



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y  
ORGANOFOSFORADOS EN EL AGUA QUE SE UTILIZA PARA LA PRODUCCIÓN DE  
PRODUCTOS HIDROPÓNICOS EN GUATEMALA, GUATEMALA**

**Ing. Agr. Anner Amilcar Toj Juárez**

Asesorado por la Msc. Ing. Carlos Héctor Alfredo Pinto Hernández

Guatemala, noviembre 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y  
ORGANOFOSFORADOS EN EL AGUA QUE SE UTILIZA PARA LA PRODUCCIÓN DE  
PRODUCTOS HIDROPÓNICOS EN GUATEMALA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ING. AGR. ANNER AMILCAR TOJ JUÁREZ**

ASESORADO POR LA MSC. ING. CARLOS HÉCTOR ALFREDO PINTO  
HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
EXAMINADOR	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
EXAMINADOR	Mtra. Licda. Blanca Azucena Méndez Cerna
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado :

### **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS EN EL AGUA QUE SE UTILIZA PARA LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS HIDROPÓNICOS EN GUATEMALA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de estudios de postgrados de Ingeniería, con fecha 16 de mayo de 2022



**Ing. Agr. Anner Amilcar Toj Juárez**

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
[secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt](mailto:secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt)

LNG.DECANATO.OI.04.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS EN EL AGUA QUE SE UTILIZA PARA LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS HIDROPÓNICOS EN GUATEMALA, GUATEMALA**, presentado por: **Ing. Agr. Anner Amilcar Toj Juárez**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANO a.i.  
Facultad de Ingeniería  
★

Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, enero de 2024

JFGR/gaoc



Guatemala, enero de 2024

LNG.EEP.OI.04.2024

En mi calidad de Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

**“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS  
ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOFORADOS EN EL AGUA QUE  
SE UTILIZA PARA LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS  
HIDROPÓNICOS EN GUATEMALA, GUATEMALA”**

presentado por **Ing. Agr. Anner Amilcar Toj Juárez** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería



Guatemala, 21 de julio de 2023

**M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada**  
**Directora**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Presente**

**Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada**

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y ORGANOOFOSFORADOS EN EL AGUA QUE SE UTILIZA PARA LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS HIDROPÓNICOS EN GUATEMALA, GUATEMALA** del estudiante **Anner Amilcar Toj Juárez** quien se identifica con número de carné **null** del programa de Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

  
  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
ESCUELA DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DE GUATEMALA

**Msc. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos**  
**Coordinador**  
**Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**



Guatemala, 21 de julio de 2023

M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrados  
Presente

Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: "**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS EN EL AGUA QUE SE UTILIZA PARA LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS HIDROPÓNICOS EN GUATEMALA, GUATEMALA**" del estudiante Anner Amilcar Toj Juárez del programa de Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos identificado(a) con número de carné null.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



---

Msc. Ing. Carlos Héctor Alfredo Pinto Hernández  
Colegiado No. 2983  
Asesor de Tesis

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Por brindarme fortaleza y sabiduría durante los años de estudio y permitirme culminar con éxito. “Encomienda tus obras al señor y tus propósitos se afianzarán (Proverbios 16:3).

**Mis padres**

Amilcar Toj Depaz y Juana Ubaldina Juárez de Toj por ser un ejemplo de superación, perseverancia y demostrarme que con esfuerzo podemos hacer realidad nuestros sueños.

**Mis hermanos**

Wendhy Toj, Danny y Yureska por su motivación y apoyo incondicional.

**Mi esposa**

Claudy Siomara Vargas Ruiz, por ser mi mano derecha y mi ayuda idónea. Gracias por tu paciencia, confianza, por estar conmigo en las buenas y en las malas y sobre todo gracias por tu amor incondicional. “Juntos podemos alcanzar lo que separados solo habríamos soñado”.

**Mi hijo**

Marcos Andreé Toj Vargas, por ser mi fuente de inspiración y la razón principal de querer realizar mis sueños para enseñarle con mi ejemplo que puede alcanzar todo lo que se proponga con trabajo y constancia.

**Mi cuñado**

Lic. José Manuel Mollinedo Enríquez, por su invaluable amistad y cariño hacia mi familia, gracias por tus sabios consejos y ser siempre una persona integra y un admirable profesional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi alma mater que me permitió nutrirme de conocimientos.
<b>Facultad de ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos en mi crecimiento académico y hacer de mí un profesional integro.
<b>Escuela de postgrados</b>	Por abrir sus puertas y permitir profesionalizar mis conocimientos a nivel de maestría.
<b>Mi asesor</b>	Msc. Carlos Héctor Alfredo Pinto Hernández por sus consejos y correcciones para que este trabajo fuera realizado exitosamente.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IV
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
OBJETIVOS.....	XIX
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXV
1. MARCO REFERENCIA.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Cultivos hidropónicos .....	7
2.2. Historia de la hidroponía.....	7
2.3. Ventajas de la hidroponía .....	8
2.4. Desventajas de la hidroponía.....	9
2.5. Calidad del agua.....	9
2.6. Solución nutritiva hidropónica (SNH).....	14
2.6.1. Dosificación de soluciones nutritivas .....	14
2.6.2. Conductividad eléctrica.....	16
2.6.3. Potencial de hidrógeno .....	16
2.7. Definición de plaguicidas .....	17
2.7.1. Formulación de plaguicidas .....	18
2.8. Clasificación de plaguicidas.....	21
2.8.1. Clasificación según el uso .....	24

2.8.1.1.	Insecticidas.....	27
2.8.1.2.	Fungicidas .....	28
2.8.1.3.	Herbicidas .....	28
2.8.2.	Grupo químico organoclorados .....	28
2.8.3.	Modo de acción .....	30
2.9.	Grupo químico organofosforados.....	32
2.9.1.	Modo de acción .....	34
2.9.2.	Riesgos para la salud humana .....	35
2.10.	Toxicidad de los plaguicidas .....	36
2.10.1.	Efectos agudos.....	38
2.10.2.	Efectos crónicos .....	39
2.10.3.	Residuos de plaguicidas.....	41
2.10.4.	Límite máximo de residualidad (LMR).....	41
2.10.5.	Residuos de pesticidas en alimentos .....	42
2.10.6.	Legislación y normalización de plaguicidas.....	43
2.10.7.	Análisis químico de pesticidas.....	43
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	45
3.1.	Fase 1: revisión documental .....	45
3.2.	Fase 2: recolección de datos .....	45
3.3.	Fase 3: visita de campo para la obtención de muestras .....	46
3.4.	Fase 4: informe de laboratorio .....	47
3.5.	Fase 5: identificación de los residuos de pesticidas.....	48
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	49
4.1.	Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en muestras de agua para la producción de cultivos hidropónicos.....	50

4.2.	Análisis de concentraciones de pesticidas identificadas en las muestras de agua contra parámetros según la OMS .....	58
4.3.	Identificación de las posibles fuentes de contaminación .....	63
4.4.	Recomendaciones para evitar la contaminación del agua por residuos de pesticidas .....	66
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>69</b>
5.1.	Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en muestras de agua para la producción de cultivos hidropónicos .....	69
5.2.	Análisis de concentraciones de pesticidas identificadas en las muestras de agua contra parámetros según la OMS.....	71
5.3.	Identificación de las posibles fuentes de contaminación .....	75
5.4.	Recomendaciones para evitar la contaminación del agua por residuos de pesticidas .....	76
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>79</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>81</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>83</b>
<b>APÉNDICES .....</b>		<b>91</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>95</b>



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Paratión .....	33
<b>Figura 2.</b>	Contenedores utilizados para el transporte de muestras de agua.....	47
<b>Figura 3.</b>	Cultivo de fresa ( <i>Fragaria vesca</i> ) bajo un sistema hidropónico ...	49
<b>Figura 4.</b>	Toma de muestra de agua en la fuente principal de abastecimiento. ....	57
<b>Figura 5.</b>	Toma de muestra de agua al final de las tuberías .....	58
<b>Figura 6.</b>	Monocultivos de maíz dulce ( <i>Zea mays L.</i> ) y ejote francés ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) .....	64
<b>Figura 7.</b>	Manejo inadecuado de recipientes vacíos de pesticidas .....	65
<b>Figura 8.</b>	Invernaderos descubiertos.....	66

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Operacionalización de las variables .....	XXII
<b>Tabla 2.</b>	Fertilizantes comunmente utilizados para soluciones hidropónicas .....	15
<b>Tabla 3.</b>	CE para diferentes etapas fenológicas de la planta.....	16
<b>Tabla 4.</b>	Criterios revisados para la clasificación de plaguicidas .....	23
<b>Tabla 5.</b>	Antiguo esquema de la clasificación de la OMS .....	26
<b>Tabla 6.</b>	Clasificación SGA .....	27
<b>Tabla 7.</b>	Insecticidas organoclorados .....	31

<b>Tabla 8.</b>	Resultados de laboratorio para la determinación de residuos de pesticidas organoclorados.....	50
<b>Tabla 9.</b>	Resultados de laboratorio para la determinación de residuos de pesticidas organofosforados.....	52
<b>Tabla 10.</b>	Ingrediente activo, fórmula química de los pesticidas organoclorados .....	53
<b>Tabla 11.</b>	Ingrediente activo, fórmula química de los pesticidas organofosforados.....	56
<b>Tabla 12.</b>	Comparación de concentraciones de pesticidas organoclorados contra los LMR.....	59
<b>Tabla 13.</b>	Comparación de concentraciones de pesticidas organofosforados contra los LMR.....	61
<b>Tabla 14.</b>	Lista de posibles fuentes de contaminación externa .....	63
<b>Tabla 15.</b>	Lista de posibles fuentes de contaminación interna .....	65

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>CE</b>	Conductividad eléctrica
<b>IDA</b>	Dosis diaria admisible
<b>DL50</b>	Dosis letal media, dosis letal para el 50 % de la población
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>LMR</b>	Límite máximo de residuos
<b>ppm</b>	Partes por millón
<b>pH</b>	Potencial de hidrogeno
<b>SNH</b>	Solución nutritiva hidropónica



## GLOSARIO

<b>Cultivos hidropónicos</b>	Método para cultivar plantas por medio del uso de agua; no utiliza suelo. Con este procedimiento lo más importante es depositar en el agua los nutrientes necesarios para que la planta crezca sin inconvenientes.
<b>Dosificación</b>	Acto y el efecto de determinar una dosis; una porción o cantidad de algo.
<b>Inocuidad de alimentos</b>	Conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud.
<b>Organoclorados</b>	Compuestos químicos sintéticos de amplio espectro, cuya propiedad más destacada es su alta estabilidad química, muy solubles en grasas e insolubles en agua.
<b>Organofosforados</b>	Grupo de compuestos orgánicos que contienen fósforo y se utilizan como insecticidas.
<b>Pesticida</b>	Es cualquier sustancia o mezcla de sustancias cuyo objetivo es prevenir, destruir, repeler o controlar una plaga.

**Toxicidad**

Describe el grado en el cual una sustancia es venenosa o puede causar una lesión.

## **RESUMEN**

La inocuidad de alimentos es importante para garantizar la seguridad alimentaria y con ello evitar el desarrollo de enfermedades transmitidas a los seres humanos por el consumo de estos, así mismo ayuda al fortalecimiento de la economía de los países garantizando la salubridad de los consumidores. Los alimentos pueden contaminarse en cualquier momento en el que sean manipulados desde la producción hasta la mesa del consumidor, la inocuidad de los alimentos es la garantía que estos no causen ninguna enfermedad a las personas que los consuman.

Actualmente en la agricultura; principalmente en la producción de alimentos aplicando el método hidropónico; produciendo frutas, verduras y hojas de corte fresco considerados como los productos más importantes en la producción hidropónica, la producción en Guatemala oscila entre 100 y 150 hectáreas, y estos se consumen regularmente crudos. Durante la producción se manipulan los factores ambientales hasta lograr producir sin la utilización del suelo, la técnica consiste en cultivar plantas utilizando como medio de cultivo una solución nutritiva la cual contiene los nutrientes que las plantas requieren para su crecimiento y desarrollo (Resh, 2001).

Se realizó un estudio en el que se busca evaluar la contaminación por pesticidas organoclorados y organofosforados en el agua que se utiliza para la producción de productos hidropónicos en una empresa productora cercana a la Ciudad de Guatemala, obteniendo dos muestras de agua una en la fuente principal de abastecimiento y la otra al final de las tuberías, estas se llevaron al laboratorio para un análisis químico de residuos de pesticidas; el laboratorio

aplicó la metodología por cromatografía líquida acoplado a espectrómetro de doble masas y cromatografía de gases con detectores selectivos.

Según el informe de resultados obtenido por el laboratorio INLASA S.A., indica que las muestras de agua tanto de la fuente principal de abastecimiento y la obtenida al final de las tuberías reflejan que las concentraciones de pesticidas organoclorados y organofosforados analizados; son no detectables (ND) comparándolo con el límite de detención establecido por el laboratorio, con base al análisis químico de agua según cromatografía; líquida acoplada a espectrómetro de doble masas y de gases con detectores selectivos realizado a las muestras de agua obtenidas, indican que no se encontraron residuos químicos de pesticidas que vulneren la salud de los consumidores.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

- Contexto general

La inocuidad actualmente es importante para el aseguramiento de la calidad de los alimentos y con ello evitar el desarrollo de enfermedades transmitidas a los seres humanos por el consumo de estos, así mismo ayuda al fortalecimiento de la economía de los países garantizando la seguridad alimentaria. Los alimentos pueden contaminarse en cualquier momento en el que sean manipulado desde la producción hasta la mesa del consumidor, la inocuidad de los alimentos es la garantía que estos no causen ninguna enfermedad a las personas que los consuman.

Actualmente en la agricultura; principalmente en la producción de alimentos aplicando el método hidropónico siendo los vegetales de hojas de corte fresco los más importantes en la producción hidropónica, en Guatemala se conocen un área de cultivo entre 100 y 150 hectáreas, estos se consumen regularmente crudos. Durante la producción se manipulan los factores ambientales hasta lograr producir sin la utilización del suelo, consiste en cultivar plantas utilizando como medio de cultivo una solución nutritiva la cual contiene los nutrientes que las plantas requieren para su crecimiento y desarrollo (Resh, 2001).

El uso de plaguicidas y las buenas prácticas agrícolas son aspectos necesarios para considerar, actualmente definimos que los plaguicidas son sustancias químicas que se utilizan para proteger animales y plantas de los

efectos negativos de otros seres vivos que por su acción expansiva numérica se pueden convertir en plaga.

Son sustancias o ingredientes activos, así como formulaciones o preparados que contengan uno o varios de ellos destinados a combatir los agentes nocivos para los vegetales, favorecer o regular la producción vegetal, conservación de productos vegetales.

Actualmente, la clasificación de la OMS está basada en las categorías de peligro de toxicidad aguda del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) clasificándolos de la siguiente manera clase; (Ia) sumamente peligroso, (Ib) muy peligroso, (II) moderadamente peligroso, (III) poco peligroso, (U) poco probable que presente un peligro agudo. (OMS, 2019, p.6)

- Descripción del problema

Actualmente las poblaciones de consumidores demandan productos de consumo masivo principalmente los de origen hidropónico y que estos garanticen la inocuidad de los alimentos, por tanto, es necesario que las empresas que se dediquen a la producción de estos productos apliquen las normas y regulación establecidas para garantizar que no causarán ningún daño a los consumidores.

La empresa ubicada en cercanías de la ciudad de Guatemala por muchos años se ha dedicado a la producción de productos hidropónicos porque ven un mercado favorable para la distribución de estos alimentos, sin embargo, es importante conocer la calidad del agua utilizada para la producción, actualmente

la empresa no conoce si existen residuos químicos en el agua que es utilizada, principalmente residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados.

En la producción de productos hidropónicos siendo las hojas de corte fresco las de mayor producción a nivel nacional y consumidas por la población, es necesario conocer que prácticas agrícolas se aplican para garantizar la inocuidad de estos durante la producción, las buenas prácticas agrícolas (BPA) se describen como una serie de tecnologías y técnicas realizadas en el campo destinadas para obtener productos frescos, de excelente calidad, con altos rendimientos económicos, haciendo énfasis en el manejo integrado de plagas y enfermedades, conservando los recursos naturales y el medio ambiente, minimizando así los riesgos para la salud humana. (INCAP, 2006, p.1)

- Formulación del problema

Realizando una observación de campo en la finca productora, se determinaron todos los problemas y posibles fuentes de contaminación del agua por residuos de pesticidas en los cultivos hidropónicos, el agua se considera el principal recurso natural para la producción de estos alimentos.

La contaminación del agua puede darse por medio de acciones que van en contra de una correcta aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) durante la producción de cultivos hidropónicos, esta contaminación se debe al uso desmesurado de productos químicos provocando una residualidad química dañina para la salud de los consumidores, esta puede darse por factores externos

o aplicaciones a las plantaciones para el control, mejoramiento y rendimiento de los cultivos.

Se realizaron análisis químicos a nivel de laboratorio para identificar la presencia o no de residuos de pesticidas principalmente de los organoclorados y organofosforados, cuantificándolos en base a las concentraciones encontradas.

Según Maggioni (2018) el consumo de productos contaminados con residualidad química por el uso de plaguicidas durante la producción pueden tener efectos adversos a los consumidores, pueden ser agudos o corto plazo, son aquellos de rápida aparición y curso (generalmente en las primeras 24 horas), producidos por una sola dosis o por cortas exposiciones a una sustancia. En la mayoría de los casos este tipo de intoxicaciones se resuelven en un corto período de tiempo, pudiendo dejar secuelas o incluso producir la muerte. El campo de estudio y evaluación de efectos agudos se relaciona estrechamente con la problemática de la exposición ocupacional, especialmente de los aplicadores y los agricultores, quienes son habituales usuarios de estas sustancias. También tiene incidencia a nivel toxicológico la exposición accidental o intencional con o sin propósito de daño especialmente en ámbitos urbanos.

Los efectos crónicos son las patologías que se desarrollan en el organismo, generalmente por la exposición repetida a bajas dosis, luego de un período de meses y hasta incluso varios años. Si bien son muchos los efectos crónicos a los cuales se asocian a los plaguicidas, como, por ejemplo: alteraciones en el neurodesarrollo infantil, mayor prevalencia de autismo en niños debido a la exposición prenatal a plaguicidas, enfermedades autoinmunes y, finalmente, efectos mutagénicos y teratogénicos.

- Pregunta principal
  - ¿Qué cantidad de pesticidas organoclorados y organofosforados se encuentran en el agua que se utiliza para la producción de productos hidropónicos en una finca cerca de Guatemala?
- Preguntas secundarias
  - ¿Qué moléculas de plaguicidas están presentes?
  - ¿Qué moléculas de plaguicidas superan a los parámetros establecidos por la OMS?
  - ¿Cuáles son las posibles fuentes de contaminación del agua que se utiliza para la producción de cultivos hidropónicos?
  - ¿Qué recomendaciones se proponen para evitar la contaminación del agua por residuos de pesticidas?
- Delimitación del problema

En La ejecución del trabajo de graduación se realizó obteniendo muestras de agua que se utilizaron para la producción de productos hidropónicos en la ciudad de Guatemala.

El tiempo estimado para la ejecución de la investigación fue de seis meses.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar la contaminación por pesticidas organoclorados y organofosforados en el agua que se utiliza para la producción de productos hidropónicos en una empresa productora cercana a la ciudad de Guatemala.

### **Específicos**

1. Determinar los residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados presentes en el agua.
2. Comparar las concentraciones cuantificadas con los rangos permitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).
3. Identificar las posibles fuentes de contaminación del agua que se utiliza para la producción de cultivos hidropónicos.
4. Proponer recomendaciones para evitar la contaminación del agua por residuos de pesticidas.



## **RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO**

- **Tipo de estudio**

El estudio realizado tiene un enfoque cuantitativo y descriptivo, debido a que se evaluaron las concentraciones de residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados encontrados en el agua que se utiliza para la producción de productos de cultivos hidropónicos.

- **Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación se realizó bajo el método experimental, porque se obtuvieron dos muestras de agua, una de la fuente principal y al final de las tuberías para ejecutar un análisis químico de agua a nivel laboratorio.

- **Alcance de la investigación**

El alcance del estudio fue de tipo cuantitativo y descriptivo, porque se identificaron por medio de un análisis químico de agua las concentraciones de residuos de pesticidas encontrados en las muestras de agua que utilizan para la producción de productos hidropónicos extraídas de dos puntos importantes, de la fuente principal de abastecimiento y al final de las tuberías, comparando los resultados con los límites máximos permitidos según la OMS.

- **Operacionalización de variables**

Las variables de estudio se describen en la tabla 1, a continuación:

**Tabla 1.***Operacionalización de las variables*

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>
Residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados	Un límite máximo de residuos (LMR) es el nivel máximo de residuos de un plaguicida que se permite legalmente en los alimentos o piensos (tanto en el interior como en la superficie) cuando los plaguicidas se aplican correctamente conforme a las buenas prácticas agrícolas.	Concentración máxima de residuo de plaguicida (expresada en mg/kg). Esto significa que cualquier producto que cumple con esos límites puede ser consumido por una persona toda su vida, sin que ello le cause ningún daño.	1 análisis de agua de la fuente principal de abastecimiento.
Concentración de pesticidas encontrados	La concentración es la relación que existe entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolución.	La concentración se expresa de manera cuantitativa utilizando porcentaje de soluto, molaridad, normalidad partes por millón.	Concentraciones permitidas según OMS (mg/kg)

Continuación de la tabla 1.

