



## Contaminación de suelos por uso de agroquímicos en cultivos de papaya (*Carica papaya*), Picota, Perú

Soil contamination due to the use of agrochemicals in papaya (*Carica papaya*) crops,  
Picota, Peru

Carla Espinoza<sup>1</sup>; Jenny Peche<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Jr. Los Mártires 340, Tarapoto, Perú.

ORCID de los autores

C. Espinoza: <https://orcid.org/0009-0007-8417-1569>

### RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como propósito conocer la contaminación del suelo de cultivos de papaya (*Carica papaya*), por la aplicación de agroquímicos en el control de plagas y enfermedades. Donde se tomaron muestreo de suelo de 5 parcelas de papaya (*Carica papaya*), se extrajeron 15 muestras de 1 kg c/u de suelo, seguido de una parcela sin intervención antrópica de 3 muestras para ser enviadas al laboratorio. De los resultados se determinaron los agroquímicos utilizados en cultivos de papaya (*Carica papaya*) como herbicidas el fuego, propanil, hedonal y glifosato; como insecticidas el dimetoato y aldrin; como fungicidas el zineb, mancozeb WP y Champión. Se encontró que el cadmio tuvo mayor concentración de 1,677 mg/kg, seguido de plomo de 13,297 mg/kg y cromo VI con su máxima concentración de 0,7833 mg/kg. Las alternativas como estrategias de uso de agroquímicos fueron la resina de catahua (*Hura crepitans*) que actúa como plaguicida, herbicidas de agua miel de cacao, abonos orgánicos sólidos (fertilizante sólido de gallinaza, compost de estiércol de ganado, vermicompost, compost de pulpa de café) y corteza de barbasco (*Lonchocarpus nicou*). Se concluyó que los suelos de cultivos de papaya (*Carica papaya*) se encuentran contaminados por el uso excesivo de agroquímicos en el control de plagas, enfermedades y mejoramiento de la producción.

**Palabras clave:** Suelos contaminados; papaya; manejo integrado de plagas; agroquímicos; plaguicidas.

### ABSTRACT

The purpose of this research work was to know the contamination of the soil of papaya crops (*Carica papaya*), by the application of agrochemicals in the control of pests and diseases. Where soil samples were taken from 5 papaya plots (*Carica papaya*), 15 samples of 1 kg each of soil were extracted, followed by a plot without anthropic intervention of 3 samples to be sent to the laboratory. From the results, the agrochemicals used in papaya (*Carica papaya*) crops were determined, such as fire herbicides, propanil, hedonal and glyphosate; as insecticides dimethoate and aldrin; as fungicides zineb, mancozeb WP and Champion. It was found that cadmium had the highest concentration of 1.677 mg/kg, followed by lead at 13.297 mg/kg and chromium VI with its maximum concentration of 0.7833 mg/kg. The alternatives as strategies for the use of agrochemicals were catahua resin (*Hura crepitans*) that acts as a pesticide, cocoa honey water herbicides, solid organic fertilizers (solid chicken manure fertilizer, cattle manure compost, vermicompost, compost of pulp of coffee) and barbasco bark (*Lonchocarpus nicou*). It was concluded that the soils of papaya (*Carica papaya*) crops are contaminated by the excessive use of agrochemicals in the control of pests, diseases, and improvement of production.

**Keywords:** Contaminated soils; papaya; integrated pest management; agrochemicals; pesticides.

## 1. Introducción

Las actividades agrícolas desde sus inicios han ocasionado perjuicios al ambiente a nivel mundial, debido al uso excesivo de agroquímicos en el manejo de enfermedades y plagas, así como al incremento de la producción. El impacto que inicialmente era mínimo y el medio ambiente tenía capacidad de asimilación, pero a medida que aumentaba la escasez de alimentos, los efectos sobre el ambiente se convertían importantes, devastando ecosistemas en muchos casos (Mwanauta et al., 2022).

Los agroquímicos son sustancias químicas que incluye el uso de materiales sintéticos en entornos industriales, así como el uso de productos químicos (como pesticidas y fertilizantes) en operaciones agrícolas. Los plaguicidas se dividen en fungicidas (eliminan hongos), insecticidas (insectos), bactericidas (bacterias) y herbicidas (malezas) y en otros grupos (Zambrano, 2018).

