, afectación de la glándula tiroidea.
Bactericida	Cumbre	Sulfato de gentamicina - clorhidrato de oxitetraciclina	III	Antibiótico: aminoglicosido.	Neurotoxicidad: positiva; teratogenicidad: positiva (daño del nervio auditivo y vestibular); efectos crónicos: es nefrotóxico, ototóxico y provoca bloqueo neuromuscular.
Fungicida	Xfórum	Dimetomorf	III	Morfolina, clorado.	Clasificación: U. No peligro agudo (OMS); III. Ligeramente tóxico (EPA). Síndrome tóxico por derivados de la morfolina. Toxicidad tóxica: capacidad irritativa: ocular positivo; dérmica positiva.
Fungicida	Daconil	Clortalonil	II	Benzonitrilo, clorado.	Carcinogenicidad: 2B. Posible carcinógeno en humanos (IARC); B2. Probable carcinógeno humano (EPA); genotoxicidad: positiva (aberraciones cromosómicas); otros efectos crónicos: cambios en el volumen renal, así como edema de párpados superiores, eritema diacrónico, fotosensibilidad y fotoalergia.
Fungicida	Mastercop	Sulfato de cobre pentahidratado	II	Inorgánico, cúprico.	Moderadamente peligroso (OMS). Acción tóxica y síntomas: síndrome tóxico por compuestos cúpricos.

Adaptado del Manual de plaguicidas de Centroamérica (Universidad Nacional de Costa Rica, 2022).

Conclusiones

El uso de insumos agroquímicos en la producción agrícola en Colombia y en particular en el cultivo de tomate se ha convertido en una necesidad imperiosa para garantizar el abastecimiento y calidad del producto en el mercado, dicha labor es desempeñada por los campesinos, quienes requieren el compromiso del estado, la industria y la academia de manera que tengan las herramientas adecuadas para el control del uso, las aplicaciones y capacitación que permitan que a la mesa del consumidor llegue un producto con calidad nutricional e inocuidad, donde el productor no ponga en riesgo su salud y la de su familia, y que las afectaciones en el medio ambiente sean mitigadas.

De acuerdo con reportes de otras investigaciones en el país, respecto a las prácticas en el uso de agroquímicos y la residualidad en tomate se ha encontrado que los Límites Máximos de Residualidad (LMR) son superados (Ávila-orozco et al., 2017), debido al uso desmedido y falta de cumplimiento en los tiempos de retiro, lo que constituye un peligro latente y deja en evidencia la falta de control y vacío normativo existente, evidenciándose que este fenómeno ocurre de igual manera en la zona de producción objeto de estudio, lo que amerita una especial atención ya que dicha problemática tiene amplias implicaciones sobre la salud pública.

La falta de actualización y escasa regulación para el uso de agroquímicos y el establecimiento de los Límites Máximos de Residualidad (LMR), conlleva a un desconocimiento sobre los posibles daños en la salud y el medio ambiente tanto para quienes los aplican como para quienes consumen los productos; además del bajo nivel educativo de los productores, se suma el interés de los fabricantes de agroquímicos que priorizan la comercialización e incentivan la dependencia a estos, lo que puede generar prácticas agrícolas inadecuadas incrementando los riesgos para la salud humana.

Recomendaciones

Este proceso investigativo fue solo una línea base para el desarrollo de futuros proyectos, en las que deben hacer otras indagaciones y/o plantearse otras estrategias para lograr una sensibilización con los productores respecto al riesgo potencial en la salud que representan los agroquímicos.

Es necesario llevar los hallazgos que sean de interés para la comunidad o las organizaciones para establecer las alternativas para el asesoramiento, capacitación a los agricultores, por parte de la alcaldías y entes más cercanos, no solo sobre el manejo de agroquímicos, generando conciencia, compartiendo esos apartados en letra chica que no se cuenta por parte de los vendedores, sobre daños a fuentes hídricas, alteraciones de pH del suelo, los riesgos de sobrepasar cantidades recomendadas y consecuencias bastante graves e irreparables a la salud tanto ahora como en un futuro por sufrir enfermedades causadas por estos productos ya sea por consumo o exposición constante a estos productos, no solo de quien aplica y cultiva el producto o al consumidor que es el receptor final del mismo, sino también a generaciones futuras que también pueden sufrir posibles alteraciones genéticas mediada por estos productos agrícolas.

Buscar generar la disminución del uso de agroquímicos en los cultivos, creando estrategias que permitan disminuir la exagerada oferta de variedad de estos productos, por medio de estudios, análisis y ensayos por parte de los programas municipales enfocados en los agricultores, para se pueda caracterizar productos agroquímicos, de menor daño para la salud, calidad y a un menor costo, dependiendo de las necesidades independiente de cada productor o cada cultivo, tratando de disminuir el uso exagerado actual de este producto en las fincas de nuestros municipios.

Agradecimiento

Un agradecimiento muy especial a los participantes del estudio por recibirnos en sus fincas y permitirnos conocer sus procesos (miembros del programa +Campo + Sostenible, de ABT Provincia) del Municipio de El peñol. A los funcionarios de la Unidad Agropecuaria del Municipio por la disposición y acompañamiento.

