

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Determinación de la concentración de agroquímicos en
productos hortícolas en la Localidad de Carapongo-Lima-
Perú-2020**

Por:

Valeria Sofia Aguilar Calizaya

Jhoyse Heredia Araujo

Asesor:

Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez

Lima, julio de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: *“Determinación de la concentración de agroquímicos en productos hortícolas en la Localidad de Carapongo-Lima-Perú-2020.”* constituye la memoria que presenta las estudiantes **Valeria Sofia Aguilar Calizaya y Jhoyse Heredia Araujo** para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, a los 20 días de agosto del año 2020.



Mg. Iliana del Carmen Gutierrez Rodriguez
(Asesor)

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....30..... día(s) del mes de.....julio..... del año ..2020.. siendo las.... 15:50....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):
..... Lic. Gina Marita Tito Tolentino....., el(la) secretario(a):
..... Ing. Erick Jose Quispe Mamani..... y los demás miembros:
..... Mg. Luis Alberto Palacios Choque, Mg. Santiago Ramirez Lopez.....
.....y el(la) asesor(a) Mg. Iliana Del Carmen Gutierrez Rodríguez.....
.....con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: Determinación de la concentración de agroquímicos en productos hortícolas en la localidad de Carapongo Lima-Perú-2020.....

.....de los (las) egresados (as): a) Valeria Sofia Aguilar Calizaya.....
.....b) Jhoyse Heredia Araujo.....
.....conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en
.....Ingeniería Ambiental.....
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando.....a las..... candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por.....las..... candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Valeria Sofia Aguilar Calizaya.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	15	B-	Bueno	Muy Bueno

Candidato/a (b): Jhoyse Heredia Araujo.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	15	B-	Bueno	Muy Bueno

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó.....a las..... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

Determinación de la concentración de agroquímicos en productos hortícolas en la Localidad de Carapongo-Lima-Perú-2020

DETERMINATION OF THE CONCENTRATION OF AGROCHEMICALS IN HORTICULTURAL PRODUCTS IN THE TOWN OF CARAPONGO-LIMA-PERU-2020

Aguilar Calizaya, Valeria Sofia¹, Heredia Araujo, Jhoysé²

***Universidad Peruana Unión (UPeU) Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Carretera Central Km.19.5 Ñaña-Chosica*

Resumen

El objetivo de esta investigación es que a través de una revisión de estudios se analice los métodos para la determinación de la concentración de agroquímicos en hortalizas. Los agroquímicos en la etapa de fumigación, son aplicados a las hortalizas para el control de vectores, un manejo no controlado incide directamente en la adsorción de muchos de estos compuestos químicos en los productos sembrados, los cuales pueden sobrepasar el límite máximo permitido de plaguicidas en productos hortícolas. También se presenta diferentes estudios, muestreos, métodos de análisis para obtener la concentración en las hortalizas que giran en torno a los límites máximos permisibles aptos para los productos hortícolas. Para concluir, la evaluación de los trabajos examinados determina que un manejo no controlado de las dosis de fumigación en las hortalizas, aumentan probabilísticamente la concentración en éstas.

Palabras Claves: Hortalizas, agroquímicos, concentración, límites máximos permisibles.

Abstract

The article aims to present a diagnostic review of studies to determine the concentration of agrochemicals in vegetables, which are grown more in the town of Carapongo. Agrochemicals in the fumigation stage are applied to vegetables for vector control, uncontrolled management directly affects the adsorption of many of these chemical compounds in the sown products, which may exceed the maximum permitted limit of pesticides in horticultural products. It also presents different studies, sampling, analysis methods to obtain the concentration in vegetables that revolve around the maximum permissible limits suitable for horticultural products. To conclude, the evaluation of the works examined determines that an uncontrolled management of the doses of fumigation in vegetables, probabilistically increases their concentration.

Key Words: Vegetables, agrochemicals, concentration, maximum permissible limits.

1. Introducción

Desde años anteriores el sector agrícola viene utilizando diferentes agroquímicos en sus campos, esto con la intención de acelerar la producción de semillas (hortalizas, granos, tubérculos, raíces frutales, etc.), controlar y evitar la propagación de vectores (insectos, virus, hongos, plagas, bacterias, nematodos). Sin embargo, estos albergan diferentes compuestos químicos, siendo que muchos de ellos son contaminantes y pueden causar deterioro y/o erosión de los suelos, acumulación excesiva de sales, abuso de nacimiento de agua y por último la limitación de diversidad genética, trayendo como consecuencia la adsorción de muchos de estos contaminantes en los productos sembrados y con ella las inferencias a largo plazo en la salud de las personas que las consumen (Heredia & Valeria, 2020).

El uso de agroquímicos tiene origen en el siglo XIX (Pacheco & Barbona, 2017). Los primeros productos químicos que se usaron fueron compuestos a base de azufre, cal, arsénico y fósforo, ya para el siglo XX su uso aumentó significativamente relacionándose así con muchos cambios en el cultivo y producción (Pacheco & Barbona, 2017). Los primeros agroquímicos utilizados fueron los plaguicidas, dentro de ellos los organoclorados (DDT), datan de la década del '40, los organofosforados (parathion, malathion) y carbamatos (aldicarb, carbofuram), de la década del '50 (Pina, 2012). En los últimos años se ha percibido mayor importancia aún, con la aparición en el mercado de semillas transgénicas en cultivos como la soja, maíz y algodón entre otros (Pina, 2012).