En el Perú, los principales impactos de la agricultura en el entorno se pueden resumir de la siguiente manera: salinización, acidificación, erosión del suelo, contaminación, procesos de compactación y erosión del suelo agrícola y escorrentía superficial del suelo; uso incontrolado de productos químicos agrícolas en los cultivos y el suelo, mucho de estas sustancias llegan aguas

abajo y afectan la calidad del agua; el acrecentamiento de la promoción de los monocultivos y reducción de los policultivos aumento la contaminación del agua tanto superficiales como de las capas freáticas (Castillo & Cenepo, 2022). En la región San Martín, el uso inadecuado de agroquímicos en labores agrícolas vinculadas con la producción y uso, manejo inicial y asesoramiento, supervisión y orientación defectuosos provoca contaminación ambiental.

Esta investigación tiene como fin evaluar la contaminación de suelos por uso de agroquímicos en cultivos de papaya (*Carica papaya*), en Tingo de Ponasa, Picota, que permita conocer sobre la magnitud de este problema que afecta la salubridad y el entorno.

## 2. Metodología

Se evaluó el efecto de los agroquímicos en el suelo, comparando entre parcelas de cultivos de papaya (*Carica papaya*), con y sin intervención antrópica.

La investigación se realizó en Tingo de Ponasa, Picota, San Martín, Perú, situada a 240 m.s.n.m. a orillas del río Huallaga (Figura 1). Las 5 parcelas de papaya tuvieron una extensión de 1 hectáreas cada parcela. Además, 1 parcela sin intervención antrópica.