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>
Fuentes externas de contaminación	La contaminación es una alteración o degradación del ambiente, teniendo efectos negativos sobre la salud de los seres humanos y la biodiversidad, puede causar serias enfermedades en los humanos.	El agua es una fuente de contaminación común para los alimentos, el uso de aguas contaminadas provoca serias enfermedades para los seres humanos.	Fuentes de contaminación, natural o externa
Recomendaciones para evitar la contaminación del agua	Las recomendaciones son propuestas dadas por el investigador para mejorar los problemas determinados, solventar necesidades.	Con el uso adecuado de pesticidas y aplicación correcta de las buenas prácticas agrícolas (BPA) se reduce la contaminación del agua y que este en contacto de alimentos para consumo humano	Buenas prácticas agrícolas Buenas prácticas de manufactura

*Nota.* Operacionalización de las variables. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

- Técnicas de análisis de la información

Para el análisis de la investigación se utilizaron los resultados del informe final del análisis de agua realizada a las dos muestras extraídas de la fuente principal y al final de las tuberías en la producción de cultivos hidropónicos, comparando los límites máximos residuales (LMR) según a la Organización

Mundial de la Salud y las concentraciones detectadas por el laboratorio para residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados.

Los resultados se incluyeron dentro de tablas; una herramienta que ayudo para realizar la comparación de concentraciones detectadas y lo permitido según la OMS, se analizaron los datos de 21 concentraciones de residuos de pesticidas organoclorados y 15 residuos de pesticidas organofosforados los cuales se obtuvieron a partir de las muestras de agua extraídas, observaciones y visitas de campo para determinar las posibles fuentes de contaminación y así plantear recomendaciones para evitarlo.

Finalmente se determinó el impacto de la contaminación de cultivos producidos por hidroponía principalmente por pesticidas organoclorados y organofosforados determinando a través de un análisis químico de agua con metodología (PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water aplicando para la identificación de residuos organofosforados y organoclorados cromatografía de gases con detectores selectivos y cromatografía líquida acoplado a espectrómetro de doble masas logrando con ello la identificación de las concentraciones y posteriormente ser comparadas con los LMR permitidos por la OMS.

## INTRODUCCIÓN

En la siguiente investigación se determinará la presencia de residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados en productos de origen hidropónico, por medio de una sistematización de procesos porque se cuantificarán concentraciones en ppm, descripción de las etapas y la comparación de resultados contra las regulaciones establecidas para garantizar la inocuidad de los alimentos.

En la siguiente investigación se determinará la presencia de residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados en productos de origen hidropónico, por medio de una sistematización de procesos porque se cuantificarán concentraciones en ppm, descripción de las etapas y la comparación de resultados contra las regulaciones establecidas para garantizar la inocuidad de los alimentos.

La hidroponía o cultivos hidropónicos, es un método o una forma de cultivar alimentos utilizando soluciones nutritivas, balanceadas y equilibradas estas elaboradas de acuerdo a las necesidades y exigencias nutricionales del cultivo, utilizando medios hídricos como sustituto del suelo, las plantas son propagadas en un medio acuoso en donde se aplican las soluciones nutritivas equilibradas para que las raíces de las plantas puedan absorber los nutrientes esenciales para un adecuado desarrollo, crecer y producir los alimentos.

Dado que las plantas crecen aisladas del suelo, la incidencia de malezas, insectos y microorganismos se reduce significativamente, motivo por el cual es posible minimizar o eliminar la necesidad de plaguicidas, obteniéndose así,

alimentos más saludables para el consumo humano, sin embargo es importante considerar que se requiere una mayor necesidad de especialización y agua de buena calidad, la hidroponía es una alternativa interesante frente al problema de degradación y contaminación de los suelos.

La calidad del agua para la producción es importante debido a la presencia de contaminación por microorganismos, residuos de pesticidas y metales pesados, potencialmente perjudiciales y que ponen en riesgo la salud de las personas al consumir estos productos.

La presente investigación realiza una propuesta con el objetivo de evaluar la contaminación por pesticidas organoclorados y organofosforados en el agua que se utiliza para la producción de cultivos hidropónicos, siendo el agua una sustancia muy necesaria pero peligrosa para las especies vivientes en el planeta, debido a su alto grado de vulnerabilidad a la contaminación por el vertimiento de sustancias tóxicas a los afluentes hídricos.

Por la falta de conciencia y responsabilidad ambiental (medicamentos, aceites, pesticidas entre otros) así como otras formas de contaminarlas por; calentamiento global, deforestación, aguas negras, tráfico marítimo, derrame de combustibles, que son desechados a través del agua, lamentablemente son causas en donde se ha evidenciado la participación directa la especie humana.

Con la solución propuesta se espera determinar la contaminación del agua para la producción de cultivos hidropónicos por residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados, evaluándolos con relación a los límites máximos permitidos por la organización mundial de la salud, y alertar a la población para la prevención de enfermedades en los seres humanos por el consumo de productos hidropónicos que sean producidos en condiciones de

inocuidad no aceptables. Para la determinación de moléculas residuales de pesticidas y que vulneran la salud humana se aplicará un análisis a nivel de laboratorio por la metodología Masas – Masas en el cual se obtendrá una lista de pesticidas para la evaluación correspondiente acorde a los resultados obtenidos.

El informe de investigación se conformó por cinco capítulos los cuales son: el capítulo 1, corresponde al marco referencia en el que se describen antecedentes específicos que aportan guías y metodologías para la ejecución de la presente investigación, describiendo estudios de residuos de pesticidas presentes en alimentos y el daño que causan a los seres humanos.

El capítulo 2, se detalló una revisión bibliográfica construyendo el marco teórico definiendo los cultivos hidropónicos, historia, importancia, ventajas y desventajas. Así mismo la calidad del agua, soluciones nutritivas utilizadas para la producción, pH, conductividad eléctrica, de igual manera se define a los pesticidas, formulación, clasificación; de acuerdo a su uso, al grupo químico al que pertenecen, pesticidas organoclorados y organofosforados, peligros para la salud humana acorde al grado de toxicidad, seguidamente se describen los límites máximos de residualidad, ocurrencia de los residuos para compararlos con legislación y normalización de pesticidas, proporcionando los resultados a partir de los análisis químicos de residuos de pesticidas.

El desarrollo de la investigación se consignó en el capítulo 3, donde se encontrará la descripción de la metodología, fases de las etapas a seguir para la ejecución del estudio de residuos de pesticidas en alimentos de consumo humano.

En el capítulo 4 se presentaron los resultados obtenidos durante la investigación, direccionados por los objetivos planteados los cuales se completan tal como se establecieron.

El capítulo 5 explicó la discusión de resultados obtenidos durante la investigación en base a los objetivos indicados.

Por último, se elaboraron las conclusiones dando respuesta a todos los objetivos planteados como aporte importante se describen las recomendaciones para todos los consumidores de productos hidropónicos, dando a conocer la importancia de consumir productos no contaminados por pesticidas.

## **1. MARCO REFERENCIA**

En los siguientes antecedentes se presentarán investigaciones realizadas en los últimos años que tiene relación con la contaminación por pesticidas organoclorados y organofosforados principalmente en alimentos agrícolas para el consumo humano, estos exponen fuertemente la salud humana, las investigaciones enlistadas presentan una fuerte relación directa con los objetivos planteados en el trabajo de graduación. Cada uno de los antecedentes aporta guías metodológicas para la determinación, evaluación y comparación de resultados de laboratorios los cuales se comparan contra los límites permitidos por las normas regulatorias del país según los límites máximos permisibles.

Según FAO (2017) indica que:

La hidroponía es el método más común de cultivo de plantas agrícolas sin suelo, incluido el cultivo de plantas en sustrato o agua con raíces desnudas. En particular, la hidroponía sin circulación no requiere electricidad ni bombas y, por primera vez, estos métodos pueden usar agua y nutrientes para crecer. No se requiere agua o fertilizante adicional.

(p. 1)

Según Madueño (2017):

En la tesis determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del Cono Norte, Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana “se determinó que la concentración de plomo encontrada en las hojas de lechuga tiene una media de 1279 ppm, así mismo la concentración de cadmio fue determinada con 0.084 ppm. De acuerdo a la comparación realizada el 40 % de las lechugas evaluadas indican que superan el nivel máximo permisible según la OMS siendo esta de un 0.3 ppm de plomo, el 12.5 % de las lechugas evaluadas superan el límite máximo permitido por la OMS con un valor 0.2 ppm de cadmio” (p.63).

Según Moran (2021):

Indica que se evaluó el efecto de las sustancias utilizadas para la producción de cultivos hidropónicos en hidroponía en plantas de lechuga (*Lactuca sativa L*), donde se determinó que a una temperatura de producción de aprox. 28°C, la conductividad eléctrica estuvo entre 1800 y 2800 ppm y se encontró que debido a la producción, los minerales, nitrógeno y potasio utilizados en el proceso son altos en la planta,

resultando en 69 mg de nitrógeno por planta y 74 mg de potasio por planta (p. 50).

Según Terán (2020):

Indica que la determinación de los niveles de toxicidad química de los residuos de plaguicidas organofosforados en vegetales mediante cromatografía de gases de muestras de dos fuentes diferentes. El análisis estadístico de los resultados de ANOVA, luego se comparó con el plaguicida peruano MAL por cromatografía de gases, lo que mostró que los vegetales contenían una alta toxicidad, detectada inicialmente en 0,2 ppm. en la segunda corrida y 0.23 ppm en la segunda corrida usando clorpirifos como estándar para determinar la concentración del ingrediente organofosforado activo (0.05 ppm) (p. 15).

Según Solano (2010):

Indica que con base en los registros de importación, estos pesticidas han sido identificados como los más comunes en Guatemala; 2,4-D, atrazina, mancozeb, paraquat, aldicarb y terbufos. Los pesticidas más relevantes para los problemas de intoxicación aguda y daño ambiental son: metil paratió, paraquat, tamarona, endosulfán y atrazina (p.1).

Según Solano (2010) establece que los pesticidas pueden dañar la salud humana y los ecosistemas. Muchos plaguicidas representan una amenaza para la salud humana a través del contacto directo con los aplicadores y los trabajadores agrícolas y mediante el contacto indirecto a través de residuos persistentes en los alimentos y el agua potable. Los problemas que se presentan al utilizar plaguicidas son el incumplimiento de la seguridad de su uso (por uso irresponsable) y, en la mayoría de los casos, usuarios mal preparados (analfabetos o ignorantes técnicos), lo que provoca graves consecuencias para el medio natural y las repercusiones en bienestar saludable de los humanos (p.1).

Según Fallaci (2017):

En la tesis uso de plaguicidas organoclorados y organofosforados en la agricultura peruana en el cinturón verde de Córdova se evaluó el impacto del uso de plaguicidas en la salud humana. Consumo diario de hortalizas de hoja y riesgos potenciales para la salud por la presencia de plaguicidas en las hortalizas, ya sea que se consuman crudas o por estar expuestas a una mayor superficie, determinado por organoclorados y orgánicos. Presencia de compuestos fosfatados en espinacas y acelgas. Considerando que el agua de riego puede ser utilizada como medio de

dispersión de estos contaminantes, se encontraron residuos en el 22,51% de los casos (p.1).

Según Fallaci (2017) indica que los plaguicidas identificados fueron: endosulfán, deltametrina, cipermetrina, bifentrina, dimetoato, etil-clorpirifos, clorotalonil, malatión y metamidofos. El más frecuente de los residuos detectados fue endosulfán (9,32 %), mientras que malatión y metamidofos sólo se presentaron en una oportunidad cada uno (0,32 %).

El valor límite máximo (LMR) se superó en un 14,44 % de residuos de plaguicidas en lechuga, un 8,64 % en acelgas y un 4,65 % en espinacas.

Análisis de riesgos mediante el cálculo de la ingesta diaria admisible (IDA) mediante métodos deterministas (p.1).

Según Fallaci (2017), estable que “ninguno de los residuos en las verduras de hoja superó el 100% de la IDA tomando el criterio de la FAO/OMS. En aquellos casos donde se encontraron valores >1 % de la IDA, se aplicaron dos criterios de categorización de riesgo: por bandas porcentuales y mediante la utilización de un Índice de Peligros (IP)” (p.1).

Según Izaguirre (2016):

Indica que la producción promedio de productos hidropónicos en el país es de 140 hectáreas promedio, las cuales producen 33,500 toneladas, siendo el 4.67 % para la exportación y un 95.33 % como consumo aparente (p. 3).

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Cultivos hidropónicos**

Es una técnica alternativa y relativamente nueva en nuestro medio para producir cultivos saludables. Esta técnica permite cosechas en períodos más cortos que la siembra tradicional (precocidad), mejor sabor y calidad del producto, mayor homogeneidad y producción (Inta, 2010).

Los cultivos hidropónicos son producidos aplicando técnicas agrícolas preexistentes y que principalmente no se utiliza el suelo para lograr la producción de frutas, verduras, hojas de corte, raíces entre otros, que tienen un propósito alimenticio para las poblaciones, para lograrlo podemos utilizar soluciones nutritivas químicamente balanceadas para satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas.

### **2.2. Historia de la hidroponía**

Durante los últimos 60 años, se han realizado esfuerzos para desarrollar nuevos sistemas que ayuden a resolver estos problemas. La mayoría son cultivos hidropónicos, que ofrecen un método alternativo de producción de alimentos no solo en zonas con problemas de contaminación del suelo y escasez de agua, sino también en el ámbito doméstico (Zárate, 2014).

El término hidroponía se deriva del griego hydro = agua y ponos = trabajo o actividad, es decir, trabajo del agua o actividad del agua. También se conoce

como cultivo sin suelo, nutricultura, quimiocultura, cultivo artificial o agricultura sin suelo (Zárate, 2014).

La hidroponía tuvo su origen en el siglo XIX, derivada de los estudios sobre las vías de absorción de los nutrientes por las plantas que realizaron fisiólogos como Woodward y De Saussure (Zárate, 2014).

### **2.3. Ventajas de la hidroponía**

Los cultivos hidropónicos son producidos sin la utilización del suelo y esto permite las siguientes ventajas. Según Beltrano y Jiménez (2015) describen las ventajas siguientes:

- Cultivo libre de parásitos, bacterias y contaminación
- Reducir los costos de producción
- Independientemente de los fenómenos meteorológicos
- Brinda la oportunidad de producir cultivos en diferentes estaciones
- Menos espacio y capital para aumentar la producción
- Ahorro de agua y recicitable
- Ahorre en fertilizantes y pesticidas
- Evitar el uso de maquinaria agrícola (tractores, rastrillos, etc.)
- Limpieza e higiene en el proceso de cosecha
- Mejorar la madurez temprana de los cultivos
- Alto grado de automatización
- Mejor y mayor calidad del producto
- Alto rendimiento por unidad de superficie
- Acelerar el proceso de plantación
- La misma especie de planta se puede cosechar repetidamente cada año

- Ahorrar agua
- No contiene nutrientes ni productos químicos. (p.18)

#### **2.4. Desventajas de la hidroponía**

Según Beltrano y Gimenez (2015) afirman:

Que los cultivos hidropónicos cuentan con algunas desventajas que son casi imperceptibles como el costo inicial el cual resulta elevado, así mismo requiere un conocimiento mayor para llevar adelante la producción, sin embargo, esto es discutible, ya que cualquier persona lo pudo hacer ya sea un ama de casa, un niño o un físico matemático. (p.19)

#### **2.5. Calidad del agua**

Soto (2015) define que:

La calidad del agua es como la combinación de concentración, características y las particiones físicas de sustancias orgánicas e inorgánicas se determinan y normalizado con indicadores que muestran concentración, límite componentes relacionados y otros atributos que afectan diferentes usos.

Es importante considerar y evaluar por medio del estudio el cual detalle características determinantes como que nos permitan un buen

crecimiento de las plantas a producir; las propiedades que necesitamos analizar incluyen las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua.

Según Soto (2015), indica que los parámetros que se deben evaluar previo al establecimiento de un cultivo hidropónico son las siguientes (p.2).

- Características químicas

La determinación de la mala calidad del agua es muy importante en los cultivos hidropónicos, ya que permite el cálculo y ajuste significativo de las soluciones nutritivas, determinación del contenido de salinidad (CE), acidez (pH), macronutrientes, micronutrientes, bicarbonato, cloro y sodio. La concentración de bicarbonato nos indica la cantidad de ácido a utilizar para equilibrar el pH del agua (Soto, 2015).

- Conductividad eléctrica

Según Soto (2015) indica que, aunque no proporciona información sobre el balance y la concentración de nutrientes minerales, es un indicador del contenido total de sales disueltas de la solución, lo que lo convierte en uno de los parámetros más útiles en el manejo de soluciones de nutrientes. Si el intervalo óptimo varía según el cultivo y la etapa fenológica, se recomienda medir al menos dos veces por semana (p.2).

En condiciones de verano tropical o invernadero, las altas temperaturas hacen que las plantas absorban agua más rápido que los elementos minerales, lo que reduce la cantidad de soluciones nutritivas, concentra las sales minerales y aumenta la salinidad.

Según Soto (2015) indica que es importante considerar que el volumen en el tanque para garantizar la estabilidad de las sales disueltas. En este caso, es aconsejable agregar agua si la solución nutritiva excede el límite superior requerido del cultivo.

En condiciones climáticas moderadas, la salinidad (EC) de la solución es más estable, por lo que es suficiente reponer el volumen absorbido del cultivo con la solución todos los días.

- Potencial de Hidrógeno

Indica la acidez o alcalinidad de la solución nutritiva y determina la disponibilidad de minerales. El aumento de la acidez o alcalinidad pueden afectar la disponibilidad de los nutrientes disponibles para las plantas cuando estén en contacto con la solución nutritiva que las desarrolle. La disponibilidad de nutrientes para las plantas debe oscilar en un rango de pH de 5.5 a 6.5. (Soto, 2015)

- Oxígeno disuelto

Soto (2015) indica que “el oxígeno disuelto es uno de los parámetros más importantes en la estabilidad y vida útil de la solución nutritiva” (p.39).

Las concentraciones de oxígeno pueden variar en las soluciones nutritivas son causados por la temperatura, la presencia de organismos (patógenos), salinidad y la altitud sobre el nivel del mar (Soto, 2015).

Según Soto (2015) indica que demostraron que a medida que aumentaba la temperatura, puede bajar la concentración de oxígeno disuelto, produciendo fermentación por la presencia de microorganismos anaerobios en la solución, y como consecuencia las raíces cambian de color debido a la senescencia de los tejidos radiculares, y esto a su vez afectó otras propiedades físicas como olor, color y turbidez, lo que puede acortar significativamente duración de la solución nutritiva y por ende afectar la calidad del cultivo.

Establece que la contaminación por factores externo como bacterias, hongos y materia orgánica puede provocar una disminución del oxígeno disuelto, ya que los microorganismos utilizan el oxígeno disuelto para descomponer los desechos orgánicos. Esta situación afecta la estabilidad del nitrógeno nítrico, ya que los microorganismos anaerobios obtienen

oxígeno de los nitratos durante la desnitrificación, mientras pierden una gran cantidad de nitrógeno elemental gaseoso (p.3).

- Características físicas

Soto (2015), describe las características físicas como:

La temperatura ambiente: es directamente proporcional a la temperatura ambiente y afecta principalmente a la concentración de oxígeno disuelto en el agua.

El color: esto se debe a diferentes solutos, interacciones con la luz solar y la presencia de microorganismos.

El olor: este método subjetivo para determinar la contaminación se asocia con la presencia de sustancias orgánicas solubles en él.

Turbidez: es un indicador de la presencia de contaminantes como materia orgánica, bacterias, hongos, algas y otros microorganismos y macroorganismos (p.3).

- Características microbiológicas

Es importante identificar las siguientes bacterias; coliformes, salmonella, shigella y escherichia coli, así como patógenos de plantas como Phytobacterium y Erwinia.

## **2.6. Solución nutritiva hidropónica (SNH)**

Según Rodríguez (200) establece que “una solución nutritiva hidropónica es una mezcla de diferentes fertilizantes que, al disolverse en agua, ionizan los elementos químicos que los componen y son fácilmente absorbidos por las raíces de las plantas” (p.2).

Se considera que las soluciones nutritivas para uso hidropónico deben ser una solución homogénea que presente características específicas principalmente en los nutrientes esenciales para las plantas, considerando que estos deben estar en concentraciones adecuadas según el cultivo o la producción a la cual se aplicara, debido a que debe cumplir con los requerimientos nutricionales del cultivo.

### **2.6.1. Dosificación de soluciones nutritivas**

Las dosis de las soluciones nutritivas dependerán de las necesidades de los cultivos para los que se utilicen, deberán ser específicas a las necesidades de los cultivos. Según Sánchez, Ford, Berghage, Di Gioia y Flax (2022) establecen una solución de Sonoveld bajo las siguientes características:

“Nitrógeno (150 ppm), Fosforo (31 ppm), Potasio (210 ppm), Calcio (90 ppm), Magnesio (24 ppm), Hierro (1 ppm) (p.2) y Manganese (0.25 ppm), Zinc (0.13 ppm), Cobre (0.023 ppm), Boro (0.16 ppm), Molibdeno (0.0024 ppm)”. (p.2)

**Tabla 2.**

*Fertilizantes comúnmente utilizados para soluciones hidropónicas*

<b>Fertilizante</b>	<b>Grado, Nutrientes contenidos (%)</b>
Nitrato de Calcio	15.5 - 0 - 0.19 (Calcio)
Nitrato de amonio	34 – 0 – 0
Nitrato de potasio	13 – 0- 44
Sequestrene 330	10 (hierro)
Fosfato de potasio monobásico	0 – 52- 34
Sulfato de magnesio	9.1 (magnesio)

*Nota.* Sánchez, E. (2022). *Sistemas Hidropónicos: Programas recetas de soluciones nutritivas*. ([https://extension.psu.edu/downloadable/download/sample/sample\\_id/4379/](https://extension.psu.edu/downloadable/download/sample/sample_id/4379/)). Consultado el 5 de septiembre de 2022. De dominio público.

## 2.6.2. Conductividad eléctrica

La CE es una de las variables para determinar la absorción de nutrientes e indica la concentración total de sales solubles en agua. El agua pura tiene una conductividad de cero o cercana a ella, mientras que el agua potable tiene una conductividad de 1. Cuanto más sal contiene el agua, mayor es la conductividad (Rodríguez, 2016).