Referencias bibliográficas

- Arévalo C, A., Bacca, T., & Soto G, A. (2014). *Diagnóstico del uso y manejo de plaguicidas en fincas productoras de cebolla junca (Allium fistulosum) en el municipio de Pasto*. 38, 132–145.
- Arias-Rodríguez, L. A. (2020). *Evaluación agroecológica del uso y destino ambiental de plaguicidas en sistemas de producción de tomate de Boyacá y Santander en Colombia*. 148.
- Avalos, C. (2009). El polémico uso de agroquímicos. *Revista Generación Ecología*, 134, 10–15. <http://www.generacion.com/secciones/biodiversidad/pdfs/Generacion-Edicion-134-biodiversidad-876.pdf>
- Ávila-orozco, F. D., León-gallón, L. M., Pinzón-fandiño, M. I., Londoño-orozco, A., & Gutiérrez-cifuentes, J. A. (2017). *Residualidad de fitosanitarios en tomate y uchuva cultivados en Quindío (Colombia) Phytosanitary residuality in tomato and cape gooseberry grown in Quindío (Colombia)*. 18(3), 571–582.
- Cámara de Comercio de Bogotá CCB. (2015). Manual Tomate. *Programa De Apoyo Agrícola Y Agroindustrial Vicepresidencia De Fortalecimiento Empresarial Cámara De Comercio De Bogotá*, 1–56. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14307/Tomate.pdf?s>
- Delgado-Zegarra, J., Alvarez-Risco, A., & Yáñez, J. A. (2018). Indiscriminate use of pesticides and lack of sanitary control in the domestic market in Peru. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, 42, 1–6. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.3>
- FAO. (1990). *Qué son los plaguicidas*.
- García Ríos, A., Rodríguez Vida, C. C., Restrepo Montes, E., & Sánchez López, A. (2017). Residuos de plaguicidas en tomate (*Solanum lycopersicum*) comercializado en Armenia,

- Colombia. *Revista Vitae*, 2(2), 68–79. [https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n2\(2\)a08](https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n2(2)a08)
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (1995). *Resolución 3079 de 1995. Por la cual se dictan disposiciones sobre la industria, comercio y aplicación de bioinsumos y productos afines, de abonos o fertilizantes, enmiendas, acondicionadores del suelo y productos afines; plaguicidas químicos, reguladores.*
http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion-3079-de-1995.pdf
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2003). *RESOLUCIÓN No. 00150 de 2003. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia.* 1–18.
- Jiménez Quintero, C. A., Pantoja Estrada, A. H., & Leonel, H. F. (2016). Riesgos en la salud de agricultores por uso y manejo de plaguicidas, microcuenca “La Pila.” *Universidad y Salud*, 18(3), 417. <https://doi.org/10.22267/rus.161803.48>
- Kafle, S., Vaidya, A., Pradhan, B., Jørs, E., & Onta, S. (2021). *Factors Associated with Practice of Chemical Pesticide Use and Acute Poisoning Experienced by Farmers in Chitwan.*
- Li, Z. (2022). Ecotoxicology and Environmental Safety Prioritizing agricultural pesticides to protect human health : A multi-level strategy combining life cycle impact and risk assessments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 242(July), 113869.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113869>
- Ling, H., Garthwaite, D. G., Ramwell, C. T., & Brown, C. D. (2018). Science of the Total Environment Assessment of exposure of professional agricultural operators to pesticides. *Science of the Total Environment*, 619–620, 874–882.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.127>
- Londoño, Á. L., Restrepo, B., Sánchez, J. F., García-Ríos, A., Bayona, A., & Landázuri, P.

- (2018). Pesticides and hypothyroidism in farmers of plantain and coffee growing areas in Quindío, Colombia. *Revista de Salud Publica*, 20(2), 215–220.
<https://doi.org/10.15446/rsap.v20n2.57694>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (1991). *Decreto 1843 de 1991. Por el cual se reaglamentan parcialmente los títulos III, V, VI, VII, y XI de la ley 9 de 1979 sobre el uso y manejo de plaguicidas*. (Vol. 53, Issue 9).
- Ministerio De Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), & Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud). (2018). *Resolución 005897 de 2018. Por la cual se determina la permanencia del reglamento técnico que regula los Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas -LMR- en alimentos para el consumo humano y piensos o forrajes*.
- Möhring, N., Kudsk, P., Jørgensen, L. N., Ørum, J. E., & Finger, R. (2021). An R package to calculate potential environmental and human health risks from pesticide applications using the ‘Pesticide Load’ indicator applied in Denmark. *Computers and Electronics in Agriculture*, 191(June), 0–2. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106498>
- Municipio de El Peñol. (2019). *Diagnóstico Esquema de Ordenamiento territorial*.
- Navarro-González, I., & Periago, M. J. (2016). El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional? Is tomato a healthy and/or functional food? *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 20(4), 323–335. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.4.208>
- Ortega, V. M., María, Y., Fuentes, O., & Cerna Chávez, E. (2021). *Adaptation of spectrophotometric technique for detection of pesticide residues in soil an water samples* (Vol. 46, Issue 4).
- Productoras, F., Junca, D. E. C., & G, A. S. (2014). *Diagnóstico del uso y manejo de plaguicidas en fincas productoras de cebolla junca*. 38, 132–145.
- Rincón, V. J., Páez, F. C., & Sánchez-hermosilla, J. (2018). Science of the Total Environment Potential dermal exposure to operators applying pesticide on greenhouse crops using

low-cost equipment. *Science of the Total Environment*, 630, 1181–1187.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.235>