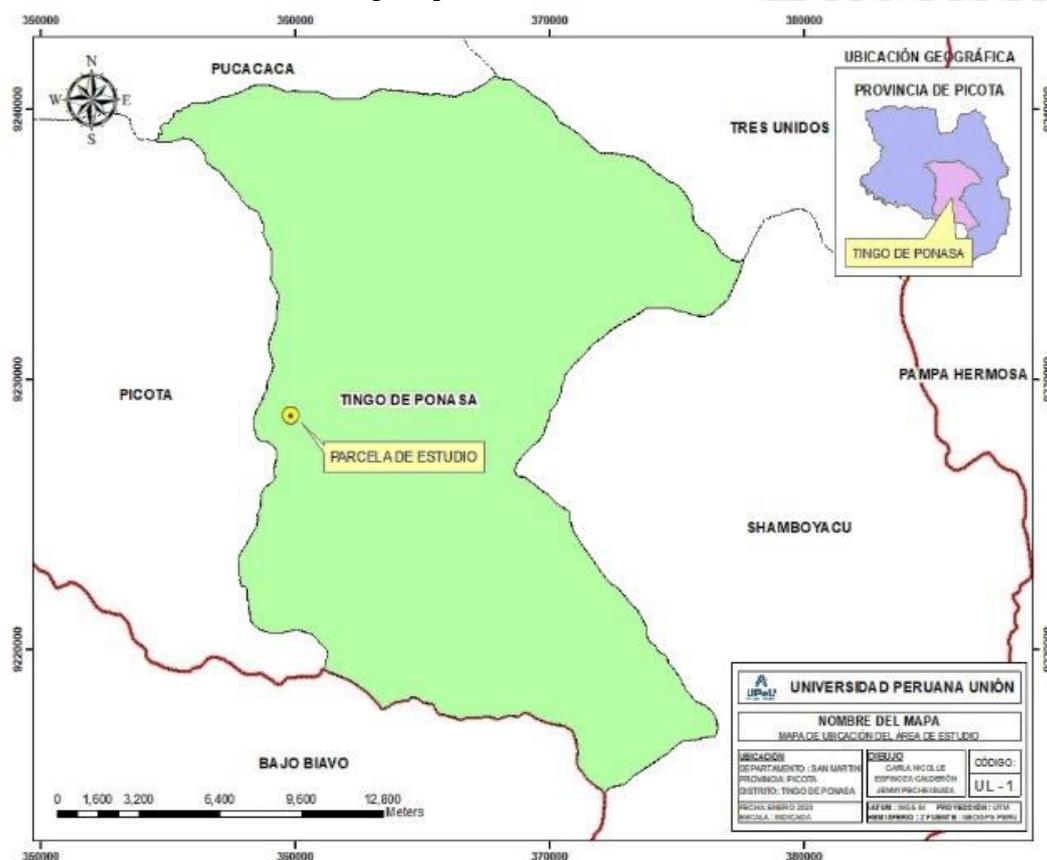


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

### Pre Monitoreo

En esta etapa se dividieron las 5 hectáreas de papaya, localizando 5 puntos, de donde se extrajo cada muestra de suelo (Tabla 1). Donde además se realizaron coordinaciones sobre las medidas para la extracción de muestras de suelo y el manejo de estas para su posterior envío a laboratorio. Además de la caracterización ambiental posee ecosistemas especiales como el bosque seco tropical y los bosques húmedos en las partes más altas, temperaturas relativamente entre 28 a 32°C, clima totalmente tropical.

Se fijaron los puntos de muestreo de suelo sin intervención antrópica denominado como testigo (Tabla 1), dejando evidencia que la zona posee ecosistemas especiales con bosque seco tropical, bosques húmedos, temperaturas entre 26 a 35°C, clima totalmente tropical y precipitación de 101 mililitros de lluvia por semana.

**Tabla 1**

Puntos de extracción de muestras de suelo

Parcela	Repetición	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18 S	
		Este	Norte
T: Sin actividad agrícola	3	360256	9228862
1: Cultivo de papaya	3	360139	9228724
2: Cultivo de papaya	3	360283	9228679
3: Cultivo de papaya	3	360215	9228681
4: Cultivo de papaya	3	360114	9228676
5: Cultivo de papaya	3	360273	9228635

T: Testigo.

### Monitoreo

La extracción de muestras de suelo se desarrolló en el mes de diciembre del 2022, cumpliendo con lo establecido en la Guía de muestreo de suelos propuestos por el Ministerio del Ambiente en el marco del Decreto Supremo N° 002 – 2017 – MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo (MINAM, 2017).

### Consideraciones del equipo

Para la obtención de muestras de suelo, se empleó una wincha para medir el área de cada parcela, asimismo el tamaño de la calicata donde se extrajeron las muestras fue de 30 X 20 cm. Se hizo un hoyo de una profundidad de 30 cm de la cual se extrajo el suelo de 3 a 5 cm de espesor, luego se colocó en un saco limpio en extracción de hojas, piedras y raíces y se pueda tener una muestra limpia de rastros, después se realizó el método del cuarteo de suelos que radica en juntar la muestra compuesta, después se parte en cruz, separando dos partes opuestas, para obtener 1 kg de muestra de suelo.

Cada muestra se colocó en una bolsa ziploc y se cerró correctamente colocando en el extremo la descripción de la muestra, la hora, fecha y número de muestra. Se imitó un total de 15 muestras compuestas de cultivos de papaya y 3 muestras sin intervención antrópica, siendo un total de 18 muestras de suelo. Se colocó las muestras en la caja hermética de Tecnopor para luego ser enviadas al laboratorio acreditado “ALAB Analytical Laboratory E.I.R.L.” en la ciudad de Lima para sus análisis respectivos. Posteriormente se efectuó una comparación donde se determinó el grado de contaminación más alta de los suelos de cultivos de papaya (*Carica papaya*), luego se estableció alternativas que minimicen la contaminación.

### Post Monitoreo

#### Trabajo de gabinete

Los resultados finales fueron comparados con los estándares de calidad ambiental (ECA) para suelos (D.S.N° 011-2017-MINAM) de cadmio, plomo y cromo VI en una tabla por parcelas, posteriormente se hizo la comparación con los resultados del análisis de laboratorio.

El análisis de las concentraciones de cadmio, plomo y cromo VI se interpretaron mediante gráficos elaborados en el programa SPSS, los cuales se muestran en el capítulo de resultados.

Después de la sistematización de resultados se propuso acciones para el manejo de los agroquímicos para los agricultores papayeros para aplicaciones correspondientes al cultivo.