Pérez et al., (2009) menciona que los agroquímicos del grupo de plaguicidas (organofosforados) han resultado ser muy eficientes y económicos en el control de plagas, sin embargo, pese a que son menos persistentes en el ambiente, no dejan de representar un riesgo para la salud humana y para el deterioro de los ecosistemas, sobre todo si no se manejan de manera adecuada, sus concentraciones en los productos hortícolas serán más elevados.

Según (Olguín & Magadán, 2004) indican que entre las metodologías aplicadas para la medición de concentración se encuentra la Cromatografía de gases, usada para resolver muestras complejas de separación y determinación de los químicos presentes en una mezcla y en qué concentración se encuentra, y el método QUECHERS empleado para el análisis de multiresiduos en diferentes matrices, siendo éstos los más recomendados por su bajo costo y efectividad. Fuentes et al., (2013) indica sobre los agentes de carácter químicos tóxicos, aplicándose en seguida en otros tratamientos no solo de algunas hortalizas, sino de varias como el nabo, albahaca, huacatay, entre otros.

El objetivo de esta investigación es que a través de una revisión de estudios se analice los métodos para la determinación de la concentración de agroquímicos en hortalizas.

2. Productos hortícolas cultivados

Belasteguí, (2012) menciona que según la Organización de las Naciones Unidas y Alimentos (FAO) las hortalizas son plantas anuales cultivadas en campo o huerta a un ambiente libre y en cobertizos, empleadas casi únicamente como alimento; se incorpora en este conjunto a aquellas plantas hortícolas encasilladas en el grupo de los cereales y en el de leguminosas. Verduras como la betarraga, zanahoria, ajo, tomate espárrago, apio y brócoli se engloban dentro de las hortalizas puesto a que sus partes (raíces, tallo, hojas, bulbos) sirven de alimentos, casi todas estas verduras hortícolas poseen un pequeño porcentaje en grasa y calorías, así mismo, son fuente de vitaminas, minerales y fibra de hidratos de carbono.

2.1. Cultivo del Apio (*Apium graveolens*)

El apio pertenece a la familia de las Umbelíferas que abarca alrededor de 250 géneros y más de 2500 especies (Sanchez, 2017). Planta muy tolerante a diversos climas y su desarrollo es satisfactorio en todas las zonas costeras de Europa, América y Asia debido a que necesita una constante y elevada humedad para su desarrollo. Su época de siembra se encuentra en verano y otoño; cuenta con un ciclo de vida bianual, con una sola cosecha por campaña. Sus principales zonas de cultivo en el país son Lima (Rímac y Chillón), Tarma, Huaral-Chancay y Cañete (Díaz, 2019).

Esta hortaliza aqueja de algunas plagas durante su etapa de siembra; siendo los más frecuentes, los pulgones, mosca minadora, mosquilla de los brotes, gusanos de tierra y nematodos. Mientras que en las principales enfermedades está la chupadera, mancha de la hoja y pudrición blanca y blanda (Díaz, 2019). Los rendimientos para este cultivo en Lima y Lima Metropolitana alcanzaron las 21.264 toneladas de producción (principalmente el valle Chillón), siendo todas para abastecer el mercado nacional. La Tabla N° 1 nombra algunos agroquímicos más usados en el cultivo de apio en Perú.

Tabla 1. Tipos de agroquímicos más usados en el cultivo de apio y betarraga-Perú (Salazar, 2018).

Tipo de agroquímico	Uso
Tamarón, monitor o metamidofos (plaguicida)	Insectos, masticadores y chupadores
Carburan (plaguicida)	Insectos y nematodos
Caporal, Sherpa 25 EC (insecticida)	Pulgones, orugas, moscas blancas, psyllas y escarabajos
Ciperklin Hipermetría (insecticida)	Mosca minadora, gusano rosado, gusano ejército
Antracol o Ditiocarbamato (Fungicida)	Insectos
Malathion (insecticida)	Lepidópteros, ortópteros, tisanopteros, homópteros, coleópteros, hemípteros y dípteros
Parathion (acaricida)	Plagas y pestes
Aldrin y dieldrin (pesticidas)	Mosca blanca, etc.
Furadan (Nematicida)	-
Carbofurano (pesticida)	insectos
Azodan (organofosforado)	-
Tifon (insecticida)	insectos
Lannafe (insecticida)	insectos
Eptam (herbicida)	Gramíneas, juncias, malezas



Figure 1. Cultivo de Apio (Tradecorp, 2017)

2.2. Cultivo de betarraga (*Beta Vulgaris*)

(Heredia & Valeria, 2020) mencionan que el cultivo de betarraga en el Perú se ha ido acrecentando en los últimos años es por ello que su sistema de crecimiento también necesitara del uso de plaguicidas para su buena producción. (Diestra & Rios, 2017) mencionan que requerimiento de los agroquímicos N, P, K para el cultivo de betarraga es:

- a) Nitrógeno: Dosis total 100kg/ha
- b) Fosforo: Dosis total 80kg/ha

La betarraga es una de las tantas hortalizas que son afectadas por plagas y enfermedades, ésta hortaliza en especial es atacada por la “cercosporiosis” la cual es la más destructiva del mundo, causando daños considerables (pérdida de masa foliar y disminución de riqueza sacárica) (Cervantes, 2017).