**Tabla 3.**

*CE para diferentes etapas fenológicas de la planta*

Etapa Fenológica	Conductividad Eléctrica (CE)
Fase inicial, trasplante	0.5
Vegetativa	1.0 – 1.5
Floración	1.5 – 2.0
Reproductiva	2.0 – 2.5

*Nota.* Rodríguez, V. (2016). *Invernadero hidropónico automatizado en riego, con monitoreo de pH, conductividad eléctrica y control de variables climáticas.* ([https://www.repositoryinstitucionaluacm.mx/jspui/bitstream/123456789/365/3/VERONICA%20OLVERA%20RODRIGUEZ\\_ISEI\\_unlocked.pdf](https://www.repositoryinstitucionaluacm.mx/jspui/bitstream/123456789/365/3/VERONICA%20OLVERA%20RODRIGUEZ_ISEI_unlocked.pdf)): Consultado el 5 de septiembre de 2022. De dominio público.

## 2.6.3. Potencial de hidrógeno (pH)

El pH es una unidad de medida utilizada para determinar la acidez o alcalinidad de una sustancia. El valor de pH del SN no es estático, ya que depende del dióxido de carbono en el ambiente y del recipiente en el que se coloca el SN, ya sea abierto o cerrado. El valor de pH del agua de riego suele

estar entre 7,0 y 7,5; Debe determinarse un valor de pH de 5,5 en agua antes de la preparación de SN. (Rodríguez, 2016)

El pH del sustrato determina la absorción de nutrientes y puede medirse mediante muestreo de lixiviados, es decir, medición indirecta. El rango de pH para la máxima absorción de nutrientes debe estar entre 5,5 y 7,0. Si el pH del sustrato está lejos de estos valores, la planta no absorbe los nutrientes necesarios y se desarrolla una deficiencia de nutricional, que a veces se confunde con una deficiencia de nutrientes, pero si se realiza un análisis de pH. (Rodríguez, 2016)

## **2.7. Definición de plaguicidas**

Según la organización Mundial de la Salud establece que el término *plaguicida* es una palabra compuesta que comprende todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas. En la agricultura, se utilizan herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematicidas y rodenticidas.

Según la OMS (1990) define como insecticidas cualquier solución destinada a prevenir, destruir o controlar plagas a límites bajos, incluidos los vectores de enfermedades humanas o animales, plantas venenosas, que dañan o interfieren de otro modo con los alimentos, la producción agrícola, el procesamiento, el almacenamiento, el transporte o el comercio, o las especies animales y madera.

Según la Autoridad Europea de Seguridad alimentaria define a un plaguicida como un término más amplio que también incluye productos como los biocidas, destinados a usos no vegetales para controlar plagas y portadores de enfermedades como insectos, ratas y ratones.

Según la OMS (2009) indica que los plaguicidas pueden ser destinados para los usos siguientes:

- Combatir o prevenir los efectos de sustancias nocivas en plantas y productos vegetales
- Apoya o regula la producción de plantas además de la mejora de nutrientes y suelos.
- Conservación de plantas y protección de la madera
- Destruya las verduras no deseadas
- Destruir partes de la planta o evitar su pobre crecimiento
- Inofensivos, destruyen o impiden la actividad de otros microorganismos excepto los que atacan a las plantas.

#### **2.7.1. Formulación de plaguicidas**

Los pesticidas consisten en ingredientes activos y excipientes que determinan las preparaciones para uso comercial. Las preparaciones más comunes pueden ser líquidas o sólidas (Leiva, 2013).

Según Leiva (2013) define que una solución, o concentrado soluble, es una sustancia líquida o sólida que forma una sola fase con el agua, por lo general los concentrados solubles son transparentes, y una vez disueltos en agua conservan dicha propiedad.

Una emulsión es un líquido suspendido en otro líquido. Es un sistema heterogéneo formado por dos fases separadas entre sí por superficies

discontinuas. Cada fase tiene las mismas propiedades físicas y químicas. Las emulsiones pueden sufrir una separación de fases espontánea, proceso que separa diferentes sistemas homogéneos o las fases que lo componen de sistemas heterogéneos. La coalescencia es un fenómeno en el que dos fases de esencialmente la misma composición se unen para formar entidades más grandes. Debido a la menor densidad, la fase discontinua fluye a través de la fase continua. Esta propiedad indica que se requiere agitación para evitar la separación. (Leiva, 2013)

Según Leiva (2013) indica que, por lo general, son de color ámbar y se vuelven de color blanco lechoso cuando se disuelven en agua; desprenden olor a disolventes orgánicos (fase continua).

Según Leiva (2013) establece que una suspensión contiene partículas sólidas suspendidas en un líquido.

Según Leiva (2013) indica que La agitación es mejor que las emulsiones para homogeneizar la suspensión en el recipiente (mezcla manual antes del llenado) o para mantener la estabilidad de la formulación después de la disolución en agua (volver a agitar). Suele ser una pasta semilíquida, blanca e inodora que conserva su color cuando se diluye en agua.

- Descripción de las formulaciones:

Las formulaciones se describen a continuación:

- Principio activo líquido

Forman una fase continua y la fórmula se llama líquido soluble ( $LS = CS$ ). La formulación solo necesita ser agitada para diluir la solución lista para productos formulados con una mayor cantidad de agua (Leiva, 2013).

- Solubles en solventes orgánicos o aceite

La fórmula consta de dos fases denominadas concentrado emulsionable (CE). Tiene color ámbar y olor a solvente; cuando entra en contacto con el agua por primera vez, la emulsión se vuelve de color blanco lechoso. Se forma una emulsión en el primer contacto con el agua, lo que determina el tamaño de la fase discontinua. (Leiva, 2013)

- Insoluble en agua y solventes orgánicos

Si el ingrediente activo es difícil de disolver, un recurso que permite prepararlo es formar una suspensión que contiene el ingrediente activo en un polvo fino que se mezcla con líquidos y otros productos inertes. La fórmula tiene la consistencia de una pasta blanca semilíquida que permanece después de la dilución; esto se llama fluidex (FL). (Leiva, 2013)

- Insoluble en agua

El ingrediente activo forma una suspensión llamada polvo mojable (PM = WP). En este caso, se recomienda mezclarlo previamente con agua para evitar la formación de grumos. Después de la aplicación, el agua se evapora y el polvo permanece en la superficie de las hojas. (Leiva, 2013)

- Soluble en agua

Los polvos solubles (PS) forman verdaderas soluciones. Se disuelven fácilmente en agua y no necesitan mezclarse. Se comporta como un líquido soluble (Leiva, 2013).

## 2.8. Clasificación de plaguicidas

La clasificación de pesticidas por peligrosidad recomendada por la OMS fue aprobada por la 28.<sup>a</sup> asamblea Mundial de la Salud en 1975 y desde entonces ha ganado una amplia aceptación (OMS, 2009).

Esta clasificación distingue entre las formas más peligrosas y menos peligrosas de cada plaguicida, ya que se basa en la toxicidad de los compuestos técnicos y sus formulaciones. Basado principalmente en la toxicidad oral y dérmica aguda en ratas, ya que estas pruebas son procedimientos estándar en toxicología (OMS, 2009).

Según la OMS (2009) establece que el DL50 dérmico valor de un compuesto es tal que lo colocaría en una clase más restrictiva de lo que indicaría el valor de DL50 oral, el compuesto siempre se clasificará en la clase más restrictiva.

La OMS (2009) establece que para la clasificación de plaguicidas es muy deseable obtener la mayor cantidad posible de datos toxicológicos del fabricante para cada preparación que se va a clasificar. Sin embargo, si no se dispone de tales datos, la clasificación se puede realizar de acuerdo con la siguiente fórmula, en base a los cálculos proporcionados por los valores DL50 de los componentes técnicos.

*Ingrediente activo DL 50 X 100*  

---

*% de ingrediente activo en la formulación*

Si la preparación contiene más de un ingrediente (incluidos disolventes, agentes humectantes, etc.) con propiedades significativas de aumento de la toxicidad, la clasificación debe basarse en la toxicidad de los ingredientes combinados (OMS, 2009).

Según la OMS (2009) establece que los plaguicidas que tienen una volatilidad baja y, por lo tanto, en la actualidad no se establecen criterios para la volatilidad en esta recomendación. Es poco probable que la inclusión de tales criterios afecte la clasificación de plaguicidas por peligrosidad, excepto en el caso de los fumigantes volátiles utilizados en la agricultura y el almacenamiento de alimentos. Por otro lado, si la norma se aplica a formulaciones de pesticidas a base de solventes u otros químicos, se debe tener en cuenta la volatilidad y la consiguiente toxicidad por inhalación.

Las etiquetas de los productos clasificados en las clases Ia y Ib deben llevar un símbolo que indique un alto grado de peligrosidad (normalmente una especie de calavera y tibias cruzadas) y una palabra o frase de advertencia, por ejemplo, VENENO o TÓXICO. (OMS, 2009)

Es importante considerar que la información contenida en las etiquetas debe estar representados en el idioma natal de la localidad así mismo las formulaciones deben cumplir con el nombre aprobado principalmente del ingrediente activo o los ingredientes activos, de la misma manera deberá especificar el método de uso y las precauciones que se deben tomar en cuenta para el uso de este.

Según la OMS (2009) indica que para las clases *Ia* e *Ib*, también deben incluirse en las etiquetas la sintomatología y tratamiento inmediato en caso de envenenamiento, las precauciones detalladas necesarias para el uso de un plaguicida dependen de la naturaleza de la formulación y el patrón de uso. (OMS, 2009)

**Tabla 4.**

*Criterios revisados para la clasificación de plaguicidas*

Clase de la OMS	DL50 para la rata	
	Oral	Dérmico
Ia Extremadamente peligroso	< 50	< 50
Ib Altamente peligroso	5 – 50	50 – 200
II Moderadamente peligroso	50 – 200	200 – 2000
III Ligeramente peligroso	Más de 2000	Más de 2000
U Es improbable que presente un peligro agudo		5000 o superior

*Nota.* Detalles de cómo la OMS se ha alineado con las categorías de peligro de toxicidad aguda. OMS. (2009). *Clasificación de plaguicidas por peligrosidad y directrices para la clasificación.* ([https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44271/9789241547963\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44271/9789241547963_eng.pdf?sequence=1&i sAllowed=y)): Consultado el 5 de septiembre de 2023. De dominio público.

Según la OMS (2009) establece la clasificación de los pesticidas de acuerdo con el tipo al que pertenecen:

- AS Compuesto se Arsénico
- BP Derivado de bipiridilio

- C Carbamato
- CO Derivado de cumarina
- CU Compuesto de cobre
- HG Compuesto de mercurio
- NP Derivado de nitrofenol
- OC Compuesto organoclorado
- OP Compuesto organofosforado
- OT Compuesto organoestaño
- PAA Derivado del ácido fenoxiacetico
- PZ Pirazol
- PY Piretroide
- T Derivado de la triazina
- TC Tiocarbamato (p.9)

#### **2.8.1. Clasificación según el uso**

Según la OMS (2009) estable una clasificación de los pesticidas de acuerdo al uso o con fines de identificación de estos:

- AC: Acaricida
- AP: Aficida
- B: Bacteriostático (suelo)
- FM: Fumigante

- F: Fungicida, (no considera el tratamiento de semillas)
- FST: Fungicida, abarca el tratamiento de semillas)
- H: Herbicida
- I: Insecticida
- IGR: Regulador del crecimiento de insectos
- Ix: Ixodicida (para el control de garrapatas)
- L: Larvicida
- M: Molusquicida
- MT: Acaricida
- N: Nematicida
- U: otro uso para fitopatógenos
- PGR: Regulador de crecimiento vegetal
- R: Rodenticida
- RP: () Repelente (especie)
- -S: Aplicado al suelo: no se usa con herbicidas
- SY: Sinergista (p.9)

Según el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Sustancias Químicas (GHS). Los valores que se muestran en las columnas son las categorías de peligro de toxicidad aguda según los criterios del GHS, que a su vez se derivan de los valores estimados de toxicidad aguda de las sustancias. En la mayoría de los casos, las estimaciones de toxicidad aguda

proporcionarán experimentalmente valores de LD para la exposición oral. (OMS, 2009)

**Tabla 5.**

*Antiguo esquema de la clasificación de la OMS*

Clase	DL50 para la rata (mg/Kg de peso corporal)			
	Oral		Dérmico	
	Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
Ia	Extremadamente peligroso	5 o menos	20 o menos	10 o menos
Ib	Altamente peligroso	5 - 50	20 - 200	10 - 100
II	Moderadamente peligroso	50 - 500	200 - 2000	100 - 1000
III	Ligeramente peligroso	Mas de 500	Mas de 2000	Mas de 100
				4000

*Nota.* La tabla GHS muestra solo un resumen simplificado; para obtener detalles completos de la clasificación según GHS. fuente: OMS. (2009). Clasificación de plaguicidas por peligrosidad y directrices para la clasificación. Recuperado de ([https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44271/9789241547963\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44271/9789241547963_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)) consultado el 2 de septiembre 2022. De dominio público.

**Tabla 6.***Clasificación SGA*

Categoría SGA	Oral		Dérmico	
	DL50 (mg/kg peso corporal)	Peligro declaración	DL50 (mg/kg peso corporal)	Indicación de peligro
Categoría 1	< 5	Fatal si tragado	< 5	Fatal en contacto con la piel
Categoría 2	5 – 50	Fatal si tragado	5 – 50	Fatal en contacto con la piel
Categoría 3	50 – 300	Fatal si tragado	50 – 300	Tóxico en contacto con la piel
Categoría 4	300 – 2000	Nocivo si tragado	300 – 2000	Nocivo en contacto con la piel
Categoría 5	2000 - 5000	Puede ser dañino en caso de ingestión	2000 – 5000	Puede ser nocivo en contacto con la piel

*Nota.* Para los datos orales, la rata es la especie preferida, aunque los datos de otras especies pueden ser apropiados cuando se justifique científicamente. Para los datos dérmicos, la rata o el conejo son las especies preferidas, aunque los datos de otras especies pueden ser apropiados cuando se justifique científicamente. OMS, (2009). *Clasificación de los plaguicidas por peligrosidad y directrices para la clasificación.* Disponible en: ([https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44271/9789241547963\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44271/9789241547963_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)) consultado el 2 de septiembre 2022. De dominio público.

**2.8.1.1. Insecticidas**

Según la OMS (2019), describe que un insecticida es Producto químico (natural o sintético) que mata insectos.

### **2.8.1.2. Fungicidas**

Según la OMS (2019), describe que un fungicida son sustancias químicas que matan o evitan el desarrollo de hongos.

### **2.8.1.3. Herbicidas**

Según la OMS (2019), describe que un herbicida le ofrece al agricultor la posibilidad de elegir cuándo y cómo controlar el problema de malas hierbas, permitiendo un margen de uso que va desde la preemergencia a la postemergencia tardía y diversas opciones de tratamiento en cada cultivo.

## **2.8.2. Grupo químico organoclorados**

Según Ferrer (2003) establece que Los plaguicidas organoclorados (O-C) son compuestos arílicos, carboxílicos o heterocíclicos con pesos moleculares entre 291 y 545 que se utilizan como plaguicidas de ingestión y contacto.

Ferrer (2023), indica que se clasifica en cuatro grupos importantes derivados de:

- Derivados del clorobenzeno: DDT, metoxicloro.
- Derivados de ciclohexano: HCH, lindano
- Derivados del indano o Ciclodienos: aldrín, dieldrín, clordano, heptaclor
- Canfenos clorados: clordecona, toxafén.

Fueron los primeros pesticidas químicos orgánicos en ser ampliamente utilizados internacionalmente, demostrando ser efectivos y económicos. Sin

embargo, su uso en países desarrollados es muy limitado una vez demostrada su bioacumulación y persistencia en el medio ambiente.

Se plantearon preguntas acerca de la concentración de residuos en alimentos, tejidos humanos y animales y su potencial carcinogénico y mutagénico. Algunos de estos son considerados disruptores endocrinos (Ferrer, 2003).

Su cinética depende de su alta liposolubilidad y de la ineficiencia de algunas rutas metabólicas que regulan su bioacumulación. Todas las sustancias se absorben a través de la piel, el tracto respiratorio y el tracto digestivo. La absorbencia de la piel es variable: el DDT es muy bajo, el dieldrín es muy bueno. (Ferrer, 2003)

Los diferentes isómeros de HCH se acumulan de manera muy diferente con un alto contenido de beta y un contenido de gamma muy bajo. Dieldrin se acumula en grandes cantidades, mientras que sus isómeros de endrin se eliminan de manera eficiente.

Los procesos de biotransformación difieren según el grupo químico. Algunos se convierten en derivados solubles en lípidos tóxicos, como el DDT, cuyos metabolitos DDE, DDD y DDA son lipofílicos y se acumulan. Otros derivados del clorobenceno producen productos ácidos solubles en agua que pueden excretarse en la orina.

Al igual que los derivados del ciclohexano, los derivados del indano se convierten en epóxidos más tóxicos antes de la hidroxilación. Por lo tanto, el aldrín se epoxida a dieladrín en una reacción de monooxigenasa dependiente del citocromo P-450. El heptacloro, la endrina y la fotoaldrina también son sustratos para la actividad de la epoxidasa microsomal. Sin embargo, otros análogos metilados de aldrin no sufren epoxidación.

El lindano y otros isómeros de HCH proporcionan 2,4,6-triclorofenol como principal producto de oxidación. La mayoría de ellos son inductores enzimáticos potentes. Se excretan en todas sus formas y los metabolitos están presentes en la bilis, las heces, la orina y la leche. (Ferrer, 2003, p.160)

### **2.8.3. Modo de acción**

Según Ferrer (2003), demostraron que los organoclorados actúan alterando las propiedades de electroestimulación programada y enzimática de las membranas de las células neuronales particularmente a nivel axonal. Modifican la cinética del flujo de iones de sodio y potasio a través de la membrana, así como la actividad de los iones de Calcio y Ca-ATPasa y fosfoquinasa. Provoca una ralentización de la repolarización, lo que da como resultado que se propague un potencial de acción mayor con cada estímulo.

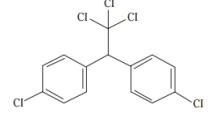
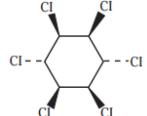
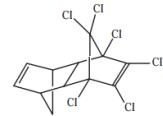
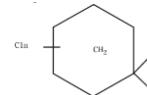
El DDT y sus análogos actúan específicamente sobre los axones neuronales al prolongar el tiempo abierto de los canales de sodio. Los dienos

cíclicos, el mirex y el lindano actúan sobre las terminales presinápticas. El lindano también actúa sobre los receptores GABA. (Ferrer, 2003).

Pueden ser causados por enzimas microsómicas de hepatocitos. También se han descrito cambios en sistemas no microsómicos, como la estimulación del sistema AMP adenilato ciclase, cambios hormonales debido a sus efectos estrogénicos y cambios en el sistema inmunológico (Ferrer, 2003).

**Tabla 7.**

*Insecticidas organoclorados*

Nombre	Fórmula
DDT	
HCH	
Canfenos clorados	
Toxafen	

*Nota.* Estructura molecular de los insecticidas organoclorados. Ferrer, A. (2003). *Intoxicación por plaguicidas*. Recuperado de <https://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s1/nueve.pdf>. Consultado el 2 de septiembre de 2022. De dominio público.

## **2.9. Grupo químico organofosforados**

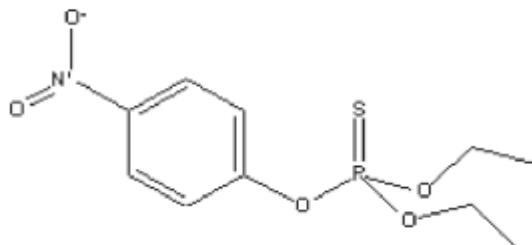
Los pesticidas organofosforados son una gran clase de compuestos sintéticos que generalmente son altamente tóxicos y tienen precedentes en los gases de guerra, a menudo denominados gases nerviosos, incluidos el sarín, el tabún y el somán, desarrollados específicamente después de la Segunda Guerra Mundial (Obiols, 1999, p.1).

Las propiedades insecticidas de estos compuestos son la razón por la que en 1959 se sintetizaron unos 50.000 compuestos que han demostrado ser elementos útiles contra las plagas, por lo que forman parte de muchos preparados comerciales como principios activos (contienen diferentes ingredientes dependiendo de la eficacia de los ingredientes activos). (Obiols, 1999)

Los pesticidas organofosforados (OP) son altamente tóxicos y liposolubles, y su fórmula general se deriva del ácido fosfórico, como se ve en la estructura química del paratión. (Ferrer, 2003).

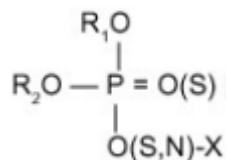
**Figura 1.**

*Paratión*



*Nota.* Fórmula química del paratón. Fuente: Ferrer. A. (2003). *Intoxicación por plaguicidas:* Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s1/nueve.pdf>. Derechos de autor Ferrer. A, 2003, (p. 161).

Fórmula general de los pesticidas organofosforados:



Según Obiols (1999) indica que los radicales 1 y 2; son radicales alquilo, generalmente metilo o etilo, el grupo X es característico de cada especie química, siendo frecuentemente un radical arilo, y suele contribuir de forma importante a sus propiedades físicas y químicas y biológicas.

Los organofosforados se pueden dividir en 14 grupos, los más importantes son: fosfatos con O en las posiciones 1 y 2, O-fosforotioatos (o tiolatos) con S en la posición 1 y O en la posición 2 S- fosforotioato (o tiolato) situado en O, 2<sup>a</sup> posición S y 1<sup>a</sup> posición O; el fosforoditioato (o

fosforotioato) está en la posición 1 y S está en la posición 2; fosfonatos, R1 (en lugar de R1O), O S 1, O 2 y fosforamidatos, O 1, N 2. (Obiols, 1999, p.1)

### **2.9.1. Modo de acción**

Según Ferrer (2003) indica que se utilizan como sustancias, acaricidas, nematicidas y fungicidas. Algunos se usan como pesticidas de contacto y otros se usan como insecticidas sistémicos. Los compuestos organofosforados conformados por nitrógeno cuaternario (fosforilcolinas) no solo son potentes que impiden de la colinesterasa, sino también inhibidores colinérgicos directos (Ferrer, 2003).