Además, que se incentivó al uso de herbicidas, insecticidas y fertilizantes orgánicos para disminuir el uso de los agroquímicos sintéticos. Y se realizó análisis de los resultados para sembrar las mejores alternativas que nos lleven a minimizar la problemática.

#### Análisis estadístico

Los resultados fueron procesados estadísticamente con análisis de varianza (ANOVA), seguido de Prueba de Post Hoc, obteniendo las medias de cada metal pesado (Plomo, Cadmio y Cromo VI).

### 3. Resultados y discusión

En los resultados se identificaron los principales agroquímicos usados en cultivos de papaya (*Carica papaya*) en el distrito de Tingo de Ponasa; que, durante el crecimiento y producción se aplican para controlar plagas y enfermedades de uso indiscriminado sin consultas técnicas. Las marcas y sus respectivos ingredientes activos se observan en la Tabla 2.

Tabla 2

Agroquímicos usados en los cultivos de papaya

Ingrediente Activo (A.I.)	Nombre Comercial	Tipo de agroquímico	Concentración de sustancias tóxicas y metales pesados
Glyphosate	Fuego	Herbicida	Derivados de 0,1% de plomo, 0,01 a 0,05% de cadmio, 1 a 2% de tensoactivos o surfactantes.
Amida, cloroanilida	Propanil	Herbicida	Compuestos altamente tóxicos entre metales como 0,01% de plomo y 0,05% de mercurio.
2.4 D 720 g/L	Hedonal	Herbicida	Contienen metales pesados altamente tóxicos como 2% de cromo VI, 0,1% de níquel y 0,01% de plomo.
Glifosato	Glifosato	Herbicida	Contiene 5% de glifosato, además de metales pesados altamente tóxicos, como 0,004% de arsénico, 0,6% de cobalto, 2,5% de cromo, 0,02% de níquel y 0,05% de plomo.
Dimetoato	Dimetoato	insecticida y acaricida	Sustancias altamente tóxicas como 5% de sulfato de atropina y 3% de toxogonin, cromo.
Aldrín	Aldrín	Insecticida	2,5% de Triazinas, 0,0% de anilinas, 2,4% de azufre, 0,05% de mercurio, 0,01% de plomo y 0,003% de arsénico.
Ditiocarbamato	Zineb	Fungicida	Sustancias altamente tóxicas como 5% de ditiocarbamato, 0,5% de zinc y 0,1% de plomo.
Ethylene-bisdihhiocarbamate	Mancozeb. WP	Fungicida	5% de Magnesio y 0,05% de zinc.
Copper hydroxide.	Champión	Fungicida	7% de Hierro, 3% de cobre y 0,06% de selenio.

NOTA: Los herbicidas más comunes utilizados en cultivos de papaya (*Carica papaya*) para el control de malezas fueron Glyphosate, Amida, cloroanilida, 2.4 D 720 g/L y Glifosato. Productos químicos con sustancias altamente tóxicas como ditiocarbamato, zinc, plomo, hierro, cobre y selenio, triazinas, anilinas, azufre, mercurio, arsénico, cobalto, cromo VI, níquel. Metales pesados que peligran la fertilidad del suelo y la salud. Dicha información fue proporcionada en la etapa de recolección de datos de campo de los agricultores los cuales son propietarios de dichas parcelas, estos señalaron emplear cada agroquímico para el adecuado crecimiento y desarrollo de la papaya.

También se conoció el uso de insecticidas para el control de insectos, entre ellos el Dimetoato y el Aldrín, químicos que contienen sustancias tóxicas como el sulfato de atropina y la toxogonin, cromo, triazinas, anilinas, azufre, mercurio, plomo y arsénico, compuestos que se acumulan en el suelo e inician la degradación del suelo.

Igualmente se determinó que los agricultores papayeros utilizan fungicidas tales como el Ditiocarbamato, Ethylene-bisdihhiocarbamate y Copper hydroxide; con la finalidad de cumplir la función específica de controlar los hongos que pueden causar una enfermedad a los cultivos. Además, estos productos contienen sustancias altamente tóxicas como ditiocarbamato, zinc, plomo, magnesio, hierro, cobre y selenio. Sustancias que dejan evidente la contaminación del suelo por metales pesados.