MINSA., (2016) el estado peruano cuenta con límites máximos de residuos de plaguicidas de uso agrícola, con Resolución Ministerial N.º 1006-2016/MINSA, donde se clasifica los alimentos de consumo humano a través de matriz vegetal o alimentos, según la siguiente tabla:

Tabla 2. Clasificación de alimentos de consumo humano (MINSA, 2016)

Clasificación	Alimento o matriz vegetal
Hortalizas de raíces y tubérculos	Nabo (<i>Brassica rapa</i>) papa (<i>Solanum tuberosum</i>) betarraga (<i>Beta Vulgaris</i>)
Hortalizas de tallo	alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>) espárrago (<i>Asparaqus officinalis</i>) albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>) apio (<i>Apium Graveolens</i>)

3. Uso de plaguicidas en el Perú

(Escalon, 2017) indica que el registro y control de plaguicidas agrícolas está a cargo de SENASA, también es el encargado de la fiscalización post-registro que se efectúa sobre los mismos. Los plaguicidas químicos de uso agrícola representan el 95.5% de las importaciones, mientras tanto los plaguicidas biológicos de uso agrícola corresponden al 4.5%; sin embargo, en los últimos años se ha ido intensificando, y en la actualidad se usan con frecuencia ya que son económicamente factibles de adquirir y porque controlan de prisa las plagas debido a su grado de toxicidad, inhibiendo peligrosidad al medio ambiente y seres humanos. A continuación, se muestra la Tabla N° 3 la cual explica los grupos químicos de plaguicidas más peligrosos.

Tabla 3. Grupos químicos de los plaguicidas (Campoverde, 2017)

Grupo Químico
Organoclorados
Organofosforados
Carbamatos
Tiocarbamatos
Derivados biperidilos
Derivados de triazinas
Derivados del ácido
Fenoxiacético
Derivados clorotrofenólicos

4. Clasificación de los compuestos organofosforados

Los organofosforados son sustancias orgánicas de síntesis, formadas por un átomo de fósforo unido a 4 de oxígeno o en algunas sustancias a 3 de oxígeno y uno de azufre. Tiene como características esenciales su alta toxicidad, su baja estabilidad química y su nula acumulación en los tejidos, la cual lo sitúa en ventaja con respecto a los organoclorados de baja degradabilidad y gran bioacumulación (Diaz, 2019). La tabla N° 4 nos brinda algunos datos generales de los agroquímicos organofosforados detallándolos.

Tabla 4. Datos Generales de Organofosforados (Milla & Palomino, 2002)

Datos Generales de Organofosforados	
Nombre Comercial	Dursban, Lorsban4E, Paladín, Pyrifos 48EC.
Toxicidad	DL50 oral aguda: 135 – 163mg/Kg. Categoría II – Moderadamente tóxico.
Usos	Posee una marcada acción de profundidad siendo activo contra insectos minadores y áfidos, larvas de insectos masticadores, cochinillas, barrenadores En la formulación de polvo seco se adhiere a la materia orgánica y arcilla presentando buena persistencia y residualidad y pérdidas mínimas por lixiviación (Milla & Palomino, 2002)

Los compuestos organofosforados pueden ser clasificados como:

a) No sistémicos de contacto

Para que estos puedan ser efectivos deben ser estables en condiciones del medio ambiente y absorbidos por los tejidos de los insectos que rodean la cutícula, recubren el canal sustancioso adyacente para luego ser llevados intactos hacia el sitio de acción de los tejidos susceptibles (Milla & Palomino, 2002).

Como un ampliamente utilizado se tiene el Clorpirifos causante de síntomas tardíos que empiezan de 1 a 4 semanas después de una exposición aguda que puede o no haber producido los síntomas inmediatos como el entumecimiento, hormigueo, debilidad y calambres que puedan aparecer en los miembros inferiores y pueden progresar a una incoordinación y parálisis. La mejora puede ocurrir durante meses o años y en algunos casos el deterioro residual permanecerá (Karen, Lizardo & Teofilo, 2009).

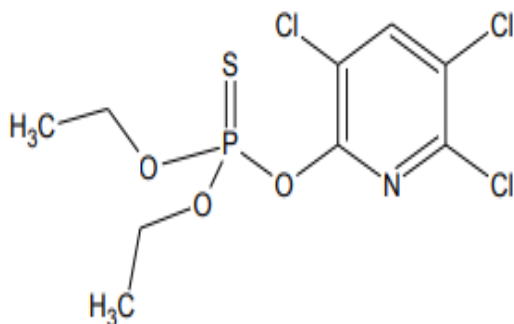


Figure 2. Molécula de clorpirifos

b) organofosforados sistémicos

Estos compuestos habitualmente son transformados en proporciones cuantiosas dentro del organismo, por ende, este producto de descomposición ya sea menos toxico o metabólicos, también tienen propiedades insecticidas y acaricidas.

Un ejemplo considerablemente utilizado es el Metamidofos conocido comercialmente como Tamaron 600 SL, Monitor 600, Stermin, Rondero, con un nivel de toxicidad de DL50 oral aguda: 35 – 44mg/Kg. Categoría Ia -Muy tóxico (Karen, Lizardo & Teofilo, 2009).

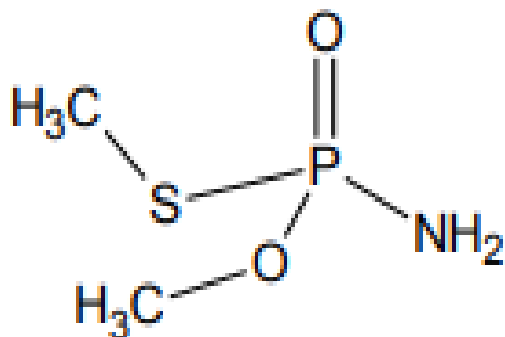


Figure 3. Molécula de metamidofos

5. Absorción de plaguicidas

La tenacidad de un plaguicida determinará su potencial contaminante, siendo mayor a mayor persistencia, y en una planta dependerá de la acción de diversos factores, como son el crecimiento vegetal, causas mecánicas y físicas y la degradación química, que van a influir en la disminución progresiva de los residuos (Jorge & Antonio, 2018).