Según Ferrer (2003) indica que al rededor del 40 % de los cultivos utilizan este plaguicida, y también se utilizan como antiparasitarios sistémicos y cutáneos, y en medicina humana para tratar la miastenia grave, una enfermedad caracterizada por cualquier debilidad muscular y fatiga rápida. Enfermedades caracterizadas por el control voluntario. Es causado por una interrupción en la comunicación normal entre los nervios y los músculos (Ferrer, 2003).

Su liposolubilidad y alta presión de vapor a temperatura ambiente le permiten penetrar rápidamente por todas las vías: tracto digestivo, piel y vías respiratorias. La absorción a través de la piel es lenta, pero se ve facilitada por su persistencia a este nivel, la presencia de lesiones cutáneas y las temperaturas cálidas. La capacidad de atravesar la barrera hematoencefálica e inhibir la actividad de la colinesterasa varía de un compuesto a otro, al igual que la toxicidad (Ferrer, 2003).

### **2.9.2. Riesgos para la salud humana**

Según Rodríguez (2014), indica que los pesticidas son sustancias que pueden ingresar directamente al cuerpo humano a través de las fuentes agua potable e indirectamente al cuerpo humano a través de la cadena alimentaria biológica. Estos productos químicos pueden ser resistentes a la degradación, lo que les permite permanecer en las aguas subterráneas y superficiales durante largos períodos de tiempo (p.381). Incluso en bajas concentraciones, los pesticidas pueden dar al agua potable un sabor y un olor desagradables. La cantidad de agua es suficiente para hacer que el agua no sea apta para beber desde un punto de vista organoléptico, ya que el agua que tiene mal sabor o mal sabor es generalmente repulsiva (Rodríguez, Suarez y Palacios, 2014).

Según Rodríguez (2014), indica que los pesticidas ingresan al agua a través de varios mecanismos de contaminación:

- Aplicar directamente a las vías fluviales para controlar plantas acuáticas, insectos o peces no deseados.
- Infiltración a nivel de agua subterránea o escorrentía superficial en ríos, arroyos, lagos y embalses adyacentes a tierras agrícolas. Aplicando aire al suelo.
- Debido a la descarga de aguas residuales de la industria de pesticidas.

Los plaguicidas entran en contacto con el ser humano de todas las formas posibles: inhalación, digestión y a través de la piel, debido a sus propiedades se pueden encontrar en el aire inhalado, agua y alimentos.

Un pesticida en particular afectará adversamente la salud humana si los niveles de exposición exceden lo que se considera seguro. Puede haber exposición directa (a trabajadores industriales y operadores que producen pesticidas, especialmente agricultores que los usan) o exposición indirecta (a consumidores, residentes y transeúntes), especialmente durante la producción de pesticidas en la agricultura o después de la producción de pesticidas, uso en horticultura o deportes.

## **2.10. Toxicidad de los plaguicidas**

Según Rodríguez (2014) indica que la toxicidad de los plaguicidas se puede expresar en cuatro formas:

- a. Toxicidad oral aguda: se entiende que fue la ingestión de plaguicidas con efecto tóxico en el organismo. Esto puede afectar a los médicos y otras poblaciones vulnerables, aunque el riesgo de ingerir una cantidad equivalente a la LD50 oral aguda en una sola dosis se debe únicamente al azar, error, ignorancia o intento de suicidio.
  
- b. Toxicidad dérmica: se refiere al riesgo de toxicidad por exposición y absorción de plaguicidas a través de la piel, aunque este es menos pronunciado y la dosis letal es siempre superior a la dosis oral, por

lo que supone un mayor riesgo para el operador que para la población general.

c. Toxicidad por inhalación: ocurre al respirar aire contaminado con pesticidas, como desinfectantes, o cuando los organismos se sumergen en aire lleno de polvo de pesticida o un aerosol fino (rociado, rociado o rociado).

d. Toxicidad crónica: se refiere al uso de alimentos preparados con diferentes dosis de productos tóxicos para estudiar el nivel de riesgo de plaguicidas por exposiciones repetidas en el tiempo. Los cambios más importantes para considerar son: problemas reproductivos, cáncer, trastornos neurológicos, efectos en el sistema inmunológico, trastornos endocrinos y suicidios.

Según Ferrer (2003), establece la principal fuente de exposición de la población son los alimentos, por lo que, en base a toda la información disponible, la ingesta diaria tolerable se define como la cantidad que una persona puede consumir al día. por día o incluso a lo largo de la vida, sin considerar el momento en que existe un riesgo significativo. consumidores, debe establecerse.

Ferrer (2003), estable que con relación a la forma de aparición de las intoxicaciones humanas se pueden distinguir 2 tipos:

- Intoxicaciones
  - Epidemias: es el efecto sobre una porción significativa de la población de una fuente común durante un período de tiempo.
  - Catástrofes colectivas: naturaleza casi instantánea y fuga industrial de la empresa fabricante.
- Intoxicaciones individuales
  - Accidentales: puede ocurrir en cualquiera de las situaciones ya comentadas: lugar de trabajo, contaminación alimentaria menor.
  - En ambientes rurales, se utilizan como procedimientos suicidas: todos los grupos de productos químicos utilizados como pesticidas tienen una amplia variedad de productos de toxicidad aguda.

#### **2.10.1. Efectos agudos**

Según Rodríguez et al., (2014) indica que los plaguicidas tienen efectos sobre la salud aguda y crónica; agudo se refiere al envenenamiento asociado con una exposición a corto plazo con efectos sistémicos o locales.

Según Ferrer (2003) indica que se han descrito efectos agudos tras la ingestión accidental y suicida y la exposición laboral a dosis elevadas; el

envenenamiento más severo se manifiesta como temblores musculares, daño de la fibra muscular con niveles elevados de enzimas y mioglobinuria.

Puede ocurrir fibrilación ventricular, coma, convulsiones, parálisis y muerte. Pueden irritar la piel, los ojos, el tracto respiratorio y el tracto digestivo. El tratamiento es sintomático, se benefician alcalinizando la orina como ácidos débiles (Ferrer, 2003).

#### **2.10.2. Efectos crónicos**

Según Rodríguez et al., (2014) indica que los pesticidas tienen efectos clasificados como crónicos aquellas manifestaciones o patologías vinculadas a la exposición a bajas dosis por largo tiempo.

Según Ferrer, (2003), en los últimos años se han descrito trastornos neuropsicológicos crónicos aún mal definidos, incluido el síndrome de fatiga crónica, en algunos casos relacionados con efectos a largo plazo de intoxicaciones agudas y en otros con efectos acumulativos subclínicos.

La intoxicación aguda más grave por lo general se produce por suicidio o ingestión accidental. Las dosis tóxicas para diferentes compuestos variaron de 0,10 g para paratión a 10 g para fenitrotion. Las clínicas aparecen en tres síndromes principales superpuestos, independientemente de la ruta de entrada:

- Síndrome muscarínico
  - Aumento de la motilidad gastrointestinal con dolor abdominal, vómitos, diarrea e incontinencia fecal.
  - Mayor tensión y movilidad de los músculos bronquiales y del tracto urinario durante la broncoconstricción y la micción forzada.
  - Contracción del esfínter del iris y de los músculos ciliares con miosis y parálisis de la acomodación.
  - Aumento de la secreción total, sudor, lagrimeo, salivación, hipersalivación, hipersecreción bronquial, hipersecreción gástrica e intestinal y páncreas.
  - Vasodilatación periférica con sofocos e hipotensión arterial. Bradicardia sinusal y trastornos de la conducción auriculoventricular.
- Síndrome nicotínico
  - Unión neuromuscular: astenia intensa, fasciculaciones, sacudidas musculares, paresias y parálisis.
  - Ganglios simpáticos y suprarrenales: taquicardia, vasoconstricción periférica, hipertensión arterial, hiperexcitabilidad miocárdica. La hipersecreción adrenal produce hiperkalemia, hiperlactacidemia e hiperglucemias.
- Síndrome central

Cefalea, confusión, coma, convulsiones, depresión respiratoria y alteraciones hemodinámicas.

La muerte se produce por insuficiencia respiratoria debida a hipersecreción y broncoconstricción en la primera fase o por parálisis respiratoria periférica o central en la segunda fase. Otras causas de muerte fueron causas cardiovasculares, incluidas arritmias, obstrucción y paro cardíaco o daño cerebral hipóxico irreversible. La muerte también puede ocurrir debido a la progresión del síndrome de dificultad respiratoria o falla multiorgánica (Ferrer, 2003)

Según Ferrer (2003), indica a pesar del tratamiento, la mortalidad por intoxicación grave se mantiene entre el 10 % y el 25 % proporcional a la dosis ingerida, como se ha demostrado en muchos brotes de fuentes alimentarias humanas, muchos de los cuales han sido causados por paratión.

#### **2.10.3. Residuos de plaguicidas**

Según el Centro Nacional de información sobre pesticidas indica que es La cantidad de plaguicidas que permanece sobre o en los alimentos se llama residuo de pesticida.

#### **2.10.4. Límite máximo de residualidad (LMR)**

Según el Codex Alimentarius (2022), indica que el límite máximo residual es la concentración máxima de residuos (mg/kg) de un pesticida que se recomienda para uso en alimentos o piensos si lo permite la ley. Los LMR se basan en la aplicación de BPA y están destinados a hacer que los alimentos elaborados por materias primas que cumplan con los LMR pertinentes que contengan un nivel de pesticidas aceptables.

Según Codex Alimentarius (2022) indica que los LMR del Codex para productos utilizados principalmente en el comercio internacional se basan en

estimaciones de la JMPR por sus siglas (Reunión conjunta FAO/OMS sobre residuos de plaguicidas).

#### La evaluación toxicológica del plaguicida y su residuo.

Revisar los datos sobre residuos de aplicaciones experimentales y de seguimiento, incluidas las aplicaciones compatibles con las prácticas agrícolas nacionales. La revisión incluyó datos de ensayos de vigilancia realizados en las concentraciones de uso más altas recomendadas, aprobadas o registradas en el país. A la luz de los cambios en los requisitos nacionales de manejo de plagas, Codex MAL considera que los niveles más altos observados en dichos ensayos de monitoreo se consideran prácticas efectivas de control de plagas. (p.1)

Una revisión de varias estimaciones nacionales e internacionales y la determinación de la ingesta diaria admisible debería demostrar que los alimentos que cumplen con los LMR del Codex son seguros para el consumo humano (Codex Alimentarius, 2022).

#### **2.10.5. Residuos de pesticidas en alimentos**

Según la FAO, el aumento del 80 por ciento en la generación de productos alimenticios que los países en desarrollo necesitan para hacer frente al incremento poblacional provendrá de mayores rendimientos y del crecimiento de la producción anual en la misma tierra. Por lo tanto, solo el 20 % del aumento de la fabricación de alimentos proviene de la expansión de la tierra cultivable (OMS, 2022).

#### **2.10.6. Legislación y normalización de plaguicidas**

Según Codex Alimentarius (2022), nos indica establecer límites máximos de residuos (LMR) para plaguicidas utilizados en alimentos y cultivos forrajeros para garantizar los estándares de seguridad alimentaria y facilitar el comercio internacional. Además, la FAO y la OMS desarrollan especificaciones de pesticidas para establecer estándares de calidad de pesticidas y proteger a los consumidores y al medio ambiente de productos de mala calidad.

Para proteger la salud de los consumidores, la mayoría de los países han aprobado leyes que establecen niveles máximos de residuos de plaguicidas en los alimentos. Pueden surgir problemas comerciales si estas restricciones difieren de un país a otro (Codex Alimentarius, 2022).

#### **2.10.7. Análisis químico de pesticidas**

En general, la cromatografía de gases (GC) es una técnica analítica ampliamente utilizada para la determinación de residuos de pesticidas en diversos productos alimenticios (Fernández, 2018). En particular, es ampliamente utilizado para la determinación de compuestos organofosforados y organoclorados. Es un método para la determinación de analitos volátiles y térmicamente estables. La muestra vaporizada se introduce en la cabeza de la columna, y el analito se mantiene en fase estacionaria, inmovilizado en la superficie de un sólido inerte por un tiempo que depende de sus propiedades fisicoquímicas y de las propiedades de las fases móvil y estacionaria. (Fernández, 2018)



### **3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se desarrolló en las fases que se detallan a continuación:

#### **3.1. Fase 1: revisión documental**

En esta fase se realizó una compilación de información utilizando estudios previos que tengan relación con la investigación planteada. Así mismo estos no deben sobrepasar los cinco años de vigencia con el objetivo de obtener información actualizada.

Utilizando la revisión realizada se obtuvo una orientación sobre la metodología que se desarrollará para identificar, cuantificar y determinar las concentraciones de residuos de pesticidas determinadas en el agua que se utiliza para la producción de alimentos de origen hidropónico.

#### **3.2. Fase 2: recolección de datos**

En esta fase se realizaron visitas de campo, para identificar posibles puntos de contaminación del agua por residuos de pesticidas, zonas aledañas, prácticas de higiene del personal en la producción, buenas prácticas de agricultura aplicadas, trazabilidad del control de plagas y enfermedades a nivel de campo, así mismo identificar los productos químicos utilizados para la producción.

Se utilizaron fichas de observación ver anexo 1, para obtener los datos necesarios y estos para poder tabularlos, detallados, cuantificados y

consolidados detallando todos los hallazgos durante las visitas a campo, y que principalmente sean de alto riesgo para la contaminación del agua utilizable.

### **3.3. Fase 3: visita de campo para la obtención de muestras**

En esta fase se realizaron visitas de campo para la obtención de las muestras de agua que se enviaron a laboratorio, se utilizaron dos envases limpios de vidrio color ámbar, estos adecuados para el traslado de muestras de agua. Las muestras fueron transportadas siendo necesario dejar por lo menos el 1 % de espacio libre de acuerdo con la capacidad del envase, con el fin de permitir una variación de volumen por diferencia térmica.

Los envases fueron proporcionados por el laboratorio limpios y desinfectados no siendo necesario lavarlos con detergentes, hipocloritos de sodio u otros reactivos, únicamente se enjuagarán con agua, para evitar la contaminación de las muestras, se enviaron dos muestras de 2000 ml (2 litros).

Se identificaron dos sitios de donde se tomaron las muestras, obtenidas de dos puntos importantes la fuente principal de abastecimiento y al final de las tuberías donde se producen cultivos hidropónicos. Al momento del muestreo se recopilará la información siguiente:

- Identificación del punto de muestreo
- Tipo de fuente (pozo, tanque, entre otros)
- El uso del agua
- Fecha y hora
- Nombre quien realiza el muestreo
- Tipo de análisis a realizar
- Observaciones adicionales

**Figura 2.**

*Contenedores utilizados para el transporte de muestras de agua*



*Nota.* Envases utilizados para la recolección de muestras de agua. Elaboración propia.

La figura 2 muestra los envases utilizados para la recolección de las muestras de agua en la fuente principal y al final de las tuberías.

#### **3.4. Fase 4: informe de laboratorio**

En esta fase se obtuvieron y se analizaron todos los resultados obtenidos del laboratorio, determinando si se detectaron o no residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados en las muestras de agua, los pesticidas como herbicidas, insecticidas, fungicidas etcétera., se usan de forma periódica en la producción agrícola incluidos los alimentos, para maximizar la producción de los cultivos y proteger los productos durante el almacenamiento y el transporte. Mediante el consumo de esos productos, los seres humanos y animales están expuestos a bajos niveles de pesticidas en sus dietas diarias.

Con el fin de proteger a los consumidores, los residuos de pesticidas están sujetos a una estricta legislación en todo el mundo. El límite máximo de residuos (LMR) es la cantidad más elevada de un residuo de pesticida que puede estar presente en alimentos. Los LMR varían de una región a otra en todo el mundo y los fabricantes de alimentos que exportan productos a otros países deben cumplir todos los LMR individuales de cada región.

### **3.5. Fase 5: identificación de los residuos de pesticidas**

En esta fase y con los resultados obtenidos del laboratorio se identificaron los residuos de pesticidas encontrados en el agua que se utiliza para la producción de cultivos hidropónicos, se enlistaron y se realizó una comparación de las concentraciones determinadas y los límites máximo de residuos permitidos según la OMS.

## 4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se realizo visita a nivel campo para la recolección de muestras de agua que se utiliza para la producción de cultivos hidropónicos utilizando los recipientes adecuados, con la ayuda de una ficha de observación se ejecutó la recolección de datos necesario, los resultados son los siguientes:

**Figura 3.**

*Cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) bajo un sistema hidropónico*



*Nota.* Cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) aplicando la técnica de hidroponia. Elaboración propia.

La figura 3 muestra la producción de fresa (*Fragaria vesca*) utilizando la técnica de cultivos hidropónicos.

#### **4.1. Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en muestras de agua para la producción de cultivos hidropónicos**

A continuación, se presenta los resultados de laboratorio del análisis de agua utilizada para la producción de los cultivos hidropónicos en la empresa seleccionada para el estudio. Ver tabla 1 y 2. Los análisis de laboratorio realizados para ambos grupos de plaguicidas se presentan él; nombre del plaguicida, ingrediente activo, resultado de las muestras de agua recolectada en la fuente principal y final de las tuberías, formula química, límite de detección y el método utilizado. Para los organoclorados fueron analizados 21 pesticidas y para los organofosforados fueron analizados 15 pesticidas.

**Tabla 8.**

*Resultados de laboratorio para residuos de pesticidas organoclorados*

Plaguicida	Concentración [µg/L]			
	Fuente principal	Final en tuberías	LD	Metodología
Aldrina	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
BHC	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Captafol	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Captan	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Clordano	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Clorotalonil	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
d-BHC	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Dicloran	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Dieldrin	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Endosulfan I	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water

Continuación de la tabla 8.

Plaguicida	Concentración [μg/L]			
	Fuente principal	Final en tuberías	LD	Metodología
Endosulfan II	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Endosulfan Sulfato	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Endrina	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Heptacloro epóxido	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Hexaclorobenceno	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Lindano	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Metalaxil	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
Metoxicloro	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
pp-DDD	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
pp-DDE	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water
pp-DDT	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water

*Nota.* Elaboración propia, con base al informe de resultados entregados por el laboratorio INLASA, Guatemala. ND: No detectable; LD: Límite de detección; [μg/L]: Microgramos por litro. Microsoft Word.

En la tabla anterior se muestran los resultados finales del análisis de agua realizado para las muestras en dos puntos importantes en la producción de cultivos hidropónicos, recolectadas en la fuente principal y al final de las tuberías, para la detección de contaminación por residuos organoclorados teniendo efectos en la salud humana a largo plazo.

**Tabla 9.**

*Resultados de laboratorio para residuos de pesticidas organofosforados*

Plaguicida	Fuente principal	Final en tubería	Concentración [µg/L]		Metodología
			LD		
Acefate	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Carbofenotion	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Clorpirifos	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Diazinon	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Diclorvos	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Dimetoato	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
EPN	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Etión	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Fentión	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Malatión	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Metamidofos	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Metil paratión	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Metil pirimifos	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Profenofos	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	
Terbufos	ND	ND	0.01	(PLTM) Cap3. Pesticide in soil & Water	

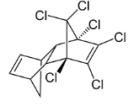
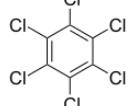
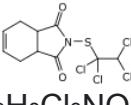
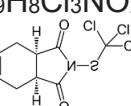
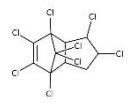
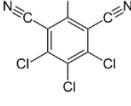
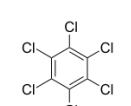
*Nota.* Elaboración propia, con base al informe de resultados entregados por el laboratorio INLASA, Guatemala. ND: No detectable; LD: Límite de detección; [µg/L]: Microgramos por litro. Microsoft Word.

En la tabla anterior se muestran los resultados finales del análisis de agua realizado para las muestras en dos puntos importantes en la producción de cultivos hidropónicos, recolectadas en la fuente principal y al final de las tuberías, para la detección de contaminación por residuos de pesticidas organofosforados teniendo efectos en la salud humana a largo plazo.

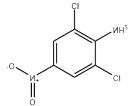
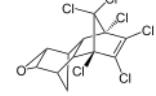
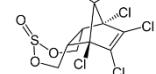
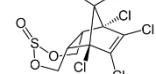
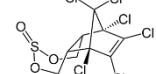
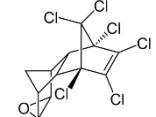
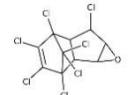
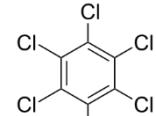
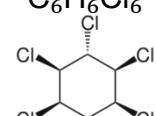
En la tabla 10 se presentan los nombres de los pesticidas analizados, ingrediente activo y la formula química de los organoclorados.

**Tabla 10.**

*Ingrediente activo, fórmula química de los pesticidas organoclorados*

Plaguicida	Ingrediente activo	Formula
Aldrina	Aldrin	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>6</sub> 
BHC	Hexaclorobenzeno	C <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> 
Captafol	Captafol	C <sub>10</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> S 
Captan	Carboxamida	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> S 
Clordano	Heptacloro	C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>8</sub> 
Clorotalonil	Ftalonitrilo	C <sub>8</sub> Cl <sub>4</sub> N <sub>2</sub> 
d-BHC	Hexaclorobenceno	C <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> 

Continuación de la tabla 10.

<b>Plaguicida</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Formula</b>
Dicloran	Dicloran	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
		
Dieldrin	Aldrín	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>6</sub> O
		
Endosulfan I	Endosulfan	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> O <sub>3</sub> S
		
Endosulfan II	Endosulfan	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> O <sub>3</sub> S
		
Endosulfan Sulfato	Endosulfan	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> O <sub>3</sub> S
		
Endrina	Endrin	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>6</sub> O
		
Heptacloro epóxido	Heptacloro	C <sub>10</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>7</sub> O
		
Hexaclorobenceno	Hexaclorobenceno	C <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub>
		
Lindano	Lindano	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub>
		

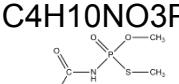
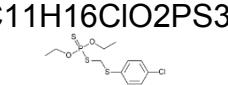
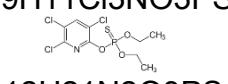
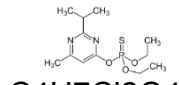
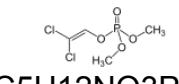
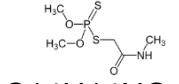
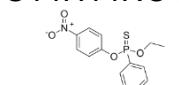
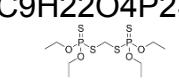
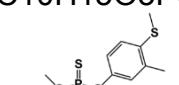
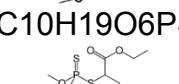
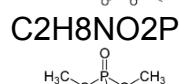
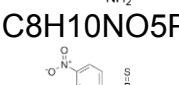
Continuación de la tabla 10.