### Concentraciones de cadmio, plomo y cromo VI

Se registraron las concentraciones de los metales pesados a escala laboratorio de los suelos de cultivos de papaya y suelos sin intervención antrópica (Tabla 3). Mediante el análisis de varianza (ANOVA) se determinó la significancia de  $p < 0,05$  mayor a 0,000 de plomo,  $p < 0,05$

mayor a 0,000 de cadmio,  $p < 0,05$  mayor a 0,001 de cromo VI, existiendo diferencias significativas entre la concentración de los suelos sin intervención agrícola y con cultivos de papaya.

Tabla 3

Concentraciones de los metales pesados de los suelos de cultivos de papaya y sin intervención antrópica

Tratamientos (Parcela)	Cadmio	Plomo	Cromo VI	Unidad
Testigo	0,407	5,440	0,220	mg/kg
1 (P1)	1,420	11,913	0,586	mg/kg
2 (P2)	1,480	12,400	0,723	mg/kg
3 (P3)	1,577	13,037	0,783	mg/kg
4 (P4)	1,677	13,297	0,620	mg/kg
5 (P5)	1,507	12,197	0,630	mg/kg

### Cadmio

En la Figura 2 se observan las medias de las concentraciones de cadmio. La mayor concentración del metal pesado en el suelo se produce en las parcelas de cultivos de papaya (*Carica papaya*) y el más bajo en los suelos sin intervención antrópica.

**Plomo**

En la Figura 3 se observa que la mayor concentración del metal pesado en el suelo se produce en las parcelas de cultivos de papaya (*Carica papaya*) y el número más bajo se produce en los suelos sin intervención antrópica. Para saber entre que parcelas encuentran diferencias fueron significativas aplicamos una prueba Post-hoc.

**Cromo VI**

En la Figura 4 se observa que la mayor concentración del metal pesado en el suelo se produce en las parcelas de cultivos de papaya (*Carica papaya*) y el número más bajo en suelos sin intervención antrópica. Para saber entre que parcelas encuentran diferencias fueron significativas aplicamos una prueba Post-hoc.

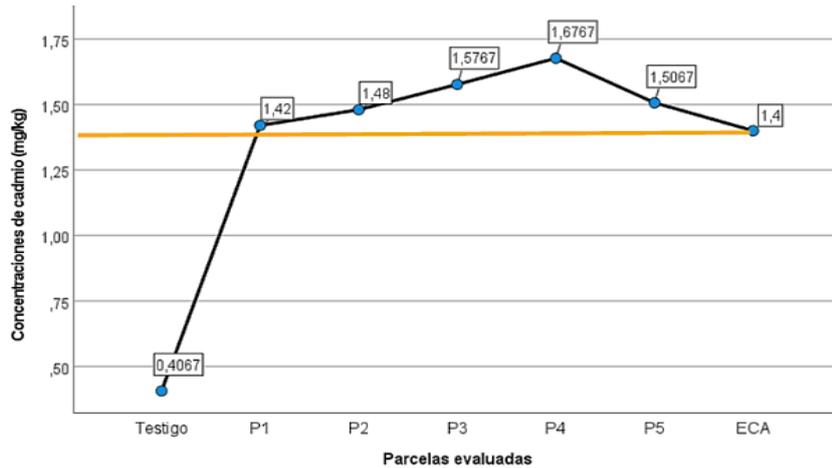


Figura 2. Prueba de Post Hoc de las medias de cadmio (Cd) en cultivos de papaya.