El crecimiento vegetal se basa en que el aumento de peso de la planta hace que disminuya proporcionalmente la cantidad de residuos, que vienen expresados como miligramos de plaguicida por kilogramo de vegetal (ppm) (Jorge & Antonio, 2018).

Pascua & Romero.,(2015) menciona que cuando las plantas son tolerantes a plaguicidas organoclorados se traslocan de las raíces a las hojas a través del xilema, la lesión de la planta se reduce al mínimo debido una combinación de los siguientes:

- a) Dilución de los plaguicidas en la corriente de transpiración y por lo tanto la disminución de la toxicidad.
- b) La pérdida de pesticidas de flujo de transpiración a través de tallos y hojas por difusión;
- c) La Unión de los plaguicidas de la corriente de transpiración de componentes de la planta como residuos ligados.
- d) La colocación de los plaguicidas en o cerca de sitios reactivos, metabolizar tanto el plaguicida a compuestos menos tóxicos.

6. Normas de límites máximos de residuos para plaguicidas

Cualquier sustancia especificada presente en alimentos, productos agrícolas y/o alimentos para animales son considerados como residuos de plaguicidas. El término incluye cualquier derivado de un plaguicida, tales como productos de conversión, metabolitos y productos de reacción, y las impurezas consideradas de importancia toxicológica (Codex, 2015). Así pues, los residuos de plaguicidas son uno de los efectos nocivos que más preocupan en la actualidad, ya que pueden ser una amenaza para la salud pública (Jorge & Antonio, 2018).

7. Métodos de análisis para medir la concentración de agroquímicos en hortalizas

7.1. Cromatografía de gases

Se presenta a la técnica de cromatografía de gases masas (GC-MS/MS) como una de las técnicas más empleadas que se utiliza en la separación, identificación y cuantificación de los componentes de una mezcla o para abordar el análisis de residuos de plaguicidas en muestras de origen vegetal, por su elevada sensibilidad y fiabilidad (Jorge & Antonio, 2018).

Desde el punto de vista funcional un equipo de CG está compuesto de tres módulos fundamentales: un inyector, una columna y un detector, reunidos en una única instalación (Jorge & Antonio, 2018).

La fase móvil que arrastra la muestra a través de la columna es el gas portador cuyos caudales deben ser controlados con gran precisión permitiendo una gran repetibilidad de los tiempos de retención (Jorge & Antonio, 2018).

El análisis comienza en el momento en que se introduce una pequeña cantidad de muestra en forma líquida o gaseosa en el puerto de inyección, que tiene la doble función de transformar a estado vapor y de introducirlo en el seno de la corriente gaseosa en el principio de la columna. La cantidad

de muestra que llegue a la cabeza de la columna capilar debe controlarse mediante el adecuado modo split/splitless de inyección (Jorge & Antonio, 2018).

La columna capilar se presenta como un tubo de sección delgada, enrollado sobre sí mismo en espiral, de uno o más de cien metros de longitud según los casos, y que contiene la fase estacionaria. La columna está situada en un recinto a temperatura controlada (horno). La fase gaseosa a la salida de la columna pasa por el detector antes de salir al aire libre. En GC existen cuatro factores operacionales para una fase estacionaria dada: la longitud de la columna, la velocidad de la fase móvil (gas portador), la relación de fases y la temperatura de la columna (programa de temperaturas) (Jorge & Antonio, 2018).

Así mismo, la selectividad y la sensibilidad pueden ser mejoradas usando distintos modos de ionización. Para el análisis de triazinas y organofosforados es útil el modo de impacto electrónico (EI).

7.2. Quechers

Según Diaz, (2019) menciona que para la evaluación de concentración en la hortaliza de beterraga se utiliza el método mencionado de ensayo que describe los pasos para la determinación de multiresiduos de plaguicidas en frutos y vegetales teniendo como referencia el estudio de "Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate" (Lehotay, 2007) conocida comúnmente como método QuEChERS cuyo procedimiento consiste en la extracción de los plaguicidas con acetonitrilo en medio tamponado con ácido acético-acetato de sodio seguido de una etapa de limpieza o clean-up combinada con amina primaria secundaria y sulfato de magnesio.

8. Análisis de estudios realizados

En la Tabla N° 5 se muestra los estudios realizados de revisión resaltando el objetivo que es, la determinación de agroquímicos en hortalizas que se producen con más frecuencia en Carapongo, relacionados ellos con algunos métodos aplicados para la obtención de resultados eficaces.