Plaguicida	Ingrediente activo	Formula
Metalaxil	Oxicloruro de cobre	C15H21NO4 
Metoxicloro	Metoxiclor	C16H15Cl3O2 
pp-DDD	Diclorodifeniltricloroetano	C14H9Cl5 
pp-DDE	diclorodifenildicloroetileno	C14H8Cl4 
pp-DDT	diclorodifeniltricloroetano	(ClC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CH(CCl <sub>3</sub> ) 

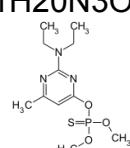
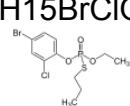
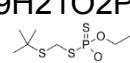
Nota. Adaptado de A, Ferrer. (2003). *Intoxicación por plaguicidas*. (<https://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s1/nueve.pdf>): consultado el 9 de septiembre de 2022. De dominio público.

En la siguiente tabla se presentan los nombres de los pesticidas analizados, ingrediente activo y la formula química de los organofosforados.

**Tabla 11.***Ingrediente activo, formula química de los pesticidas organofosforados*

<b>Plaguicida</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Formula</b>
Acefate	Tiofosfato	C4H10NO3PS 
Carbofenotion	Triclorfon	C11H16ClO2PS3 
Clorpirifos	Clorpirifos	C9H11Cl3NO3PS 
Diazinon	Diazinon	C12H21N2O3PS. 
Diclorvos	Diclorvos	C4H7Cl2O4P 
Dimetoato	Dimetoato	C5H12NO3PS2 
EPN	Fosfonotioatos	C14H14NO4P 
Etion	Organotiofosfato alifático	C9H22O4P2S4 
Fention	Fentión	C10H15O3PS2 
Malation	Malatión	C10H19O6PS2 
Metamidofos	Metamidofos	C2H8NO2PS 
Metil paratión	Paratión (etil)	C8H10NO5PS 

Continuación de la tabla 11.

Plaguicida	Ingrediente activo	Formula
Metil pirimifos	Pirimifos metil	C11H20N3O3PS 
Profenofos	Profenofos	C11H15BrClO3PS 
Terbufos	Terbufos	C9H21O2PS3 

Nota. Adaptado de A, Ferrer. (2003). *Intoxicación por plaguicidas*. (<https://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s1/nueve.pdf>).): consultado el 9 de septiembre de 2022. De dominio público.

#### Figura 4 .

*Toma de muestra de agua en la fuente principal de abastecimiento*



Nota. Recolección de la muestra de agua en la fuente principal de abastecimiento. Elaboración propia.

La figura 4 muestra la recolección de la muestra de agua en la fuente principal de abastecimiento del sistema hidropónico.

**Figura 5.**

*Toma de muestra de agua al final de las tuberías*



*Nota.* Recolección de la muestra de agua al final de las tuberías. Elaboración propia.

La figura 5 muestra la recolección de la muestra de agua al final de las tubería del sistema hidroponico.

**4.2. Análisis de concentraciones de pesticidas identificadas en las muestras de agua contra parámetros según OMS**

A continuación, se presenta los resultados de laboratorio del análisis de agua utilizada para la producción de los cultivos hidropónicos en la empresa en

estudio comparando las concentraciones determinadas contra los LMR permitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), ver tabla 5 y 6.

Los análisis de laboratorio realizados para ambos plaguicidas en la que se presentan él; nombre del plaguicida, ingrediente activo, resultado de las muestras fuente principal y final de las tuberías, formula química, LMR permitido.

**Tabla 12.**

*Comparación de concentraciones de pesticidas organoclorados contra los LMR*

Plaguicida	Ingrediente activo	Fuente	Final	LMR	Concentración
		principal	tuberías	(OMS)	detectada
Aldrina	Aldrin	ND	ND	0,1 mg/kg	Permitido
BHC	Hexaclorobenzeno	ND	ND	Suspendido	Permitido
Captafol	Captafol	ND	ND	Suspendido	Permitido
Captan	Carboxamida	ND	ND	15 mg/kg	Permitido
Clordano	Heptacloro	ND	ND	0,02 mg/kg	Permitido
Clorotalonil	Ftalonitrilo	ND	ND	5 mg/kg	Permitido
d-BHC	Hexaclorobenceno	ND	ND	Suspendido	Permitido
Dicloran	Dicloran	ND	ND	0,1 mg/kg	Permitido
Dieldrin	Aldrín	ND	ND	0,1 mg/kg	Permitido
Endosulfan I	Endosulfan	ND	ND	5 mg/kg	Permitido
Endosulfan Sulfato	Endosulfan	ND	ND	5 mg/kg	Permitido
Endrina	Endrin	ND	ND	0,05 mg/kg	Permitido
Heptacloro epóxido	Heptacloro	ND	ND	0,01 mg/kg	Permitido

Continuación de la tabla 12.

Plaguicida	Ingrediente activo	Fuente	Final	LMR	Concentración
		principal	tuberías	(OMS)	detectada
Heptacloro epóxido	Heptacloro	ND	ND	0,01 mg/kg	Permitido
Hexaclorobenceno	Hexaclorobenceno	ND	ND	Suspendido	Permitido
Lindano	Lindano	ND	ND	0,01 mg/kg	Permitido
Metalaxil	Oxicloruro de cobre	ND	ND	0,2 mg/kg	Permitido
Metoxicloro	Metoxiclor	ND	ND	0,04 mg/kg	Permitido
pp-DDD	Diclorodifeniltricloroetano	ND	ND	Suspendido	Permitido
pp-DDE	Diclorodifenildicloroetileno	ND	ND	Suspendido	Permitido
pp-DDT	Diclorodifeniltricloroetano	ND	ND	Suspendido	Permitido

*Nota.* Adaptado de OMS, (2023). *Residuos de plaguicidas en los alimentos y piensos.* (Disponible en: <https://www.fao.org/faohq-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/es/>). Consultado el 9 de septiembre de 2023.

En la tabla anterior se muestran los resultados finales del análisis de agua para la detección de residuos de pesticidas organoclorados realizado para las muestras obtenidas en dos puntos importantes en la producción de cultivos hidropónicos, en la fuente principal y al final de las tuberías; los resultados se compararon contra los límites máximos para residuos (LMR) permitidos según la OMS, los resultados indican que se encuentran por debajo de los LMR permitidos.

**Tabla 13.**

*Comparación de concentraciones de pesticidas organofosforados contra los LMR*

Plaguicida	Ingrediente activo	Fuente principal	Final en tuberías	LMR (OMS)	Concentración detectada
Acefate	Tiofosfato	ND	ND	0,3	Permitido
				mg/kg	
Carbofenotion	Triclorfon	ND	ND	0,07	Permitido
				mg/kg	
Clorpirifos	Clorpirifos	ND	ND	1 mg/kg	Permitido
Diazinon	Diazinon	ND	ND	0,1	Permitido
				mg/kg	
Diclorvos	Diclorvos	ND	ND	0,01	Permitido
				mg/kg	
Dimetoato	Dimetoato	ND	ND	0,5	Permitido
				mg/kg	
EPN	Fosfonotioatos	ND	ND	0,01	Permitido
				mg/kg	
Etion	Organotiofosfato alifático	ND	ND	5 mg/kg	Permitido

Continuación de la tabla 13.

<b>Plaguicida</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Fuente principal</b>	<b>Final en tuberías</b>	<b>LMR (OMS)</b>	<b>Concentración detectada</b>
Fention	Fentión	ND	ND	2 mg/kg	Permitido
Malation	Malatión	ND	ND	1 mg/kg	Permitido
Metamidofos	Metamidofos	ND	ND	0,02 mg/kg	Permitido
Metil paratió n	Paratió n (etil)	ND	ND	5 mg/kg	Permitido
Metil pirimifos	Pirimifos metil	ND	ND	0,5 mg/kg	Permitido
Profenofos	Profenofos	ND	ND	0,07 mg/kg	Permitido
Terbufos	Terbufos	ND	ND	0,01 mg/kg	Permitido

*Nota.* Adaptado de OMS, (2023). *Residuos de plaguicidas en los alimentos y piensos.* (Disponible en: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/es/>). Consultado el 9 de septiembre de 2023.

En la tabla anterior se muestran los resultados finales del análisis de agua para la detección de residuos de pesticidas organofosforados realizado para las muestras obtenidas en dos puntos importantes en la producción de cultivos hidropónicos, en la fuente principal y al final de las tuberías; los resultados se compararon contra los límites máximos para residuos (LMR) permitidos según la OMS, los resultados indican que se encuentran por debajo de los LMR permitidos.

#### **4.3. Identificación de las posibles fuentes de contaminación**

Las posibles fuentes de contaminación identificadas a nivel de campo se describen en las tablas 14 y 15.

Como posibles fuentes de contaminación se determinaron que 4 son externas y 4 internas.

**Tabla 14.**

*Lista de posibles fuentes de contaminación externa*

#### **Fuentes de contaminación externa**

- 
1. Cultivos extensivos de maíz a los alrededores
  2. Cultivos extensivos de ejote francés cercanos
  3. Finca aledaña con producción de hortalizas a 0.9 km
  4. Finca productora de flores a 0.5 km
- 

*Nota.* Elaboración propia, con base a la visita de campo realizada. Microsoft Word.

## **Figura 6.**

*Monocultivos de maíz dulce (*Zea mays L.*) y ejote francés (*Phaseolus vulgaris*)*



*Nota.* Producción de monocultivos a los alrededores de los invernaderos utilizados para la producción de hidropónicos. Elaboración propia.

La figura 6 muestra los cultivos extensivos de maíz dulce (*Zea Mays L.*) y ejote francés (*Phaseolus vulgaris*) identificados a los alrededores de los invernaderos utilizados para la producción de cultivos hidropónicos.

En la tabla anterior se enlistan las fuentes de contaminación por factores externos observados durante la visita de campo realizada, cultivos extensivos, fincas aledañas con producciones de cultivos para consumo humano y en otros casos producción de productos para floristería.

**Tabla 15.**

*Lista de posibles fuentes de contaminación interna*

**Fuentes de contaminación interna**

- 
1. Inadecuado manejo de recipientes de sustancias químicas utilizadas para otros cultivos
  2. Invernaderos descubiertos
  3. Malas prácticas para el manejo de recipientes vacíos de pesticidas
  4. Agua de abastecimiento principal proviene de pozo
- 

*Nota.* Elaboración propia, con base a la visita de campo realizada. Microsoft Word.

En la tabla anterior se enlistan las fuentes de contaminación por factores internos observados durante la visita de campo realizada, manejo inadecuado de desechos sólidos y buenas prácticas agrícolas para una producción de cultivos de alta calidad. Los invernaderos que utilizan para la producción de hidropónicos presentaron una fuerte debilidad, estos destapados los cuales dejan vulnerable a la contaminación por medio del aire.

**Figura 7.**

*Manejo inadecuado de recipientes vacíos de pesticidas*



*Nota.* Recipientes de pesticidas expuestos a nivel de campo. Elaboración propia.

La figura 7 muestra el manejo inadecuado de los envases de pesticidas utilizados, estos dispersos cerca de la fuente principal de abastecimiento de agua.

**Figura 8.**  
*Invernaderos descubiertos*



*Nota.* Inverdaderos utilizados para la producción. Elaboración propia.

La figura 8 muestra los inverdaderos utilizados para la producción descubiertos para el control de temperatura y humedad dentro de ellos.

#### **4.4. Recomendaciones para evitar la contaminación del agua por residuos de pesticidas**

A pesar de que el análisis de toxicidad indica que se encuentra entre los límites máximos de residualidad permitidos para la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), según el Códex Alimentarius es necesario brindar las siguientes recomendaciones:

- Diseñar un plan de manejo integrado de plagas (MIP) para los cultivos hidropónicos y para los cultivos aledaños, utilizando controles biológicos para evitar el uso desmesurado de pesticidas de origen químico, con el control biológico se propone que se utilicen organismos parasitoides o depredadores para controlar la densidad de las plagas que principalmente afectan a los cultivos de la finca.
- Hacer uso correcto pesticidas de origen químico permitidos según la OMS, aplicando las dosis permitidas. Evitando el uso excesivo de pesticidas, si esto sucede permite que las plagas alcancen resistencia química principalmente a las plagas que afecta a los cultivos hidropónicos. Controlando el umbral de daño económico para aplicar o no algún pesticida.
- Diseñar un plan de almacenamiento y control de pesticidas y sustancias toxicas.
- Desarrollar un plan integrado aplicando las buenas prácticas de agricultura, basados en las normas establecidas por el país.
- Desarrollar un plan efectivo para un manejo adecuando de aguas residuales, aguas negras entre otros.
- Evitar los cultivos extensivos porque estos exigen fuertemente el uso de pesticidas para el control de plagas, realizando la rotación de cultivos.



## **5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1. Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en muestras de agua para la producción de cultivos hidropónicos**

Acorde a la obtención de muestras de agua *in situ* en la finca productora de cultivos hidropónicos las cuales fueron extraídas de dos puntos importantes en la fuente principal de abastecimiento por inyección de agua para el sistema hidropónico y al final de las tuberías. Es importante conocer que la fuente principal de agua es alimentado por medio de pozo, estos son construidos y conectados principalmente a los acuíferos de aguas subterráneas, con alto riesgo que puedan estar altamente contaminadas aumentando el riesgo de causar enfermedades a los seres humanos, las fuentes de contaminación según EPA, (2022) se debe a filtraciones a través de tiraderos, tanques sépticos que presenten fallas, tanques de almacenamiento subterráneo, fertilizantes y pesticidas utilizados de forma inadecuada y escorrentías en áreas urbanas.

Según el informe de resultados obtenido por el laboratorio INLASA, S.A., indica que en las muestras de agua de la fuente principal de abastecimiento y la muestra que se obtuvo al final de las tuberías las concentraciones de pesticidas organoclorados y organofosforados analizados indicaron que son no detectables (ND) comparándolo con el límite de detención (LD) de 0.01 µg/L para residuos de pesticidas con la metodología en agua y suelo (Pesticides in Water, Soil). Según el Codex Alimentarius, (2013), establece que el límite de detección es la concentración más baja o masa del analito que puede detectarse (pero no

cuantificarse) en una muestra. En la práctica, es normalmente la concentración del analito en la que la señal/ruido promedio es 3.

Para la detección de residuos de pesticidas organofosforados se realizó por medio de cromatografía de gases con detectores selectivos y cromatografía liquida acoplado a espectrómetro de doble masas; para los residuos de pesticidas organoclorados se realizó aplicando la metodología de cromatografía de gases con detectores selectivos, exceptuando al pesticida metalaxil, para este se aplicó la técnica por cromatografía liquida acoplada a espectrómetro de doble masas.

La técnica de cromatografía de gases define cuatro aspectos importantes; el sistema de aplicación de la muestra (inyector) siendo el encargado de transferir la muestra a la columna cuantitativamente este debe discriminar por peso molecular o por volatilidad de los componentes y sin su alteración química por descomposición o isomerización, sistema de separación de la muestra (columna) debe lograr una separación completa de todos los componentes de la mezcla hasta alcanzar las constantes de distribución ( $K_D$ ) de los componentes a las fases hasta diferenciarlas en una separación adecuada se logra estableciendo condiciones óptimas considerando la temperatura, velocidad de fase móvil o su polaridad, presión entre otros estacionaria y móvil, sistema de detección de analitos eluidos en la columna (detector) diferenciando las moléculas del analito de la fase móvil con un detector transparente (Stashenko, E. & Martinez, J. 2009).

La señal del detector está basada en propiedades físicas como la corriente iónica, conductividad térmica, fluorescencia, índice de refracción, emisión fotónica, y esta debe ser proporcional a la cantidad del analito que emerge de la columna permitiendo establecer una relación interdependiente y finalmente lleva un análisis cuantitativo indicando los resultados de cuantos componentes y en qué proporción se encuentran en la mezcla y el sistema de datos unifica y

coordina el trabajo de todo el cromatográfico controlando y fijando parámetros operacionales (Stashenko, E. & Martinez,J, 2009).

La técnica de cromatografía liquida esta se utiliza para la separación de mezclas complejas, se basa en la separación del analito de una muestra respecto a la fase móvil y una fase estacionaria fijada en la cara interna de la columna, cuando la mezcla atraviesa la columna cromatográfica disuelta en un solvente se forma la fase móvil. La espectrometría de masas es una técnica versátil utilizada para determinar elementos presentes en una muestra analizando cuantitativamente los compuestos presentes en las mezclas complejas y generan información acerca de la estructura molecular (Stashenko, E. & Martinez,J. 2009).

El análisis de los fragmentos obtenidos después de ionizar la muestra y separar los fragmentos en función de su relación carga-masa para analizar la masa de cada fragmento. Las ventajas determinadas con esta técnica establecen los límites de detección más bajos en comparación de otros métodos espectrométricos ópticos porque tienen mayor sensibilidad, espectros sencillos de interpretar, así mismo presentan la capacidad para medir relaciones isotópicas atómicas de la muestra finalizando que es una técnica muy rápida (Estrada, J. 2018).

## **5.2. Análisis de concentraciones de pesticidas identificadas en las muestras de agua contra parámetros según la OMS**

Los efectos de los residuos de pesticidas en los seres humanos son regularmente a largo plazo afectando directamente al consumidor provocando enfermedades como esterilidad, leucemia, párkinson, asma, cáncer, trastornos, neuropsicológicos y cognitivos, la exposición a pesticidas regularmente ocurre o es debido al mal uso que se les da, así mismo por el consumo de alimentos

contaminados e inhalación de aire contaminado con pesticidas, ingresando al ser humano por las vías oral, dérmica, ocular y respiratoria siendo estas las más importantes por el cual los residuos de pesticidas ingresan al cuerpo humano aumentando el grado de peligrosidad dependiendo de la concentración y la toxicidad del pesticida (González, P. 2019).

La exposición dérmica siendo una de las vías más comunes entre las personas que aplican pesticidas, se relaciona al mal manejo de los pesticidas al momento de preparar la mezcla para la aplicación, así mismo cuando se eliminan o se limpian los equipos, derrame accidental teniendo efectos en la piel dependiendo de la zona afectada, formulación del plaguicida, cantidad y la duración de la exposición, temperatura y humedad (González, P. 2019).

La exposición oral provoca un envenenamiento severo, como resultado de la ingestión de pesticidas, por medio del; consumo de alimentos contaminados, productos agrícolas con altas concentraciones de residuos de pesticidas, transferencia de plaguicidas a un recipiente de comida, por la ingesta de algún líquido en botellas contaminadas por pesticidas, por no lavarse las manos correctamente después de haberlos manipulado (González, P. 2019).

La exposición respiratoria es considerada como alta, por la presencia de componentes volátiles que afectan directamente a la nariz, garganta y tejidos pulmonares, el riesgo de exposición dependerá del tamaño de la gota de pulverización, determinados que a menor tamaño de gota el riesgo se aumenta comparado cuando la gota es de mayor tamaño, así mismo si la temperatura aumenta el riesgo de exposición aumenta porque a mayor temperatura mayor evaporación elevando el riesgo de envenenamiento (González, P. 2019).

La exposición ocular sucede cuando los pesticidas provocan daños o lesiones graves en los tejidos oculares, los granulados son los que aumentan el riesgo del daño porque al ser aplicados estos rebotan con la vegetación u otra superficie provocando daños significativos en los tejidos oculares (González, P. 2019).

Según el informe de resultados obtenido de las muestras de agua en la producción de cultivos hidropónicos se evidencia que la finca productora aplica controles y buenas prácticas agrícolas para garantizar la inocuidad de sus productos, debido a que no se detectaron residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados por arriba del límite de detección (LD) cuantificado siendo este de 0.01 µg/L, así mismo se dejan indicados los límites máximo residual según el Codex Alimentarius de la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableciendo que los alimentos no deben contener una cantidad mayor de residuos de plaguicidas que las que señala el límite máximo de residuos (LMR). (OMS, 2013)

La contaminación del agua es una de las formas de exposición crónicas a bajas dosis de plaguicidas a las cuales el ser humano está vulnerable, se considera una vía más importante para el transporte de plaguicidas, los utilizados en la agricultura llegan a los cursos de aguas subterráneas y superficiales (ríos, lagos) regularmente por arrastre o lixiviación contaminando los reservorios de agua y que muchos de estos son para consumo humano (Benítez, P & Miranda, L. 2013).

Los pesticidas organoclorados son absorbidos por la piel y los aparatos digestivo y respiratorio, aumentando el riesgo por la absorción cutánea. Presentan alteraciones en el metabolismo, acumulación y excrecencia de medicamentos, minerales, vitaminas y hormonas, reduce las reservas de

vitamina A, hiperexcitabilidad, temblores, convulsiones, inhiben la comunicación intercelular, promotores de tumores, cáncer; de pulmón, vejiga, cerebro y de los sistemas linfáticos y hematopoyético, sarcomas de tejidos blandos, leucemia, linfomas. (Wigle et al., 1990; Fleming et al., 1999; Burkhart y Burkhart, 2000).

Según la OMS, (2013), estable que los LMR para las aldrinas, dicloran, dieldrin, lindano 0,1 mg/kg. El BHC, captafol, d-BHC, hexaclorobenceno, pp-DD, pp-DDE, pp-DDT está restringido el uso, el clordano 0,02 mg/kg y metalaxil 0,2 mg/kg, para el caso de clorotalonil, endosulfan I y II, endosulfan 5 mg/kg, endrina presenta 0,05 mg/kg, metoxicloro 0,04 mg/kg, heptacloro hepóxico 0,01 mg/kg.