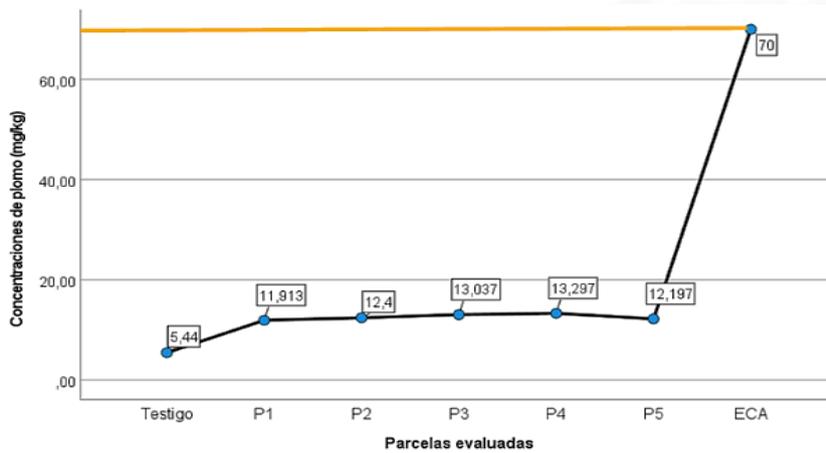


Figura 3. Prueba de Post Hoc de las medias de plomo (Pb) en cultivos de papaya.

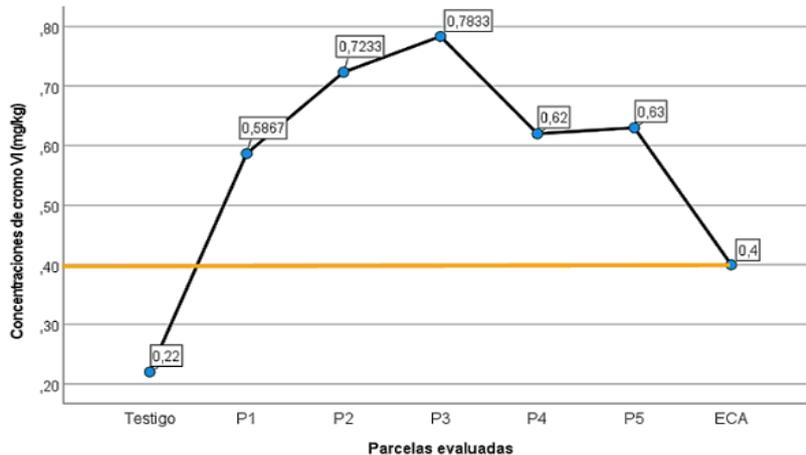


Figura 4. Prueba de Post Hoc de las medias de cromo VI (Cr VI) en cultivos de papaya.

Los principales agroquímicos usados en cultivos de papaya (*Carica papaya*) en el distrito de Tingo de Ponasa son los herbicidas Fuego, Propanil, Hedonal y Glifosato. También los insecticidas Dimetoato y el Aldrín, además de los fungicidas Zineb, Mancozeb. WP y Champión que contienen sustancias tóxicas como el sulfato de atropina, la toxogonin, cromo, triazinas, anilinas, azufre, mercurio, plomo, cadmio y arsénico. Al relacionar con el estudio realizado por Hoque et al. (2022), los agentes químicos usados fueron el Hedonal, Glifosato; también los insecticidas dimetoato, además de los fungicidas zineb, mancozeb WP. Por otro lado, en la investigación de Landeta & León (2021) señalan que los envases de agroquímicos encontrados en chacras fueron: Media Luna; Ácido linoleico el 25% y glifosato 23,9%; Jona Jona; carbofurán el 34,7% y glifosato 13,9%.

Además de Kumar et al. (2022), mediante análisis químicos a los suelos por el aumento de enfermedades y plagas en la planta de papaya, determinaron que los metales pesados con mayor concentración eran el cadmio (Cd) (2,82 mg/kg), plomo (Pb) (115 mg/kg) y cromo VI (2,18 mg/kg). Asimismo, los suelos sin intervención antrópica según los autores Aguirre et al. (2021), obtuvieron que el cadmio de 0,72 mg/kg, plomo de 0,67 mg/kg y cromo VI de 0,33 mg/kg; y Andrade et al. (2020) en plomo (5,2 mg/kg), cadmio (0,19 mg/kg) y cromo VI (0,12 mg/kg). Además, Maurelia et al. (2022) determinaron que los suelos tuvieron concentraciones bajas en cuanto a plomo (22,36 mg/kg), cadmio (0,4 mg/kg) y cromo VI (0,05 mg/kg). Estas concentraciones mostradas se dan por la mineralización natural del suelo, que no fueron usados en cultivos agrícolas. También, Morales-Bautista et al. (2019) señalan que las características fisicoquímicas del suelo impactados con hidrocarburos, donde las características fisicoquímicas fueron, pH de 6,59, humedad 14,2%, MO de 2,1%, P de 45,2% y CE de 0,11 dS.m<sup>-1</sup>.