8.1. Comparación de estudios para la determinación de concentración de plaguicidas

Tabla 5. comparación de estudios para la determinación de concentración de plaguicidas

Autores	Títulos	Parámetros	Metodología	Resultados	Discusión				
Israel Fabricio campo Verde	Determinación de la concentración y tipo de agroquímicos presentes en los productos hortícolas, en la parroquia san Joaquín (Campoverde, 2017)	Organofosforados	Cromatografía gaseosa HPLC	<i>Tabla 6. Resultados compuestos organofosforados Finca Agroquímicos (lechuga, Zanahoria y brócoli.</i>		Se encontró que las concentraciones de tanto de organofosforados (etión y malation) como organoclorados de DDT superan la normativa Codex para alimentos. Los resultados de los organofosforados se puede atribuir a que son sustancias poco persistentes en el ambiente, por lo que sus efectos sobre el se observan fundamentalmente a corto plazo, es decir permanecen pocas semanas por lo que su presencia en los productos hortícolas no es de fácil detección (Campoverde, 2017).			
				AA	Análisis		Método de referencia	Unidad	Resultados
				3	Diazinon		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Malation		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Etil Paration		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Disulfoton		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Dimetoato		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Metamidofos		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Etil bromofos		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Metil clorpirifo		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Fenitrotion		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Mevinfos		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Metil bromofos		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
				3	Etió		AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01
3	Dementon	AOAC 2007.01.C.G.	Mg/kg	<0.01					

(Ma.
Antonia
Pérez,
Antonio
Segura,
Rosario
García,
Teresa
Colinas,
Mario
Pérez,
Antonio
Vázquez
y
Hermilio
Navarro)

Residuos de
plaguicidas
organofosforados
en cabezuela de
brócoli
(brassica oleracea)
determinados por
cromatografía de
gases Pérez et al.,
(2009)

Organofosfo
rados

Cromatógrafo
de
gases Clarus
500 Perkin-
Elmer

Los residuos de plaguicidas encontrados en las 23 muestras analizadas, en orden de importancia tomando en cuenta las concentraciones medias, fueron: clorfenvinfos, malatión y diazinón, con 1.73, 1.85 y 0.68 mg kg⁻¹, seguidos por fentión y etión con concentraciones medias de 0.002 y 0.001 mg kg⁻¹, respectivamente. Sin embargo, considerando la media ponderada, se encontraron las siguientes concentraciones: clorfenvinfos, malatión y diazinón con 5.78, 2.67 y 1.16 mg kg⁻¹, seguidos por fentión y etión con concentraciones medias de 0.041 y 0.024 mg kg⁻¹, respectivamente. Las concentraciones medias de residuos evaluados están por debajo de las recomendadas por CICLOPLAFEST (2005). La concentración media ponderada de diazinón es ligeramente superior al límite máximo de residuos (LMR) recomendado (1 mg kg⁻¹) en el manual de plaguicidas autorizados por CICLOPLAFEST (2005)

En 87 % de las muestras de brócoli analizadas se encontraron residuos de al menos un plaguicida organofosforado; sin embargo, es importante señalar que las concentraciones medias encontradas no rebasan los límites máximos permisibles Pérez et al., (2009).

(Br. Oscar Manuel Milla Cotos Br. William Rodolfo Palomino Horna)

Determinación de residuos de plaguicidas inhibidores de la acetilcolinesterasa en frutas y hortalizas cultivadas. Localidad de Carapongo (Milla & Palomino, 2002)

Organofosforados y carbomatos

Cromatografía de capa fina

Tabla 7. Presencia de contaminante antes de la cosecha en hortalizas y frutas

Muestras analizadas: Mayo-junio del 2001

Numero de muestras: 150

Plaguicida hallado	Muestra Vegetal Analizada									
	Apio		Lechuga		Coliflor		Tomate		Maracuyá	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Metamidofos	9	30,00	8	26,67	7	23,33	7	23,33	6	20,00
Clorpirifos	6	20,00	3	10,00	5	16,67	3	10,00	6	20,00
Metomilo	5	16,67	5	16,67	4	3,33	5	13,33	3	10,00
Dimetoto	1	3,33	2	6,67	1	3,33	3	3,33	6	20,00
Metamidofodo/Me	2	6,67	3	10,00	6	20,00	6	20,00	0	0,00
Dimetoto/Me	1	3,33	2	6,67	3	10,00	2	6,67	2	6,67
Metamidofodo/Clorpirifido	5	16,67	4	13,32	2	6,67	3	10,00	4	13,33
Metamidofos	1	3,33	3	10,00	2	6,67	1	3,33	3	10,00
Total Casos positivos.	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100

De las 300 muestras de productos agrícolas (150 muestras tomadas antes de la cosecha y 150 tomadas después de la cosecha, antes de la distribución a los mercados) se encontró que el 100 % de las muestras tomadas antes de la cosecha muestran presentan residuos organofosforados y carbomatos. Las muestras tomadas después de la cosecha y antes de la distribución a los mercados solo un 48 % estaban contaminadas con dicho compuesto, siendo las muestras de tomate (hortaliza) las de mayor incidencia contaminación (56.67 %) (Milla & Palomino, 2002)

Tabla 8. Presencia de plaguicidas en hortalizas

Muestra	N° muestras	Positivos		Negativos	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%
Apio	30	16	53,33	14	46,67
Lechuga	30	16	53,33	14	46,67
Coliflor	30	15	50,00	15	50,00
Tomate	30	17	56,67	13	43,33
Maracuyá	30	8	26,67	22	73,33
Total	150	72	48,00	78	52,00

SENAS
A

Informe del
monitoreo de
residuos químicos
y otros
contaminantes en
alimentos
agropecuarios
primarios,
año 2016

Organofosfo
rados
Diazinon (4
a 26 sem)
Malatión o
Paratión
(unas
semanas)

Multiresiduos
por
cromatografía
líquida
acoplada a
espectrometría
de masa en
tándem
(LC/MS/MS) y
cromatografía
de
gas acoplado a
espectrometría
de masa.