Los pesticidas organofosforados son tóxicos y este permite obtener una característica de peligrosidad para manipularlos en la agricultura, se biotransforman a través de enzimas oxidadas, hidrolasas y transferasas principalmente hepáticas. Estas se eliminan principalmente por la orina y en menor cantidad por las heces y aire expelido. Inhiben la acetilcolinesterasa, al fosforilar a la esterasa la convierte en esterasa neurotóxica produciendo la neuropatía retardada, penetran por la piel la absorción puede ser lenta sin embargo al aumentar la temperatura puede acelerarse, provocan efectos en el sistema nervioso central al inhibir a la enzima acetilcolinesterasa en las terminaciones nerviosas, estos provocan efectos negativos en neurotóxicos, musculoesqueléticos, cáncer, leucemia, parkinson, asma (Karam, et al., 2004).

Según la OMS (2013), estable los límites máximos residuales (LMR) para pesticidas organofosforados; para el acetafe es 0,3 mg/kg, carbofenotion y profenofos 0,07 mg/kg, clorpirifos y malatión 1 mg/kg, diazinon 0,1 mg/kg, diclorvos, EPN y terbufos 0,01 mg/kg, dimetoato y metil pirimifos 0,5 mg/kg, etion y metil paratión 5 mg/kg, fention 2 mg/kg, metamidofos 0,02 mg/kg, profenofos 0,07 mg/kg.

### **5.3. Identificación de las posibles fuentes de contaminación**

Se identificaron monocultivos de maíz dulce (*Zea mays L.*) y ejote francés (*Phaseolus vulgaris*) a los alrededores de los invernaderos que se utilizan para la producción de cultivos hidropónicos, en los monocultivos se utilizan pesticidas para el control de virus, nematodos, hongos que sean considerados como plagas, los ingredientes activos de estos pesticidas pueden permanecer en la atmósfera por un tiempo y contaminar a los cultivos hidropónicos.

Se identificaron colindancia con una finca productora de hortalizas al norte y al sur con una finca productora de flores, de las cuales se desconoce el manejo de pesticidas para sus producciones.

El agua que utilizan para la producción es extraída de pozo, es importante mantener seguro y alejado de posibles fuentes de contaminación controlando que no existan tanques sépticos, terrenos de ganado, silos, campos de lixiviados sépticos, tanques de petróleo, almacenamiento impermeable de estiércol, manipulación y almacenamiento de fertilizantes, pesticidas, fungicidas, nematicidas.

La pérdida de los rendimientos en cultivos debido a las plagas alcanzando del 20 al 30 % de la mayoría de los cultivos, a pesar del incremento en el uso de pesticidas en casi 500 millones de kg, de ingrediente activo a nivel mundial, vulnerando la ecología de esta agricultura simplificada. Para el caso de costos ambientales encontramos el impacto sobre la vida silvestre, polinizadores, enemigos naturales, peces, agua y desarrollo de resistencia; para el caso de costos sociales encontramos envejecimiento y enfermedades humanas (Pimentel & Lehman, 1993).

Actualmente el uso de pesticidas está aumentando de forma crítica; en 1941 a 1995 muestra que el uso de pesticidas incremento de 161 a 212 millones de libras de ingrediente activo, no se atribuye al aumento del área de los cultivos al contrario a la intensificación del área dedicada a los cultivos con agro-tóxicos, incluyendo pesticidas tóxicos, más de uno está relacionado con el cáncer (Liebman, 1997).

Una vez aplicado los plaguicidas en el ambiente, están sujetas a una serie de transformaciones a nivel físico, químico y biológico; los cuales son fenómenos de adsorción sobre el suelo, plantas, volatilización, fotolisis y degradación química y microbiana. Además de que también pueden ser arrastrados por las corrientes de aire y agua que permiten el transporte a largas distancias, cabe decir que los residuos volátiles pasan a la atmósfera y son aterrizados con las lluvias a otros lugares (López Geta, Martínez Navarrete, Moreno Merino, & Martínez Navarrete, 1992).

#### **5.4. Recomendaciones para evitar la contaminación del agua por residuos de pesticidas**

Las fincas productoras de cultivos hidropónicos deben establecer planes de manejo integrado de plagas, según la OMS, (2023), establece que MIP consiste en la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas. El MIP combina estrategias y prácticas (culturales) específicas de gestión biológica, química, física y agrícola para producir cultivos sanos y minimizar la utilización de plaguicidas, mitigando o reduciendo al mínimo los riesgos que plantean estos productos para la salud humana y el medio ambiente.

La función del MIP en la agricultura sostenible establece que se debe aplicar un control sostenible de plagas basados en los servicios ecosistémicos como la depredación de las plagas al tiempo de proteger la polinización contribuyendo grandemente con disponibilidad de alimentos mediante la reducción de pérdidas de cultivos antes y después de la cosecha, de la misma manera reducir el uso de plaguicidas garantizando con ello la inocuidad de los alimentos y agua, reduciendo la cantidad de plaguicidas a utilizar se disminuyen la cantidad de residuos en los alimentos y ambiente. Mejora los servicios ecosistémicos manteniendo los ecosistemas en equilibrio. Aumenta los niveles de ingresos porque se reducen los costos de producción mediante la disminución del uso de plaguicidas, con esto se refuerza los conocimientos de los agricultores mejorando la capacidad de gestión para el manejo de ecosistemas. (OMS, 2023)

Las trazas que dejan los plaguicidas en los productos es importante evaluarlos acorde a las normativas establecidas por la OMS, ya que estas provocan serios problemas en la salud humana por lo que es necesario respetar los LMR establecidos, siendo estos el nivel máximo residual permitido legalmente permitido en los alimentos, agua cuando los plaguicidas se aplican correctamente aplicando buenas prácticas agrícolas.

Es importante diseñar un plan para el almacenamiento y control de pesticidas y sustancias toxicas, seleccionando el lugar, diseño y estructura de la bodega que se usara, disposición y altura de las filas de recipientes teniendo de tal manera que los más viejos se utilicen primero con ello se evita la manipulación de envases vencidos, diseñando un sistema de planificación y registro de existencias para asegurar el transporte de ellos, contar con medidas de seguridad para el personal en caso existan derrames, perdida y para la eliminación correcta de los recipientes y productos químicos, contando con el equipo de protección

adecuada para la manipulación de los pesticidas y aumentar la capacitación, concientización al personal que los utiliza.

Las aguas pluviales son importantes las cuales podemos captarlas a través de bombeo directo (sumergible o succión) e indirecto y gravedad indirecta, manteniendo análisis frecuentes de pesticidas para evitar el desarrollo de enfermedades en seres humanos. Por su parte las aguas negras pueden reutilizarse, pero también pueden desarrollar consecuencias mortales para los seres humanos por tanto es importantes pasarlas por plantas de tratamiento primario separando y asentando los residuos sólidos, secundario realizando un proceso biológico transformando la materia orgánica disuelta en sólidos y posteriormente eliminarlos y el terciario realizando lagunas de desinfección y microfiltración.

## **CONCLUSIONES**

1. Con base al análisis químico de agua realizado en dos puntos importantes siendo estos la fuente principal de abastecimiento de agua al sistema y al final de las tuberías en la producción de cultivos hidropónicos, indica que no se encontraron residuos de pesticidas significativos que vulneren la salud de los consumidores.
2. La comparación de las concentraciones acorde a los límites máximos residual (LMR) según la Organización Mundial de la Salud indica que los pesticidas organoclorados y organofosforados evaluados están por debajo de los límites permitidos; debido a que las concentraciones fueron no detectables (ND).
3. Las posibles fuentes de contaminación para el agua se clasificaron como externas: producción de cultivos extensivos a los alrededores como maíz y ejote francés, fincas aledañas productoras de hortalizas y flores así mismo fuentes internas como: manejo inadecuado de químicos y recipientes, invernaderos descubiertos y fuente de agua proveniente de pozo.
4. Para garantizar la inocuidad de los productos se debe aplicar un buen MIP, uso y almacenamiento correcto de pesticidas y envases, BPA, manejo de agua residuales y evitar cultivos extensivos.



## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar por lo menos una vez por año un análisis químico de aguas para garantizar que se mantiene bajos los niveles permitidos según los límites máximos residuales de pesticidas dados por la OMS.
2. Seguir aplicando los pesticidas en concentraciones adecuadas para evitar la contaminación de los cultivos por residuos de estos, con ello evitamos que la inocuidad se vea afectada.
3. Establecer un plan robusto de identificación de posibles fuentes de contaminación de aguas y definir medidas de control aplicando las buenas prácticas de agricultura.
4. Diseñar un plan de manejo integrado de plagas, control de malezas uso y almacenamiento correcto de plaguicidas, y este plan debe ser socializado con todo el personal involucrado en la producción.



## REFERENCIAS

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos – EPA-, (2022). *Acerca de los pozos de agua privados.* Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/acerca-de-los-pozos-de-agua-privados>
- Arroyave, H. (2018). *Modelo del comportamiento de presas en cascada y visualización de software.* Prentice Hall. <https://www.andritz.com/no-index/pf-detail?productid=9224>
- Autoridad Europea de Seguridad alimentaria, EFSA. Plaguicidas. Recuperado de: <https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/pesticides>
- Beltrano, J. y Gimenez, D. (2015). Cultivo en Hidroponía. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Benítez, P & Miranda, L. (2013). *Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica.* Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/370/37028958001.pdf>
- Centro nacional de información sobre pesticidas. (2022). Seguridad Alimentaria. Recuperado de: <http://npic.orst.edu/health/food.es.html#:~:text=La%20cantidad%20de%20plaguicidas%20que,sobre%20un%20alimento%20en%20particular.>

Codex Alimentarius (2022). Glosario de términos. Recuperado de:  
<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/glossary/es/>

Codex Alimentarius (2022). Índice de plaguicidas. Recuperado de:  
<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticides/es/>

Codex Alimentarius. (2023). Límites máximos de residuos (LMR).  
[https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/es/?p\\_id=20](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/es/?p_id=20)

Estrada, J. (2018). *Análisis de residuos de pesticidas en productos ecológicos mediante cromatografía de líquidos.* Disponible en:  
[http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/7209/TFG\\_ESTRADA%20POMARES,%20JOSE.pdf?sequence=1](http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/7209/TFG_ESTRADA%20POMARES,%20JOSE.pdf?sequence=1)

Faillaci, S. (2017). Uso de plaguicidas organoclorados y organofosforados en la agricultura periurbana del Cinturón Verde de Córdoba. (Tesis de doctorado en ciencias de la salud). Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, Argentina. Recuperado de  
<http://lildbi.fcm.unc.edu.ar/lildbi/tesis/Faillaci-Silvina-M-Versi%C3%B3n%20Final.pdf>

FAO. (1985). *Manual sobre el almacenamiento y control de existencias de plaguicidas.* Disponible en: <https://www.fao.org/3/v8966s/v8966s.pdf>

Fernandez, A. (2018). Determinación de pesticidas en alimentos mediante la técnica de cromatografía de gases. (Tesis Master Universitario en ciencia y tecnología química). Universidad nacional de Educación a Distancia. Recuperado de: [http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Arodrigo/Rodrigo\\_Fernandez\\_Ana\\_TFM.pdf](http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Arodrigo/Rodrigo_Fernandez_Ana_TFM.pdf)

Ferrer, A. (2003). Intoxicación por pesticidas. Recuperado de: <https://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s1/nueve.pdf>

Grady, J. Her, M., Moreno, G., Pérez, C. y Yelinek, J. (2019). Emociones en los libros de cuentos: una comparación de libros de cuentos que representan grupos étnicos y raciales en los Estados Unidos. *Psicología de la cultura de los medios populares*, 8(3), 207-217. <https://doi.org/10.1037/ppm0000185>

Instituto de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. (2010). Manual instructivo Alternativas Productivas en cultivos Hidropónicos. Recuperado de [http://www.platicar.go.cr/images/buscador/comunidades\\_de\\_practica/pdf/Cultivos-Hidroponicos.pdf](http://www.platicar.go.cr/images/buscador/comunidades_de_practica/pdf/Cultivos-Hidroponicos.pdf)

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. (2006). Buenas Prácticas Agrícolas BPA. (Ficha 1). Guatemala: Autor.

Izaguirre Ordoñez, P. (2016). Plan de negocio para la producción de lechuga gourmet y tecnificación del sistema de producción de arveja china de agricultores proveedores de una empresa exportadora. (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

Karam, M. Á., Ramírez, G., Bustamante Montes, LP, & Galván, JM (2004). Plaguicidas y salud de la población. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 11 (3), 246-254.

Leiva, P. (2013). Formulación de plaguicidas y mezclas de tanque. Recuperado de:

[https://fertilizar.org.ar/subida/evento/JonadaFertilizacionFoliar/FFFFormulacionPlaguicidasMezclasTanque\\_Dleiva.pdf](https://fertilizar.org.ar/subida/evento/JonadaFertilizacionFoliar/FFFFormulacionPlaguicidasMezclasTanque_Dleiva.pdf)

Liebman, J. (1997). Rising toxic tide: pesticide use in California. 86eporto f California for Pesticide reform and pesicide action network, San Francisco.

Lopez Geta, J., Martínez Navarrete, C., Moreno Merino, L., & Martínez Navarrete, P. (1992). Las aguas subterráneas y los plaguicidas. Instituto Geológico y minero de España.

Madueño Ventura, F. M. (2017). Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del Cono Norte, Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Marcos. Perú.

Maggioni, D.A. (2018). Evaluación de riesgos por ingesta dietaría de residuos de plaguicidas. (Tesis Doctor en ciencia y tecnología de los alimentos). Universidad Nacional del Litoral, Argentina.

Moran Villacreses, E.L. (2021). Efecto de sustancias minerales altamente diluidas (SMADs) en el cultivo hidropónico en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

Olbis, J. (1999). NTP 512: Plaguicidas organofosforados (I) aspectos generales y toxicocinética. Recuperado de: [https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp\\_512.pdf/5852f604-3aad-40a3-ac2a-](https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_512.pdf/5852f604-3aad-40a3-ac2a-)

OMS. (2009). Clasificación de plaguicidas por peligrosidad y directrices para la clasificación. Recuperador de: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44271/9789241547963\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44271/9789241547963_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

OMS. (2019). Directrices para el control de vectores del paludismo. Recuperado de: <https://www.jstor.org/stable/pdf/resrep27932.3.pdf>

OMS. (2023). *Residuos de plaguicidas en los alimentos y piensos*. Disponible en: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codextexts/dbs/pestres/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, FAO. (1990). ¿Qué son los plaguicidas? Recuperado de: <https://www.fao.org/3/w1604s/w1604s04.htm>

Pimentel, D., & Lehman, H. (1993). The pesticide questions. Chapman and Hall, N.Y.

Resh, H. M. 2001. Cultivos hidropónicos. 5<sup>a</sup> edición. Mundi–Prensa. Madrid, España. Pp 113-117.

Rodríguez, A., Suarez, S., Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig10314.pdf>

Rodríguez, H. (2009). Soluciones nutritivas hidropónicas: Factores y criterios para su formulación. Recuperado de <https://drco-mag.yolasite.com/resources/Solucionesnutritivashidroponicasfactoresycriteriosparasuformulacion.pdf>

Rodríguez, V. (2016). Invernadero hidropónico automatizado en riego, con monitoreo de pH, conductividad eléctrica y control de variables climáticas. (Trabajo recepcional). Universidad Autónoma de la Ciudad de México. México. Repositorio Institucional UACM [https://www.repositoryinstitucionaluacm.mx/jspui/bitstream/123456789/365/3/VERONICA%20OLVERA%20RODRIGUEZ\\_ISEI\\_unlocked.pdf](https://www.repositoryinstitucionaluacm.mx/jspui/bitstream/123456789/365/3/VERONICA%20OLVERA%20RODRIGUEZ_ISEI_unlocked.pdf)

Sanchez, E. (2022). Sistemas Hidropónicos: Programas recetas de soluciones nutritivas. Recuperado de [https://extension.psu.edu/downloadable/download/sample/sample\\_id/4379/](https://extension.psu.edu/downloadable/download/sample/sample_id/4379/)

Solano, E. (2010). Monitoreo de la contaminación por pesticidas en hortalizas para consumo fresco en la ciudad capital. Guatemala: Instituto de investigaciones agronómicas IIA, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2010-042.pdf>

Soto, F. (2015). Hidroponía: Sistemas de cultivo en agua. Recuperado de <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/86385/Sistemas%20de%20cultivo%20en%20agua%20en%20hidropon%c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Stashenko, E. & Martinez, J. 2009. *Algunos aspectos de la detección en cromatografía de gases y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Selectividad e identificación.* Disponible en: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7134920/mod\\_resource/content/0/Algunos%20aspectos%20de%20la%20detecci%C3%B3n%20en%20-%20v1n3a4.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7134920/mod_resource/content/0/Algunos%20aspectos%20de%20la%20detecci%C3%B3n%20en%20-%20v1n3a4.pdf)

Teran, A. (2020). Análisis cromatográfico de gases para determinar la toxicidad según la concentración de disolventes en hortalizas. (Tesis de licenciatura). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.

Unión Europea. (2022). Base de datos de plaguicidas de la UE. Recuperado de: [https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database\\_en](https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en)

Wigle, D. T.; R. M. Semenciw; K. Wilkins; D. Riedel; L. Ritter; H. Morrison y. Mao (1990). “Mortality Study of Canadian Male Farm Operators: No-Hodgkin’s Lymphoma Mortality and Agricultural Practice in Saskatchewan”, J Nat Cancer Inst. 82 (7): 574-575.



## APÉNDICES

### Apéndice 1.

#### *Ficha de observación*



ESCUELA DE ESTUDIOS DE  
**POSTGRADO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA



No. 1	Investigación: <b>EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS EN EL AGUA QUE SE UTILIZA PARA LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS HIDROPÓNICOS EN GUATEMALA, GUATEMALA</b>					
<b>Problema:</b> Contaminación del agua por mal uso y aplicación de pesticidas						
<b>Fecha:</b> 31 de mayo de 2023						
<b>Hora:</b> 08:00 am						
<b>Lugar:</b> Finca, ubicada en Parramos, Chimaltenango						
No.	Descripción	SI	NO	Observaciones		
1	Fuente de abastecimiento del agua a utilizar			Abastecimiento por medio de pozo		
2	Equipo que se utiliza para la producción			Bomba de succión de agua, tuberías PVC, bombas de mochila		
3	Color, olor y otros aspectos importantes del agua			Típico al agua		
4	Actividades previas a la que es sometida el agua antes de integrarlo a la producción de cultivos hidropónicos			Filtrado		
5	Posibles fuentes de contaminación externa			Recipientes de pesticidas, cultivos y fincas aledañas.		
6	Buenas prácticas agrícolas			Si, a excepción del manejo de recipientes vacíos		
7	Buenas prácticas de manufactura					
8	Buenas prácticas de higiene			Duchas y pediluvios antes y después de las aplicaciones		

*Nota.* Formato ficha de observación. Elaboración propia. Paint.

## **Apéndice 2.**

*Recorrido en la finca productora de cultivos hidropónicos*



*Nota.* Situación actual de la finca de producción. Elaboración propia.

El apéndice 2 muestra la entrevista personalizada realizada con personal encargado de la finca.

## **Apéndice 3.**

*Invernaderos utilizados para la producción de cultivos hidropónicos*



*Nota.* Invernaderos utilizados para la producción. Elaboración propia.

El apéndice 3 muestra los invernaderos que la finca utiliza para la producción de productos hidropónicos.