La prueba de Post Hoc de las medias demostró que P4 presentó la mayor concentración de cadmio con 1,677 mg/kg, seguido de P3 con 1,577 mg/kg, P5 con 1,507 mg/kg, P2 con 1,48 mg/kg y P1 con 1,42 mg/kg. De los análisis de plomo se demostró que P4 presentó la mayor concentración de plomo con 13,297 mg/kg, P3 con 13,037 mg/kg, P2 con 12,4 mg/kg, P5 con 12,197 mg/kg y P1 con 11,913 mg/kg. En cuanto al Cromo VI se identificó que el P3 presentó la mayor concentración de cromo VI con 0,7833 mg/kg, P2 con

0,7233 mg/kg, P5 con 0,63 mg/kg, P4 con 0,62 mg/kg y P1 con 0,5867 mg/kg. Un estudio similar fue realizado por Andrade et al. (2020), que identificó los suelos agrícolas para cultivo de *Solanum tuberosum* se encuentran contaminados por plomo (505,2 mg/kg) y Arsénico (40,19 mg/kg), destacando los parámetros establecidos por los ECA para suelo D.S. N° 011 – 2017 MINAM.

Por otro lado, en la investigación de Acevedo et al. (2021) señala que el contenido de Cd en los suelos y el agua de riego, superaron el Estándar de Calidad Ambiental (ECA). La concentración de Cd (mg kg<sup>-1</sup>) fue: 0,100 ± 0,052 en fruto; 0,647 ± 0,117 en hoja; y 0,035 ± 0,020 en tallo; en Mito: 0,164 ± 0,050 en fruto; 0,719 ± 0,201 en hoja; y 0,142 ± 0,061 en tallo. Los valores de Cd en hojas superaron el límite permisible, de 0,20 mg kg<sup>-1</sup> establecido para hortalizas, pero no en tallos y frutos.

El cultivo de papaya, una planta que creció de manera satisfactoria con el uso bioplaguicidas y herbicidas orgánicos dando fertilidad a las plantas y salud de los suelos, además de los abonos orgánicos sólidos como gallinaza, compost de compuestos estiércol de ganado, vermicompost y compost de compuestos de pulpa de café, además del abono orgánico líquido como el biol orgánico, pues promueven el crecimiento de los cultivos y se observan cambios en la coloración de las hojas siendo más verde. Los abonos orgánicos sólidos y líquidos tienen un buen aporte de humedad, pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc, manganeso, fierro y relación C/N. A comparación del estudio de Valladares et al. (2020), que recomienda el uso de Guano de las Islas (GI) y estiércol de ovino (EO), sobre las tres propiedades físicas del suelo: densidad aparente, resistencia mecánica a la penetración y estabilidad de agregados, en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad Hualhuas, ya que optimiza las características físicas del suelo, contienen, fósforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica necesaria para la fertilidad del suelo y mejoramiento de cultivos.

Por otro lado, Cotrina-Cabello et al. (2020) usando abonos orgánicos como el Bocashi, el Compost y la gallinaza, observaron en el potencial hidrógeno (pH) un ligero efecto de los abonos orgánicos con el Bocashi 5,69; materia orgánica (MO) con el Bocashi 3,96 % y Compost 3,85 %; nitrógeno (N) con gallinaza 0,17 %; fósforo (P) con gallinaza 7,63 ppm, potasio (K) con Compost 66,19 ppm.

#### 4. Conclusiones

Los principales agroquímicos usados en cultivos de papaya (*Carica papaya*) en el distrito de Tingo de Ponasa; como herbicidas el Glyphosate, Amida, cloroanilida y 2,4 D 720 g/L; como insecticidas al dimetoato y aldrin; como fungicidas el Ditiocarbamato, Ethylene-bisdihhiocarbamate y Copper hydroxide, productos químicos con sustancias altamente tóxicas.