Tabla 9. Ingredientes activos de plaguicidas químicos de uso agrícola evaluados, plan de monitoreo

N	Ingrediente activo	N	Ingrediente activo	N	Ingrediente activo
1	Acefato	25	Etofenprox	49	Metoxifenoziata
2	Aldicarb	26	Etoprofos	50	Miclobutaniolo
3	Azinfos	27	famoxadona	51	Novaluron
4	Benalaxil	28	Fenarimol	52	Oxamil
5	Benfuracarb	29	Fenhexanida	53	Oxidemeton
6	Buprofezin	30	Finitrotion	54	Penconazol
7	Cadusafos	31	Enpiroximato	55	Permetrina
8	Captan	32	Fenpropatrin	56	Piraclostrobin
9	Carbaril	33	Fention	57	Piramicarb
10	Carbendazim	34	Fenvalerato	58	Procimidona
11	Carbosulfan	35	Fipronil	59	Procloraz
12	Ciflutrin	36	Flusilazol	60	Profenofos
13	Cflutrin	37	Folpet	61	Propamocarb
14	Cipermetrin	38	Imazalil	62	Propagita
15	Ciromazina	39	Imidacloprid	63	Propiconazol
16	Clofentezina	40	Indoxacarb	64	Spinosad
17	Clorotalonilo	41	Iprodiona	65	Tebuconazol
18	Clorpirifos	42	Kresoxim	66	Tiabendazol
19	Deltrametrina	43	Malation	67	Tolifluanida
20	Diazinon	44	Metalaxil	68	Triadimefon
21	Diclorvos	45	Metamidof	69	Triadimenol
22	Diflubenzuron	46	Metidation	70	Triazofos
23	Dimetoato	47	Metiocarb	71	Trifloxistrobina
24	Endosulfan	48	Metomilo	72	Vinclozolin

Al analizar las muestras de cebolla se encontró que 51 muestras fueron conformes de un total de 55 muestras analizadas, presentándose el 92.7% de muestras conformes y 04 muestras (07.3%) fueron no conformes. De las muestras no conformes, se registraron niveles de residuos de plaguicidas que no tienen LMR establecidos por el Codex Alimentarius, para el caso de Carbendazim en 01 muestra en Cajamarca y 01 muestra en Lambayeque. Asimismo, se registraron 02 muestras no conformes en Ica, entre las que se encontraron residuos de Thiabendazol e Imazalil. Dichas muestras no están registradas por la autoridad competente para la cebolla (SENASA, 2013).

Francis
Pierre1
y Pedro
Betancou
rt1

Residuos de
plaguicidas
organoclorados y
organofosforados
en el cultivo de
cebolla
en la depresión de
quíbor,
Venezuela(Francis
& Bentancourt
,2007)

Cromatógrafo
de gas

*Tabla 10. Niveles de residuos de clorpirifos y butaclor (mg*kg-1) a partir del uso de plaguicidas en el cultivo de cebolla en la depresión de Quibor, estado Lara, Venezuela*

Sistema de producción	Clorpirifos	Butaclor
A	0,020 a	0,00 a
B	0,015 a	1,80 b
C	0,010 a	0,86 b

Letras distintas indican diferentes significancias (P<0,01)

Tabla 11. Insecticidas aplicados con sobredosis por etapa del cultivo en cada sistema de producción en el cultivo de cebolla en la depresión de Quibor, estado Lara, Venezuela

Sistema de producción	Etapa	Total de insecticidas	Insecticidas con sobredosis
A	Semillero	1	
	transplante-80 días	6	4(66,7%)
	81 días cosecha	5	4(80,0%)
B	Semillero	4	3(75,0%)
	transplante-80 días	4	3(75,0%)
	81 días cosecha	3	3(100%)
C	Semillero	3	
	transplante-80 días	7	5(71,4%)
	81 días cosecha	7	6(85,7%)

Los análisis aplicados a las muestras de cebolla detectaron la presencia del insecticida clorpirifos (éster, ácido fosforotioico 0,0 dietilo 0 3,5,6 tricloro 2 piridinil) en el 100% de las muestras del sistema A y B, y en el 25% de las muestras del sistema C. Los residuos detectados del insecticida clorpirifos estuvieron por debajo de los límites máximos permitidos por la FAO y la EPA (0,05 y 0,5 mg·kg-1, respectivamente).

El segundo insecticida detectado fue el dimetoato, pero en una sola muestra del sistema C, con valor de 0,02 mg·kg-1. El valor de dimetoato estuvo por debajo del límite máximo del residuo (LMR) establecido por la FAO de 0,2 mg·kg-1 (la EPA no tiene LMR para este insecticida). No se encontraron niveles de residuos de insecticidas OC, pero si del herbicida OC butaclor, detectado en el 100% de las muestras de los sistemas B y C (Francis & Bentancourt, 2007)

Díaz
Espinoza
Guillermo

Evaluación de
residuos de
plaguicidas en
cultivos hortícolas
en el valle chillón
(Díaz, 2019)