## ANEXOS

### Anexo 1.

#### *Informe de resultados del análisis de agua en la fuente principal*



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 1 de 8

#### INFORME DE RESULTADOS

Cliente	anner amilcar toj juárez	Fecha Emisión	9/04/2023		
Dirección	San Miguel Petapa	Hora Emisión	10:29:39		
Fecha Ingreso	31/05/2023	Res. Muestreo	Cliente/Client		
Hora Ingreso	16:12:00	Número Informe	1		
Número Orden					
2023002099					
<b>Muestra (225724) Agua Cultivo Fresa Hidropónico fuente Principal</b>					
Observaciones 29/05/2023 Hora: 10:00 Am					
ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
<b>Plaguicidas Clorados Multiresiduos</b>					
• Alrona	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• BHC	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Captafol	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Capton	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Clordano	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Clorotalonil	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• d-BHC	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Dicloren	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Dieldrin	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Endosulfan I	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Endosulfan II	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Endosulfan sulfato	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Endrina	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Heptacloro epoxido	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Hexaclorobenceno	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Lindano	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Metalaxil	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Metoxicloro	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• pp-DDD	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• pp-DDE	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• pp-DDT	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
<b>Plaguicidas Fosforados Multiresiduos</b>					
• Acefate	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Carbofenotion	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Clorpirifos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Diazinon	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FID: Cromatografía de gases con detectores selectivos

"Firmado de aprobado y revisando en la última página"

## Continuación del anexo 1.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 2 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente	Anner Amilcar Toj Juárez			Fecha Emisión	9/06/2023
Dirección	San Miguel Petapa			Hora Emisión	10:29:39
Fecha Ingreso	31/05/2023			Res. Muestreo	Cliente/Client
Hora Ingreso	14:12:00	Número Informe	1	Número Orden	2023002099

* Diclorvos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
* Dimetoato	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
* EPN	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
* Eton	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
* Fenitron	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
* Malation	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
* Metamidofos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
* Metil paratón	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
* Metil pirimifos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
* Profenofos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
* Terbufos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 2. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consúntenos)

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

"Firmado de aprobado y revisando en la última página"

## Continuación del anexo 1.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 3 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente Anner Amilcar Toj Juárez

Dirección San Miguel Petapa

Fecha Ingreso 31/05/2023

Hora Ingreso 14:12:00

Fecha Emisión 9/06/2023  
Hora Emisión 10:29:39  
Res. Muestreo Cliente/Client  
Número Informe 1  
Número Orden 2023002099

PLAGUICIDA		LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD	PLAGUICIDA		LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD
1	2,4-D	0.05	NA	NA	NA	40	Bensulfurón metil	Q*	NA	NA	NA
2	2,4-DB	0.05	NA	NA	NA	41	Bensulid	Q*	NA	NA	NA
3	2,4,5-T	0.05	NA	NA	NA	42	Bentazon	0.01	NA	NA	NA
4	2,4,5-TP	0.05	NA	NA	NA	43	Benzoximát	0.01	NA	NA	NA
5	1,2-Dicloropropano	NA	0.01	NA	NA	44	Benzatiazuron	0.01	NA	NA	NA
6	1,3-Dicloropropeno	NA	0.01	NA	NA	45	BHC	NA	0.01	Q	NA
7	Acefato	0.01	NA	Q	0.1	46	d-BHC	NA	0.01	Q	NA
8	Acetamiprid	Q*	NA	NA	NA	47	Bifenazato	0.01	NA	NA	NA
9	Acibenzolar-S-methyl	0.01	NA	NA	NA	48	Biterianol	0.01	NA	NA	NA
10	Alacloro	Q*	NA	NA	NA	49	Bosalid	0.01	NA	NA	NA
11	Alanicarb	0.01	NA	NA	NA	50	Bromacil	Q*	NA	NA	NA
12	Aldicarb	0.01	NA	NA	NA	51	Bromoconazol	0.01	NA	NA	NA
13	Aldicarb sulfona	0.01	NA	NA	NA	52	Bupirimato	0.01	NA	NA	NA
14	Aldicarb sulfóxido	0.01	NA	NA	NA	53	Buprofezin	0.01	NA	NA	NA
15	Aldrina	NA	0.01	Q	NA	54	Butafenacil	0.01	NA	NA	NA
16	Ametrina	0.01	NA	NA	NA	55	Butocarboxim	0.01	NA	NA	NA
17	Amidosulfurón	Q*	NA	NA	NA	56	Butocarboxim sulfóxido	Q*	NA	NA	NA
18	Aminocarb	0.01	NA	NA	NA	57	Butoxicarboxim	0.01	NA	NA	NA
19	Amitraz	0.01	NA	NA	NA	58	Buturon	Q*	NA	NA	NA
20	Amitrol	Q*	NA	NA	NA	59	Captafol	NA	0.01	Q	NA
21	Anilacina	Q*	NA	NA	NA	60	Captan	NA	0.01	Q	NA
22	Anilofós	Q*	NA	NA	NA	61	Carbaril	0.01	NA	NA	NA
23	Asulam	Q*	NA	NA	NA	62	Carbendazim	0.01	NA	NA	NA
24	Atratón	Q*	NA	NA	NA	63	Carbetamida	0.01	NA	NA	NA
25	Atrazina	0.01	NA	NA	NA	64	Carbofuran	0.01	NA	NA	NA
26	Atrazina-desetil	Q*	NA	NA	NA	65	Carbofuran-3-hidrox	0.01	NA	NA	NA
27	Atrazina-desisopropil	Q*	NA	NA	NA	66	Carbofuran-3-keto	Q*	NA	NA	NA
28	Azaconazol	Q*	NA	NA	NA	67	Carbofenotion	NA	NA	Q	0.01
29	Azametifós	Q*	NA	NA	NA	68	Carbosulfan	Q*	NA	NA	NA
30	Azinfós-etil	Q*	NA	NA	NA	69	Carboxim	0.01	NA	NA	NA
31	Azinfós-metil	Q*	NA	NA	NA	70	Carfentrazon-etil	0.01	NA	NA	NA
32	Aziprotrina	Q*	NA	NA	NA	71	Clorantriniprole	0.01	NA	NA	NA
33	Azobenceno	Q*	NA	NA	NA	72	Clorbromuron	Q*	NA	NA	NA
34	Azoxistrobinna	0.01	NA	NA	NA	73	Clordano	NA	0.01	Q	NA
35	Benalaxil	0.01	NA	NA	NA	74	Clorenapyr	NA	0.01	NA	NA
36	Benazolin	Q*	NA	NA	NA	75	Clorfenvinifós	0.01	NA	NA	NA
37	Bendiocarb	0.01	NA	NA	NA	76	Clorfluzuron	Q*	NA	NA	NA
38	Benfuracarb	0.01	NA	NA	NA	77	Cloridazon	Q*	NA	NA	NA
39	Benfuresato	Q*	NA	NA	NA	78	Clorotalonil	NA	0.01	Q	NA

LD: Límite Detección

NA: No Aplica

ND: No Detectable

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consúltenos)

"Firmado de aprobado y revisando en la última página"

## Continuación del anexo 1.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 4 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente Anner Amílcar Toj Juárez  
Dirección San Miguel Petapa  
Fecha Ingreso 31/05/2023  
Hora Ingreso 16:12:00

Número Informe 1

Fecha Emisión 9/06/2023  
Hora Emisión 10:29:39  
Res. Muestreo Cliente/Client  
Número Orden 2023002099

PLAGUICIDA		LC MS/MS	GC μECD	GC MS	GC FPD	PLAGUICIDA		LC MS/MS	GC μECD	GC MS	GC FPD
79	Cloroxuron	0.01	NA	NA	NA	118	Desmetrin	Q*	NA	NA	NA
80	Clorprofam	0.01	NA	NA	NA	119	Dialifos	Q*	NA	NA	NA
81	Clorpirifos	0.01	0.01	0.01	0.01	120	Diallat	Q*	NA	NA	NA
82	Clorpirifos-metil	0.01	NA	NA	NA	121	Diazinon	NA	NA	Q	0.01
83	Closulfuron	Q*	NA	NA	NA	122	Dibrom	Q*	NA	NA	NA
84	Clortifofos	Q*	NA	NA	NA	123	Diclofluanid	0.01	NA	NA	NA
85	Clortoluron	Q*	NA	NA	NA	124	Dicloran	NA	0.01	Q	NA
86	Cinidon-etil	Q*	NA	NA	NA	125	Diclorvos	0.01	NA	Q	0.01
87	Cinosulfuron	Q*	NA	NA	NA	126	Diclobutrazol	0.01	NA	NA	NA
88	Cletodim	0.01	NA	NA	NA	127	Dicrotofós	0.01	NA	NA	NA
89	Clodinafop-propargil	Q*	NA	NA	NA	128	Dieldrina	NA	0.01	Q	NA
90	Clomazone	Q*	NA	NA	NA	129	Diетofencarb	0.01	NA	NA	NA
91	Cloprialid	Q*	NA	NA	NA	130	Difenocazonol	0.01	NA	NA	NA
92	Cloquintocet-mexil	Q*	NA	NA	NA	131	Difenoxyuron	Q*	NA	NA	NA
93	Clotilanidin	0.01	NA	NA	NA	132	Diflubenzuron	0.01	NA	NA	NA
94	Coumafos	0.01	NA	NA	NA	133	Dimefuron	Q*	NA	NA	NA
95	Cruformate	Q*	NA	NA	NA	134	Dimeperiperate	Q*	NA	NA	NA
96	Cianazina	Q*	NA	NA	NA	135	Dimetacilar	Q*	NA	NA	NA
97	Clandenfós	Q*	NA	NA	NA	136	Dimetanemtrina	Q*	NA	NA	NA
98	Ciazofamid	0.01	NA	NA	NA	137	Dimetenamid	Q*	NA	NA	NA
99	Cicloato	Q*	NA	NA	NA	138	Dimetirimol	Q*	NA	NA	NA
100	Cicloxdim	Q*	NA	NA	NA	139	Dimetoato	0.01	NA	Q	0.01
101	Cicluron	0.01	NA	NA	NA	140	Dimetomorf	0.01	NA	NA	NA
102	Ciflufenamida	Q*	NA	NA	NA	141	Dimetilan	Q*	NA	NA	NA
103	Ciflutrina	NA	0.01	Q	NA	142	Dimoxistrobina	0.01	NA	NA	NA
104	Cimoxanil	0.01	NA	NA	NA	143	Dinicconazole	0.01	NA	NA	NA
105	Cipermetrina	NA	0.01	Q	NA	144	Dinoseb	0.01	NA	NA	NA
106	Ciproconazol	0.01	NA	NA	NA	145	Dioxacarb	0.01	NA	NA	NA
107	Cipronidil	0.01	NA	NA	NA	146	Difenamid	Q*	NA	NA	NA
108	Criomazina	0.01	NA	NA	NA	147	Difenilamina	Q*	NA	NA	NA
109	DMST	Q*	NA	NA	NA	148	Disulfoton	Q*	NA	NA	NA
110	Daminozid	Q*	NA	NA	NA	149	Disulfoton-sulfona	Q*	NA	NA	NA
111	Deltametrina	NA	0.01	Q	NA	150	Disulfoton-sulfóxido	Q*	NA	NA	NA
112	Demeton-O	Q*	NA	NA	NA	151	Ditalimfos	Q*	NA	NA	NA
113	Demeton S	Q*	NA	NA	NA	152	Ditiopt	Q*	NA	NA	NA
114	Demeton S-metil	Q*	NA	NA	NA	153	Diuron	0.01	NA	NA	NA
115	Demeton S-metil-sulfón	Q*	NA	NA	NA	154	Dodemorf	Q*	NA	NA	NA
116	Desmedifam	0.01	NA	NA	NA	155	Endosulfan I	NA	0.01	Q	NA
117	Desmetil-prímicarb	Q*	NA	NA	NA	156	Endosulfan II	NA	0.01	Q	NA

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consúntenos)

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC μECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

"Firmado de aprobado y revisando en la última página"

## Continuación del anexo 1.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 5 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente	Anner Amilcar Toj Juárez	Fecha Emisión	9/06/2023
Dirección	San Miguel Pelapa	Hora Emisión	10:29:39
Fecha Ingreso	31/05/2023	Res. Muestreo	Cliente/Client
Hora Ingreso	16:12:00	Número Informe	1
		Número Orden	2023002099

PLAGUICIDA	LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD	PLAGUICIDA	LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD					
					196	197	198	199	200	201	202	203	204	205
157 Endosulfan sulfato	NA	0.01	Q	NA	Fention-sulfona	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
158 Endrina	NA	0.01	Q	NA	Fention-sulfoxido	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
159 EPN	NA	NA	Q	0.01	Fenuron	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
160 EPTC	Q*	NA	NA	NA	Fipronil	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
161 Edifenfos	Q*	NA	NA	NA	Flamprop-isopropil	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
162 Epoxiconazol	0.01	NA	NA	NA	Flamprop-metil	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
163 Esprocarb	Q*	NA	NA	NA	Fluazafop-P-butil	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
164 Etefon	0.01	NA	NA	NA	Fluazinam	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
165 Etiofencarb	0.01	NA	NA	NA	Flubendiamida	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
166 Etiofencarb sulfona	Q*	NA	NA	NA	Fluclcloxuron	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
167 Etiofencarb sulfoxido	Q*	NA	NA	NA	Flufenacet	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
168 Etion	0.01	NA	Q	0.01	Flufenoxuron	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
169 Etirimol	0.01	NA	NA	NA	Fluometuron	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
170 Etofumesate	0.01	NA	NA	NA	Fluoxastrobin	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
171 Etoprofros	Q*	NA	NA	NA	Fluquincionzaole	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
172 Etoxazole	0.01	NA	NA	NA	Floroxipir-meptil	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
173 Etoxisulfuron	Q*	NA	NA	NA	Flurtamón	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
174 Etofenprox	Q*	NA	NA	NA	Flusilazol	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
175 Famoxadona	0.01	NA	NA	NA	Flutolanil	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
176 Fenamidona	0.01	NA	NA	NA	Flutriafol	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
177 Fenamifos	0.01	NA	NA	NA	Forclorfenuron	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
178 Fenamifos sulfona	Q*	NA	NA	NA	Folpet	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
179 Fenamifos sulfoxido	Q*	NA	NA	NA	Fonofos	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
180 Fenarimol	0.01	NA	NA	NA	Foramsulfuron	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
181 Fenazaquin	0.01	NA	NA	NA	Formetanato	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
182 Fenazon	Q*	NA	NA	NA	Fostiazato	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
183 Fenbutatin-oxide	0.01	NA	NA	NA	Fuberidazol	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
184 Fenbuconazol	0.01	NA	NA	NA	Furatiocarb	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
185 Fenfuram	Q*	NA	NA	NA	Halofenoizide	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
186 Fenhexamid	0.01	NA	NA	NA	Halosulfuron-metil	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
187 Fenobucarb	0.01	NA	NA	NA	Haloxifop	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
188 Fenoxicarb	0.01	NA	NA	NA	Haloxifop-2-etoxiethyl	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
189 Fenpiclonil	Q*	NA	NA	NA	Haloxifop-metil	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
190 Fenpropatrin	Q*	NA	NA	NA	Heptacloro epoxido	NA	0.01	Q	NA	NA	NA	NA	NA	NA
191 Fenpropidin	Q*	NA	NA	NA	Heptenofos	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
192 Fenpropimorf	0.01	NA	NA	NA	Hexaclorobenceno	NA	0.01	Q	NA	NA	NA	NA	NA	NA
193 Fenpiroximato	0.01	NA	NA	NA	Hexaconazol	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
194 Fensulfotion	Q*	NA	NA	NA	Hexazinona	Q*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
195 Fenton	0.01	NA	Q	0.01	Hexaflumuron	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

"Firmado de aprobado y revisando en la última página"

## Continuación del anexo 1.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-111 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 6 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente: Anner Amilcar Toj Juárez  
Dirección: San Miguel Petapa  
Fecha Ingreso: 31/05/2023  
Hora Ingreso: 16:12:00

Fecha Emisión: 9/06/2023  
Hora Emisión: 10:29:39  
Res. Muestreo: Cliente/cliente  
Número Informe: 1  
Número Orden: 2023002099

PLAGUICIDA	LC MS/MS	GC μECD	GC MS	GC FPD	PLAGUICIDA	LC MS/MS	GC μECD	GC MS	GC FPD
235 Imazalil	0.01	NA	NA	NA	274 Methamidofos	0.01	NA	Q	0.1
236 Imazapir	Q*	NA	NA	NA	275 Methfuroxam	Q*	NA	NA	NA
237 Imazaquin	Q*	NA	NA	NA	276 Metidation	Q*	NA	NA	NA
238 Imidacloprid	0.01	NA	NA	NA	277 Metiocarb	0.01	NA	NA	NA
239 Indoxacarb	0.01	NA	NA	NA	278 Metiocarb sulfona	Q*	NA	NA	NA
240 Iodosulfuron-metil	Q*	NA	NA	NA	279 Metiocarb sulfoxido	Q*	NA	NA	NA
241 Iprobenfos	Q*	NA	NA	NA	280 Metomil	0.01	NA	NA	NA
242 Iprovalicarb	0.01	NA	NA	NA	281 Metopreno	0.01	NA	NA	NA
243 Izasofos	0.01	NA	NA	NA	282 Metoxifenozid	0.01	NA	NA	NA
244 Isocarbamida	Q*	NA	NA	NA	283 Metobromuron	0.01	NA	NA	NA
245 Isocarbofos	0.01	NA	NA	NA	284 Metolaclor	Q*	NA	NA	NA
246 Isofenfos	Q*	NA	NA	NA	285 Metolcarb	Q*	NA	NA	NA
247 Isometiazin	Q*	NA	NA	NA	286 Metosulam	Q*	NA	NA	NA
248 Isonoruron	Q*	NA	NA	NA	287 Metoxuron	Q*	NA	NA	NA
249 Isoprocarb	0.01	NA	NA	NA	288 Metoxicloro	NA	0.01	Q	NA
250 Isopropalin	Q*	NA	NA	NA	289 Metrafenona	0.01	NA	NA	NA
251 Isoproturon	0.01	NA	NA	NA	290 Metribuzina	0.01	NA	NA	NA
252 Isoxaben	Q*	NA	NA	NA	291 Metsulfuron-metil	Q*	NA	NA	NA
253 Kresoxim-metil	0.01	NA	NA	NA	292 Mevinfos	0.01	NA	NA	NA
254 L-Cialotrina	NA	0.01	Q	NA	293 Molinato	0.01	NA	NA	NA
255 Lenacil	Q*	NA	NA	NA	294 Monocrotophos	0.01	NA	NA	NA
256 Lindano	NA	0.01	Q	NA	295 Monolinuron	0.01	NA	NA	NA
257 Linuron	0.01	NA	NA	NA	296 Miclobutanilo	0.01	NA	NA	NA
258 Malaoxon	Q*	NA	NA	NA	297 Napropamide	Q*	NA	NA	NA
259 Malation	0.01	NA	Q	0.01	298 Neburon	0.01	NA	NA	NA
260 Mecarbam	Q*	NA	NA	NA	299 Nicosulfuron	Q*	NA	NA	NA
261 Mefenacet	0.01	NA	NA	NA	300 Nitenpiram	0.01	NA	NA	NA
262 Mepanipirim	0.01	NA	NA	NA	301 Nitralina	Q*	NA	NA	NA
263 Mefosfolan	Q*	NA	NA	NA	302 Nuarimol	0.01	NA	NA	NA
264 Mepronil	0.01	NA	NA	NA	303 Ometato	0.01	NA	NA	NA
265 Mesosulfuron-metil	Q*	NA	NA	NA	304 Orbencarb	Q*	NA	NA	NA
266 Mesotriiona	0.01	NA	NA	NA	305 Orizalina	Q*	NA	NA	NA
267 Metaflumizona	0.01	NA	NA	NA	306 Oxadixyl	0.01	NA	NA	NA
268 Metalaxil	0.01	NA	Q	0.01	307 Oxamil	0.01	NA	NA	NA
269 Metamitron	Q*	NA	NA	NA	308 Oxasulfuron	Q*	NA	NA	NA
270 Metazadol	Q*	NA	NA	NA	309 Oxicarboxim	Q*	NA	NA	NA
271 Metconazol	0.01	NA	NA	NA	310 Oxidemeton-metil	Q*	NA	NA	NA
272 Metabentiazuron	0.01	NA	NA	NA	311 Paclobutrazol	0.01	NA	NA	NA
273 Metacrifos	0.01	NA	NA	NA	312 Paraoxon-metil	Q*	NA	NA	NA

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q\*: Cualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC μECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

"Firmado de aprobado y revisando en la última página"

## Continuación del anexo 1.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 7 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente	Anner Amilcar Toj Juaréz	Fecha Emisión	9/04/2023
Dirección	San Miguel Petapa	Hora Emisión	10:27:39
Fecha Ingreso	31/05/2023	Res. Muestreo	Cliente/Client
Hora Ingreso	16:12:00	Número Informe	1
		Número Orden	2023002099

PLAGUICIDA		LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD	PLAGUICIDA		LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD
313	Paration	0.01	NA	NA	NA	352	Propiconazol	0.01	NA	NA	NA
314	Paration-metil	0.01	NA	Q	0.01	353	Propoxur	0.01	NA	NA	NA
315	Pebulato	Q*	NA	NA	NA	354	Propizamida	Q*	NA	NA	NA
316	Penconazol	0.01	NA	NA	NA	355	Prosulfocarb	Q*	NA	NA	NA
317	Pencicuron	Q*	NA	NA	NA	356	Prosulfuron	Q*	NA	NA	NA
318	Pendimetalina	0.01	NA	NA	NA	357	Pimetrozina	0.01	NA	NA	NA
319	Pentacloronitrobenceno	NA	0.01	NA	NA	358	Piracarbolid	0.01	NA	NA	NA
320	Permetrina	NA	0.01	Q	NA	359	Piraclostrobin	0.01	NA	NA	NA
321	Fenmedifam	0.01	NA	NA	NA	360	Pirazofos	Q*	NA	NA	NA
322	Fenthoto	Q*	NA	NA	NA	361	Pirazosulfuron-etil	Q*	NA	NA	NA
323	Forato	0.01	NA	NA	NA	362	Piridaben	0.01	NA	NA	NA
324	Forato de sulfona	0.01	NA	NA	NA	363	Piridafol	Q*	NA	NA	NA
325	Forato de sulfato	Q*	NA	NA	NA	364	Piridafenton	Q*	NA	NA	NA
326	Fosalon	Q*	NA	NA	NA	365	Piridato	Q*	NA	NA	NA
327	Fosfamidon	Q*	NA	NA	NA	366	Pirifenox	Q*	NA	NA	NA
328	Foxim	Q*	NA	NA	NA	367	Pirimetanilo	0.01	NA	NA	NA
329	Picloram	Q*	NA	NA	NA	368	Piriproxifeno	0.01	NA	NA	NA
330	Pincolinafen	Q*	NA	NA	NA	369	Piroquilon	Q*	NA	NA	NA
331	Picoxistrobina	0.01	NA	NA	NA	370	Quinalfos	Q*	NA	NA	NA
332	Piperonil butoxido	0.01	NA	NA	NA	371	Quinmerac	Q*	NA	NA	NA
333	Piperofos	Q*	NA	NA	NA	372	Quinoxifen	0.01	NA	NA	NA
334	Pirimicarb	0.01	NA	NA	NA	373	Quinalofop-etil	Q*	NA	NA	NA
335	Pirimifos-etil	Q*	NA	NA	NA	374	Quinalofop-metil	Q*	NA	NA	NA
336	Pirimifos-metil	0.01	NA	Q	0.01	375	Rebenazol	Q*	NA	NA	NA
337	pp-DDD	NA	0.01	Q	NA	376	Rotenona	0.01	NA	NA	NA
338	PP-DDE	NA	0.01	Q	NA	377	Sebutilazina	Q*	NA	NA	NA
339	PP-DDT	NA	0.01	Q	NA	378	Sebutilazina-desetyl	Q*	NA	NA	NA
340	Procloraz	0.01	NA	NA	NA	379	Secbumeton	0.01	NA	NA	NA
341	Profenofos	0.01	NA	Q	0.01	380	Setoxidil	Q*	NA	NA	NA
342	Promecarb	0.01	NA	NA	NA	381	Siduron	0.01	NA	NA	NA
343	Prometon	0.01	NA	NA	NA	382	Simazine	0.01	NA	NA	NA
344	Prometrina	0.01	NA	NA	NA	383	Simezonazol	Q*	NA	NA	NA
345	Propaclo	0.01	NA	NA	NA	384	Simetrina	0.01	NA	NA	NA
346	Propamocarb	0.01	NA	NA	NA	385	Spinotoram	0.01	NA	NA	NA
347	Propanil	Q*	NA	NA	NA	386	Spirodiclofen	0.01	NA	NA	NA
348	Propaqquizafop	Q*	NA	NA	NA	387	Spirotetramat	0.01	NA	NA	NA
349	Propazina	Q*	NA	NA	NA	388	Spinosad (A y D)	0.01	NA	NA	NA
350	Propetamfos	Q*	NA	NA	NA	389	Spiromesifen	0.01	NA	NA	NA
351	Profam	0.01	NA	NA	NA	390	Spiroxamina	0.01	NA	NA	NA

LD: Límite Detección

NA: No Aplica

ND: No Detectable

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

LMP: Límite Máximo Permitido

Q\*: Cualitativo (si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

"Firmado de aprobado y revisando en la última página"

## Continuación del anexo 1.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 8 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente Anner Amilcar Toj Juárez  
Dirección San Miguel Petapa  
Fecha Ingreso 31/05/2023  
Hora Ingreso 16:12:00

Número Informe 1

Fecha Emisión 9/06/2023  
Hora Emisión 10:27:39  
Res. Muestreo Cliente/Client  
Número Orden 2023002099

"• Análisis acreditado según alcance OGA-LE-008-05."  
Última Línea \_\_\_\_\_

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Director Técnico



Firmado digitalmente por Raul Paniagua Químico Biólogo,  
Colegiado 1347 Director Técnico  
INLASA, S.A.  
Fecha: 09/06/23 10:29

Supervisado y Firmado  
digitalmente por Mynor Ordoñez  
Fecha: 09/06/23 10:29

#### SUPERVISOR CROMATOGRAFÍA

LD: Límite Detección

NA: No Aplica

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

LMP: Límite Máximo Permitido

ND: No Detectable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

LMA: Límite Máximo Aceptable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

*Nota.* Informe de resultados, análisis de la muestra de agua de la fuente principal, laboratorio Inlasa, Guatemala.