En cuanto a los metales pesados, el cadmio tuvo mayor concentración de 1,677 mg/kg, seguido de plomo de 13,297 mg/kg y cromo VI con su máxima concentración de 0,7833 mg/kg.

#### Agradecimientos

Agradecemos al señor Bernardo Paredes Vela por facilitarnos con su terreno de cultivo de papaya para poder desarrollar la presente investigación. Asimismo, agradecemos a nuestro asesor Dr. Rubén Martínez Cabrera por el apoyo y conocimientos brindados en todo el proceso de elaboración de nuestro artículo.

#### Referencias bibliográficas

- Acevedo, L., Chacon, H., Meneses, V., & Leyton, A. (2021). Cadmium accumulation and distribution in artichoke plants (*Cynara scolymus* L.) grown in two contaminated agricultural soils. *Manglar*, 18(4), 443–447. <https://doi.org/10.17268/manglar.2021.057>
- Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., & Linero-Cueto, J. (2021). Concentración de metales pesados y calidad físico-química del suelo de la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1), e1313. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1313>
- Andrade, L., K., Castillo, C., I., & Quispe, R. (2020). Determinación de metales pesados en suelos agrícolas y suelos para cultivo de *Solanum tuberosum* de la bahía interior de Puno. *Investigación & Desarrollo*, 20(1), 147-153. <https://doi.org/10.23881/idupbo.020.1-111>
- Castillo, E., & Cenepo, A. (2022). Teledetección para la estimación de suelos degradados usados en cultivos de maíz del distrito de San Martín, Perú 2022. Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Ingeniería Ambiental. Tesis de Licenciatura. Universidad César Vallejo.
- Cotrina-Cabello, V. R., Alejos-Patiño, I. W., Cotrina-Cabello, G. G., Córdova-Mendoza, P., & Córdova-Barrios, I. C. (2020). Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú. *Centro Agrícola*, 47(2), 31-40.
- Hoque, N., Saha, S. M., Imran, S., Hannan, A., Hasan Seen, M., Thamid, S. S., & Tuz-zohra, F. (2022). Farmers' agrochemicals usage and willingness to adopt organic inputs: Watermelon farming in Bangladesh". *Environmental Challenges*, 7, 100451. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100451>
- Kumar, M., Singh, R. P., Gupta, P. K., & Mishra, D. (2022). The Risk Associated with Crop Ecosystem Management and Pesticides Pollution. In book: *Ecosystem Services: Types, Management and Benefits* (pp.13). Chapter: 9 Publisher: Nova Science Publishers, Inc. 415 Oser Avenue, Suite N. Hauppauge, NY, 11788 USA.
- Landeta, G., & León, D. (2021). Insecticidas usados y sus posibles implicancias para el medio ambiente en sistemas tecnológicos de andenerías. *RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 39, 14-25.
- Maurelia, J., Cornejo, O., Tume, P., Roca, N. (2022). Distribución de Metales Pesados en la Comuna de Coronel, Chile. *Minerales*, 12(3), 320. <https://doi.org/10.3390/min12030320>
- MINAM - Ministerio del Ambiente (2017). Decreto Supremo N° 002 – 2017 – MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos.
- Morales-Bautista, C. M., Lobato-García, C. E., Flores-Jiménez, J., Mendez-Olán, C. (2019). Cambios en las propiedades físicas y químicas de un suelo debido a un proceso de restauración aplicado a un derrame de hidrocarburos. *Acta universitaria*, 29, e2154. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2154>
- Mwanauta, R., Ndakidemi, P. A., & Venkataramana, P. B. (2022). Characterization of Farmer's knowledge and management practices of papaya mealybug *Paracoccus magnatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Tanzania. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(5), 3539-3545. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.02.037>
- Valladares, J. D., Zárate, A., Reynoso, R.C., Gaspar, C., Arone, G., & Mendoza, C. (2020). La aplicación combinada de abonos orgánicos mejora las propiedades físicas del suelo asociado al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 401-408. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.12>
- Zambrano, S. (2018). Diagnóstico de aplicación de agroquímicos en cultivos de ciclo corto y su impacto en la salud ambiental cantagallo, Ecuador. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Tesis Ingeniero en Medio Ambiente.