QUECHERS

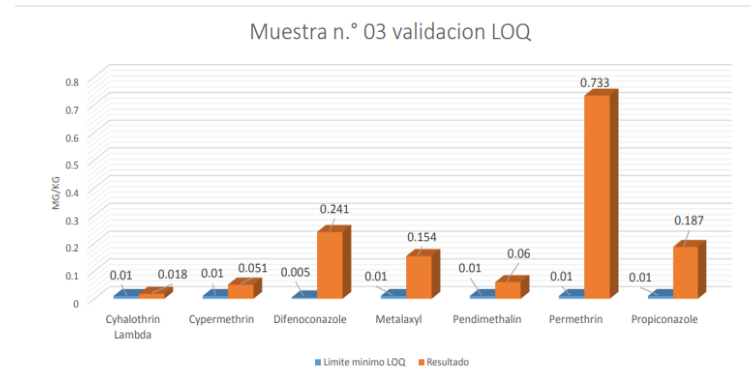


Figure 4. Gráfico de la validación del muestreo n.º 03

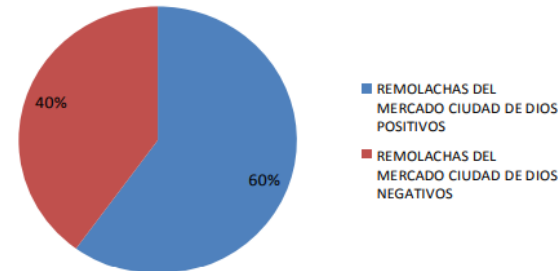


Figure 6. Resultado porcentual de pesticidas organofosforados en remolachas del mercado ciudad de dios.

Cromatografía
de capa fina

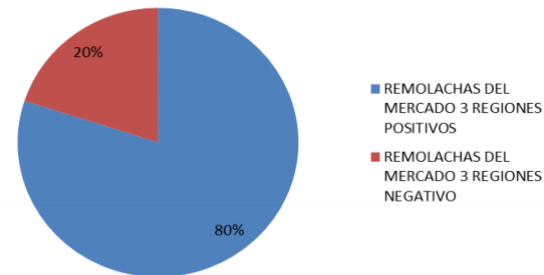


Figure 5. Resultado porcentual de pesticidas organofosforados en remolachas del mercado ciudad de dios.

Los resultados encontrados de residuos de plaguicidas representan riesgo para la salud y el medio ambiente por su potencial Tóxico y bioacumulable dentro de las cadenas tróficas

En el siguiente trabajo se presentó un monitoreo de cultivos hortícolas aplicando el método QUECHERS (LC), (GC) y (CS2), con el fin de evidenciar residuos de plaguicidas y de este modo contrastar la hipótesis planteada (Díaz, 2019).

En las muestras obtenidas del Mercados Ciudad de Dios y Mayorista 3 Regiones revelaron que en un 60% y 80% tuvieron residuos de organofosforados, siendo alto el índice de contaminación por estos pesticidas dichos resultados son corroborados por investigadores como: Maraón P. en su tesis titulada Manejo y Uso de los Pesticidas Agrícolas entre los Horticultores en el Valle del Río Chillón Lima 2015.

Sánchez
Yman,
Verónica
Del
Pilar (Vega Del
Pino
,2016).

Presencia de
pesticidas
organofosforados
en remolacha (*Beta
vulgaris*)

9. Conclusiones

A través de la apreciación de los estudios se demuestra que las concentraciones de agroquímicos en hortalizas son en su mayoría altos con el uso de productos como el Aldrin, Dieldrin, organofosforados, organoclorados, fentión, etión, clorfenvinfos, malation, diazinon, carbomatos, clorpirifos y butaclor. Los efectos negativos de estos productos químicos menoran el porcentaje de cultivo que se podría sembrar anualmente.

Respecto a los métodos utilizados en los estudios encontrados se puede concluir que con el método QuEChERS, los laboratorios de rutina disponen de un método rápido, fácil, barato, efectivo, robusto y seguro, para llevar a cabo un análisis multiresiduos en diferentes matrices. Se requiere de poca cantidad de disolventes, siendo más respetuosos con el medio ambiente que con los métodos convencionales al generar menos residuos, y es mucho menos laborioso.

También el método de la Cromatografía de Gases (GC) es una herramienta muy potente para cuantificar y confirmar un amplio espectro de agroquímicos con propiedades muy diversas de manera precisa y fiable.

A través de los estudios ya mencionados en las tablas, se puede ver que mientras el uso sea de un porcentaje alto, estos agroquímicos en las hortalizas tendrán efectos más severos puesto a que son realmente tóxicos y agresivos por la cantidad de elementos químicos que contienen, se tiene que tener en cuenta las variables de tiempo de exposición en la fumigación, cantidad adecuada (concentración) y verificación de toxicidad antes de ser aplicados en los cultivos hortícolas.

10. Recomendaciones en base a los cuadros de estudio

Ampliar el alcance de los estudios y tomar más muestras de diferentes cultivos hortícolas para tener mayor conocimiento sobre la realidad de los productos cosechados de consumo fresco que tienen como destino el mercado, así poder alertar y tomar medidas de control adecuadas.

Realizar estudio que puedan medir el impacto de los residuos de plaguicidas para los suelos, seres vivos y el agua, con la finalidad poder conocer el impacto ambiental que se pueda producir y comparar con los LMP para residuos tóxicos.

Comunicar a las entidades correspondientes como es el caso de las autoridades municipales y las instituciones de salud, para que generen una alerta constante sobre el consumo de este tipo de vegetales monitoreando la calidad de los mismos.

Mayor presencia de entidades fiscalizadoras como SENASA y MINAGRI con la finalidad de brindar mejores pautas y controles en la producción de los cultivos hortícolas ya que estos son expendidos directamente al mercado nacional y consumidos diariamente.

Buscar más fuentes bibliográficas, teniendo en cuenta las horas de investigación sobre todo enfocarse en realizar investigaciones sobre la determinación de concentración de agroquímicos en hortalizas.

11. Referencias

- Belasteguí, Carles. 2012. "Características Generales de Las Hortalizas." *Técnicas de cultivos*: 1–56.
http://siplandi.seducoahuila.gob.mx/SIPLANDI_NIVELES_2015/SECUNDARIA2015/LIBROS/TECNOLOGIA/AGRICULTURA_HORTICULTURA/TS_TECUNO_HORTI_DOS.pdf.
- Campoverde, Ismael Frabicio. 2017. "Determinación de La Concentración y Tipo de Agroquímicos Presentes En Los Productos Hortícolas, En La Parroquia San Joaquín." : 71.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14910/4/UPS-CT007331.pdf>.
- Cervantes, Carlos. 2017. "Efecto de Cuatro Fungicidas En El Control de La Cercosporiosis de La Beterraga (Beta Vulgaris), Variedad Early Wonder Tall Top En El Instituto de Investigación Frutícola y Elerícola, Huanuco." : 78.
- Codex. 2015. *Comision Del CODEX ALIMENTARIUS-Manual de Procedimiento*.
<http://www.fao.org/3/a-i4354s.pdf>.
- Cruz Escalon, Alvaro. 2017. "Situación Actual Del Consumo de Pesticidas En El Perú." *Universidad Nacional Agraria La Molina*.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2976>.
- Diaz, Guillermo. 2019. "Evaluación de Residuos de Plaguicidas En Cultivos Hortícolas En El Valle Chillón." : 1–187.
http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/741/RESUMEN_T111.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
- Diestra, Elvis, and Nelson Rios. 2017. "Efecto de Tres Dosis de Solución de Cáscara de Plátano En El Rendimiento de Beta Vulgaris L. Var. Early Wonder Tall Top En Huayatan, Santiago de Chuco-La Libertad." : 52.
- Francis, Pierre, and Pedro Bentancourt. 2007. "Residuos De Plaguicidas Organoclorados Y Organoclorados En El Cultivo de Cebolla En La Depresion de Quibor, Venezuela." 19(2): 69–78.
- Fuentes, Edwar, Pablo Richter, Betsabet Sepúlveda, and Leonor Garay. 2013. "Cromatografía de Gases y Sus Aplicaciones."
- Jorge, Simó Peiró, and Zapardiel Palenzuela Antonio. 2018. "Métodos de Extracción y Determinación de Plaguicidas Por Cromatografía de Gases Masas (GC-MS-MS) En Muestras de Origen Vegetal." : 57.
- Karen, Burga, Visitación Lizardo, and Chire Teofilo. 2009. "Evaluación Ecotoxicológica de Pesticidas Organofosforados Sobre Daphnia Magna." *Anales Científicos* 70(2): 11–18.
- Lehotay, Steven J. 2007. "Determination of Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate: Collaborative Study." *Journal of AOAC INTERNATIONAL* 90(2): 485–520.
- Milla, Oscar, and William Palomino. 2002. "Niveles de Colinesterasa Sérica En Agricultores de La Localidad de Carapongo (Perú) y Determinación de Residuos de Plaguicidas Inhibidores de La Acetilcolinesterasa En Frutas y Hortalizas Cultivadas." : 101.
- MINSA. 2016. "Norma Sanitaria Que Establece Los Límites Máximos de Residuos (LMR) de Plaguicidas de Usos Agrícola En Alimentos de Consumo Humano." *El Oficial el Peruano*: 28–56.
- Olguín, Laura Patricia, and Héctor Magadán. 2004. "Metodos En Biotecnología." *Instituto de biotecnología*: 3–45.
- Pacheco, Roberto Matías, and Evely Itatí Barbona. 2017. *Manual de Uso Seguro y Responsable de Agroquímicos En Cultivos Frutihortícolas*.
- Pascua, Martha Jarquín, and Martha Lacayo Romero. 2015. "Acumulación y Distribución de

- Plaguicidas Organoclorados En Plantas de Amaranto.” (September).
- Pérez, M. Antonia et al. 2009. “Residuos de Plaguicidas Organofosforados En Cabezuela de Brócoli (Brassica Oleracea) Determinados Por Cromatografía de Gases.” *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental* 25(2): 103–10.
- Pina, J. I. 2012. “Clasificación Toxicológica y Etiquetado de Productos Fitosanitarios. Criterios Regulatorios Locales e Internacionales.” *ILSI Argentina* 3: 10–39.
- Salazar, Leon Pamela Merary. 2018. “Percepción Del Riesgo Del Uso de Agroquimicos En Los Principales Cultivos de Hortalizas En La Campiña de Socabaya 2015.” Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Sanchez, Jonatan. 2017. “Efecto de Aplicación de Biofertilizante Humega En Tres Diferentes Dosis En La Produccion de Apio (Apium Graveolens/Var.Bonanza), En Condiciones Del Valle de Santa Catalina.” 7(1): 45–56.
- SENASA. 2013. “Residuos Químicos y Otros Contaminantes En Alimentos Agropecuarios Primarios.” *Plant J* 45: 1–132.
file:///C:/PDF/Peck2006.pdf%0Ahttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16441346.
- Tradecorp. 2017. “Informe de Progreso.” : 63.
- Vega Del Pino, Gabriela Milagros. 2016. “Presencia de Pesticidas Organofosforados En Remolacha (Beta Vulgaris).” *Repositorio Institucional - UAP*.