## Anexo 2.

### Informe de resultados del análisis de agua realizado al final de las tuberías



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 1 de 8

#### INFORME DE RESULTADOS

Cliente	Anner Amilcar Toj Juaréz	Fecha Emisión	9/06/2023	
Dirección	San Miguel Pelapa	Hora Emisión	10:29:39	
Fecha Ingreso	31/05/2023	Res. Muestreo	Cliente/Client	
Hora Ingreso	16:12:00	Número Informe	1	
			Número Orden	2023002099

Muestra (225725) Agua Cultivo Presa Hidropónico Salida de Agua . Fin Tubería

Observaciones 29/05/2023 Hora: 10:00 Am

ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
<b>Plaguicidas Clorados Multiresiduos</b>					
• Aldrina	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• BHC	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Captafol	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Captan	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Clordano	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Clorotalonil	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• d-BHC	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Dicloran	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Dieldrin	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Endosulfan I	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Endosulfan II	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Endosulfan sulfato	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Endrina	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Heptacloro epoxido	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Hexaclorobenceno	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Lindano	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Metabail	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Metoxicloro	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• pp-DDD	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• pp-DDE	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• pp-DDT	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
<b>Plaguicidas Fosforados Multiresiduos</b>					
• Acefate	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Carbofenotion	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Clorpirifos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
• Diazinon	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultúenos)

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

\*Firmado de aprobado y revisando en la última página\*

## Continuación del anexo 2.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 2 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente Anner Amilcar Toj Juárez

Dirección San Miguel Petapa

Fecha Ingreso 31/05/2023

Hora Ingreso 16:12:00

Fecha Emisión 9/06/2023

Hora Emisión 10:29:39

Res. Muestreo Cliente/Client

Número Orden 2023002099

•	Diclorvos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
•	Dimetaato	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
•	EPN	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
•	Eton	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
•	Fention	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
•	Malation	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
•	Metamidofos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
•	Metil paraton	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
•	Metil pirimifos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
•	Profenofos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023
•	Terbutofos	ND	µg/L	0.01	(PLTM) Cap 3. Pesticide in Soil & Water	31/05/2023

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q\*: Cualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

LC MS/MS: Cromatografía líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FID: Cromatografía de gases con detectores selectivos

"Firmado de aprobado y revisando en la última página"

## Continuación del anexo 2.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 3 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente	Anner Amilcar Toj Juárez	Fecha Emisión	9/06/2023
Dirección	San Miguel Petapa	Hora Emisión	10:29:39
Fecha Ingreso	31/05/2023	Res. Muestreo	Cliente/Client
Hora Ingreso	16:12:00	Número Informe	1
		Número Orden	2023002099

PLAGUICIDA		LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD	PLAGUICIDA		LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD
1	2,4-D	0.05	NA	NA	NA	40	Bensulfurón metil	Q*	NA	NA	NA
2	2,4-DB	0.05	NA	NA	NA	41	Bensulid	Q*	NA	NA	NA
3	2,4,5-T	0.05	NA	NA	NA	42	Bentazon	0.01	NA	NA	NA
4	2,4,5-TP	0.05	NA	NA	NA	43	Benzoximát	0.01	NA	NA	NA
5	1,2-Dicloropropano	NA	0.01	NA	NA	44	Benzatiazuron	0.01	NA	NA	NA
6	1,3-Dicloropropeno	NA	0.01	NA	NA	45	BHC	NA	0.01	Q	NA
7	Acefato	0.01	NA	Q	0.1	46	d-BHC	NA	0.01	Q	NA
8	Acetamiprid	Q*	NA	NA	NA	47	Bifenazato	0.01	NA	NA	NA
9	Acibenzolar-S-methyl	0.01	NA	NA	NA	48	Biteranol	0.01	NA	NA	NA
10	Alacloro	Q*	NA	NA	NA	49	Boscalid	0.01	NA	NA	NA
11	Alanicarb	0.01	NA	NA	NA	50	Bromacil	Q*	NA	NA	NA
12	Aldicarb	0.01	NA	NA	NA	51	Bromuconazol	0.01	NA	NA	NA
13	Aldicarb sulfona	0.01	NA	NA	NA	52	Bupirimato	0.01	NA	NA	NA
14	Aldicarb sulfóxido	0.01	NA	NA	NA	53	Buprofezin	0.01	NA	NA	NA
15	Aldrina	NA	0.01	Q	NA	54	Butafenacil	0.01	NA	NA	NA
16	Ametrina	0.01	NA	NA	NA	55	Butocarboxim	0.01	NA	NA	NA
17	Amidosulfurón	Q*	NA	NA	NA	56	Butocarboxim sulfóxido	Q*	NA	NA	NA
18	Aminocarb	0.01	NA	NA	NA	57	Butoxicarboxim	0.01	NA	NA	NA
19	Amitraz	0.01	NA	NA	NA	58	Buturon	Q*	NA	NA	NA
20	Amitrol	Q*	NA	NA	NA	59	Captfol	NA	0.01	Q	NA
21	Anilacina	Q*	NA	NA	NA	60	Captan	NA	0.01	Q	NA
22	Anilofós	Q*	NA	NA	NA	61	Carbaril	0.01	NA	NA	NA
23	Asulam	Q*	NA	NA	NA	62	Carbendazim	0.01	NA	NA	NA
24	Atratón	Q*	NA	NA	NA	63	Carbetamida	0.01	NA	NA	NA
25	Atrazina	0.01	NA	NA	NA	64	Carbofuran	0.01	NA	NA	NA
26	Atrazina-desetil	Q*	NA	NA	NA	65	Carbofuran-3-hidrox	0.01	NA	NA	NA
27	Atrazina-desisopropil	Q*	NA	NA	NA	66	Carbofuran-3-keto	Q*	NA	NA	NA
28	Azaconazol	Q*	NA	NA	NA	67	Carbofenonetion	NA	NA	Q	0.01
29	Azametifós	Q*	NA	NA	NA	68	Carbosulfan	Q*	NA	NA	NA
30	Azinfós-etil	Q*	NA	NA	NA	69	Carboxim	0.01	NA	NA	NA
31	Azinfós-metil	Q*	NA	NA	NA	70	Carfentrazeno-ettí	0.01	NA	NA	NA
32	Aziprotrina	Q*	NA	NA	NA	71	Clorantriniprole	0.01	NA	NA	NA
33	Azobenceno	Q*	NA	NA	NA	72	Clerbromuron	Q*	NA	NA	NA
34	Azoxistrobin	0.01	NA	NA	NA	73	Clordano	NA	0.01	Q	NA
35	Benalaxil	0.01	NA	NA	NA	74	Clorfenapyr	NA	0.01	NA	NA
36	Benazolin	Q*	NA	NA	NA	75	Clorfenivinfós	0.01	NA	NA	NA
37	Bendiocarb	0.01	NA	NA	NA	76	Clorfluazuron	Q*	NA	NA	NA
38	Benfuracarb	0.01	NA	NA	NA	77	Cloridazon	Q*	NA	NA	NA
39	Benfuresato	Q*	NA	NA	NA	78	Clortalonil	NA	0.01	Q	NA

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

LC MS/MS: Cromatografía líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

\*Firmado de aprobado y revisando en la última página\*

## Continuación del anexo 2.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 4 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente Anner Amilcar Toj Juárez  
Dirección San Miguel Pelapa  
Fecha Ingreso 31/05/2023  
Hora Ingreso 16:12:00

Número Informe 1

Fecha Emisión 9/06/2023  
Hora Emisión 10:29:39  
Res. Muestreo Cliente/Client  
Número Orden 2023002099

PLAGUICIDA	LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD	PLAGUICIDA	LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD
79 Cloroxuron	0.01	NA	NA	NA	118 Desmetrin	Q*	NA	NA	NA
80 Clorprofam	0.01	NA	NA	NA	119 Dialifos	Q*	NA	NA	NA
81 Clorpirifos	0.01	0.01	0.01	0.01	120 Dialflat	Q*	NA	NA	NA
82 Clorpirifos-metil	0.01	NA	NA	NA	121 Diazinon	NA	NA	Q	0.01
83 Clorsulfuron	Q*	NA	NA	NA	122 Dibrom	Q*	NA	NA	NA
84 Clortiofos	Q*	NA	NA	NA	123 Diclofluanid	0.01	NA	NA	NA
85 Clortoluron	Q*	NA	NA	NA	124 Dicloran	NA	0.01	Q	NA
86 Cinidon-etil	Q*	NA	NA	NA	125 Diclorvos	0.01	NA	Q	0.01
87 Cinosulfuron	Q*	NA	NA	NA	126 Diclobutrazol	0.01	NA	NA	NA
88 Cleotidim	0.01	NA	NA	NA	127 Dicrotofós	0.01	NA	NA	NA
89 Clodinafop-propargil	Q*	NA	NA	NA	128 Dieldrina	NA	0.01	Q	NA
90 Clomazone	Q*	NA	NA	NA	129 Dietofencarb	0.01	NA	NA	NA
91 Clopiralid	Q*	NA	NA	NA	130 Difenconazol	0.01	NA	NA	NA
92 Cloquintocet-mexil	Q*	NA	NA	NA	131 Difenoxuron	Q*	NA	NA	NA
93 Clotianidin	0.01	NA	NA	NA	132 Diflubenzuron	0.01	NA	NA	NA
94 Coumafos	0.01	NA	NA	NA	133 Dimefurón	Q*	NA	NA	NA
95 Cruformate	Q*	NA	NA	NA	134 Dimepiperato	Q*	NA	NA	NA
96 Cyanazine	Q*	NA	NA	NA	135 Dimetaclor	Q*	NA	NA	NA
97 Cyanofenfos	Q*	NA	NA	NA	136 Dimetametrina	Q*	NA	NA	NA
98 Clazofamid	0.01	NA	NA	NA	137 Dimetenamid	Q*	NA	NA	NA
99 Cicloato	Q*	NA	NA	NA	138 Dimetrimol	Q*	NA	NA	NA
100 Ciclodimid	Q*	NA	NA	NA	139 Dimetoato	0.01	NA	Q	0.01
101 Cicluron	0.01	NA	NA	NA	140 Dimetomorf	0.01	NA	NA	NA
102 Clifufenamida	Q*	NA	NA	NA	141 Dimetilan	Q*	NA	NA	NA
103 Cliflutrina	NA	0.01	Q	NA	142 Dimoxistrobina	0.01	NA	NA	NA
104 Cimoxanil	0.01	NA	NA	NA	143 Diniconazole	0.01	NA	NA	NA
105 Cipermetrina	NA	0.01	Q	NA	144 Dinoseb	0.01	NA	NA	NA
106 Ciproconazol	0.01	NA	NA	NA	145 Dioxacarb	0.01	NA	NA	NA
107 Cipronidil	0.01	NA	NA	NA	146 Difenamid	Q*	NA	NA	NA
108 Ciromazine	0.01	NA	NA	NA	147 Difenilamina	Q*	NA	NA	NA
109 DMST	Q*	NA	NA	NA	148 Disulfoton	Q*	NA	NA	NA
110 Daminozid	Q*	NA	NA	NA	149 Disulfoton-sulfonato	Q*	NA	NA	NA
111 Deltametrina	NA	0.01	Q	NA	150 Disulfoton-sulfóxido	Q*	NA	NA	NA
112 Demeton-O	Q*	NA	NA	NA	151 Ditalimfos	Q*	NA	NA	NA
113 Demeton S	Q*	NA	NA	NA	152 Ditiopip	Q*	NA	NA	NA
114 Demeton S-metil	Q*	NA	NA	NA	153 Diuron	0.01	NA	NA	NA
115 Demeton S-metil-sulfon	Q*	NA	NA	NA	154 Dodemorf	Q*	NA	NA	NA
116 Desmedifam	0.01	NA	NA	NA	155 Endosulfan I	NA	0.01	Q	NA
117 Desmetil-pirimicarb	Q*	NA	NA	NA	156 Endosulfan II	NA	0.01	Q	NA

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

\*Firmado de aprobado y revisando en la última página\*

## Continuación del anexo 2.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 5 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente	Anner Amilcar Toj Juárez	Fecha Emisión	9/04/2023
Dirección	San Miguel Petapa	Hora Emisión	10:29:39
Fecha Ingreso	31/05/2023	Res. Muestreo	Cliente/Client
Hora Ingreso	14:12:00	Número Informe	1
		Número Orden	2023002099

PLAGUICIDA	LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD	PLAGUICIDA	LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD		
157	Endosulfan sulfato	NA	0.01	Q	NA	196	Fention-sulfona	Q*	NA	NA	NA
158	Endrina	NA	0.01	Q	NA	197	Fention-sulfoxido	Q*	NA	NA	NA
159	EPN	NA	NA	Q	0.01	198	Fenuron	0.01	NA	NA	NA
160	EPTC	Q*	NA	NA	NA	199	Fipronil	0.01	NA	NA	NA
161	Edifenfos	Q*	NA	NA	NA	200	Flamprop-isopropil	Q*	NA	NA	NA
162	Epoxiconazol	0.01	NA	NA	NA	201	Flamprop-metil	Q*	NA	NA	NA
163	Eprocarb	Q*	NA	NA	NA	202	Fluazafop-P-butil	Q*	NA	NA	NA
164	Etefon	0.01	NA	NA	NA	203	Fluazinam	0.01	NA	NA	NA
165	Etiofencarb	0.01	NA	NA	NA	204	Flubendiamida	0.01	NA	NA	NA
166	Etiofencarb sulfona	Q*	NA	NA	NA	205	Fluclcloxuron	Q*	NA	NA	NA
167	Etiofencarb sulfoxido	Q*	NA	NA	NA	206	Flufenacet	0.01	NA	NA	NA
168	Etion	0.01	NA	Q	0.01	207	Flufenoxuron	0.01	NA	NA	NA
169	Etrimol	0.01	NA	NA	NA	208	Fluometuron	0.01	NA	NA	NA
170	Etofumesate	0.01	NA	NA	NA	209	Fluoxastrobin	0.01	NA	NA	NA
171	Etoprofós	Q*	NA	NA	NA	210	Fluquinconazole	0.01	NA	NA	NA
172	Etxozole	0.01	NA	NA	NA	211	Floroxipir-meptil	Q*	NA	NA	NA
173	Etoxisulfuron	Q*	NA	NA	NA	212	Flurtamón	Q*	NA	NA	NA
174	Etofenprox	Q*	NA	NA	NA	213	Flusilazol	0.01	NA	NA	NA
175	Famoxadona	0.01	NA	NA	NA	214	Flutolanil	Q*	NA	NA	NA
176	Fenamidona	0.01	NA	NA	NA	215	Flutriafol	0.01	NA	NA	NA
177	Fenamifos	0.01	NA	NA	NA	216	Forchlorfenuron	0.01	NA	NA	NA
178	Fenamifos sulfona	Q*	NA	NA	NA	217	Folpet	0.01	NA	NA	NA
179	Fenamifos sulfoxido	Q*	NA	NA	NA	218	Fonofos	Q*	NA	NA	NA
180	Fenarimol	0.01	NA	NA	NA	219	Foramsulfuron	Q*	NA	NA	NA
181	Fenazaquin	0.01	NA	NA	NA	220	Formetanato	0.01	NA	NA	NA
182	Fenazox	Q*	NA	NA	NA	221	Fostiazato	Q*	NA	NA	NA
183	Fenbutatin-oxide	0.01	NA	NA	NA	222	Fuberidazol	0.01	NA	NA	NA
184	Fenbuconazol	0.01	NA	NA	NA	223	Furatiocarb	0.01	NA	NA	NA
185	Fenfuram	Q*	NA	NA	NA	224	Halofenozide	0.01	NA	NA	NA
186	Fenhexamid	0.01	NA	NA	NA	225	Halosulfuron-metil	Q*	NA	NA	NA
187	Fenobucarb	0.01	NA	NA	NA	226	Haloxifop	Q*	NA	NA	NA
188	Fenoxicarb	0.01	NA	NA	NA	227	Haloxifop-2-etoxietil	Q*	NA	NA	NA
189	Fenpiclonil	Q*	NA	NA	NA	228	Haloxifop-metil	Q*	NA	NA	NA
190	Fenpropatrin	Q*	NA	NA	NA	229	Heptacloro epoxido	NA	0.01	Q	NA
191	Fenpropidin	Q*	NA	NA	NA	230	Heptenofos	Q*	NA	NA	NA
192	Fenpropimorf	0.01	NA	NA	NA	231	Hexaclorobenceno	NA	0.01	Q	NA
193	Fenpiroximat	0.01	NA	NA	NA	232	Hexaconazol	0.01	NA	NA	NA
194	Fensulfotion	Q*	NA	NA	NA	233	Hexazinona	Q*	NA	NA	NA
195	Fenton	0.01	NA	Q	0.01	234	Hexaflumuron	0.01	NA	NA	NA

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q\*: Qualitativo (Si deseas un análisis cuantitativo, consúltanos)

LC MS/MS: Cromatografía líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

"Firmado de aprobado y revisando en la última página"

## Continuación del anexo 2.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24761949  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 6 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente	Anner Amílcar Toj Juárez	Fecha Emisión	9/06/2023
Dirección	San Miguel Petapa	Hora Emisión	10:29:39
Fecha Ingreso	31/05/2023	Res. Muestreo	Cliente/Client
Hora Ingreso	16:12:00	Número Informe	1
		Número Orden	2023002099

PLAGUICIDA	LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD	PLAGUICIDA	LC MS/MS	GC µECD	GC MS	GC FPD
235	Imazalil	0.01	NA	NA	NA	274	Methamidofos	0.01	NA
236	Imazapir	Q*	NA	NA	NA	275	Methfuroxam	Q*	NA
237	Imazaquin	Q*	NA	NA	NA	276	Metidation	Q*	NA
238	Imidacloprid	0.01	NA	NA	NA	277	Meticarb	0.01	NA
239	Iodoxacarb	0.01	NA	NA	NA	278	Meticarb sulfona	Q*	NA
240	Iodosulfuron-metil	Q*	NA	NA	NA	279	Meticarb sulfoxido	Q*	NA
241	Iprobenfos	Q*	NA	NA	NA	280	Metomil	0.01	NA
242	Iprodicarb	0.01	NA	NA	NA	281	Metopreno	0.01	NA
243	Izasofos	0.01	NA	NA	NA	282	Metoxifenozid	0.01	NA
244	Isocarbamida	Q*	NA	NA	NA	283	Metobromuron	0.01	NA
245	Isocarbofos	0.01	NA	NA	NA	284	Metolaclor	Q*	NA
246	Isofenfos	Q*	NA	NA	NA	285	Metolcarb	Q*	NA
247	Isometozin	Q*	NA	NA	NA	286	Metosulam	Q*	NA
248	Isonoruron	Q*	NA	NA	NA	287	Metoxuron	Q*	NA
249	Ispoprocarb	0.01	NA	NA	NA	288	Metoxicloro	NA	0.01
250	Isopropalin	Q*	NA	NA	NA	289	Metrafenona	0.01	NA
251	Isoproturon	0.01	NA	NA	NA	290	Metribuzina	0.01	NA
252	Ioxaben	Q*	NA	NA	NA	291	Metsulfuron-metil	Q*	NA
253	Kresoxim-metil	0.01	NA	NA	NA	292	Mevinfos	0.01	NA
254	L-Cialotrina	NA	0.01	Q	NA	293	Molinato	0.01	NA
255	Lenacil	Q*	NA	NA	NA	294	Monocrotofos	0.01	NA
256	Lindano	NA	0.01	Q	NA	295	Monolinuron	0.01	NA
257	Linuron	0.01	NA	NA	NA	296	Miclobutánilo	0.01	NA
258	Malaoxon	Q*	NA	NA	NA	297	Napropamida	Q*	NA
259	Malation	0.01	NA	Q	0.01	298	Neburon	0.01	NA
260	Mecarbam	Q*	NA	NA	NA	299	Nicosulfuron	Q*	NA
261	Mefenacet	0.01	NA	NA	NA	300	Nitenpiram	0.01	NA
262	Mepanipyrim	0.01	NA	NA	NA	301	Nitralina	Q*	NA
263	Mefosolan	Q*	NA	NA	NA	302	Nuarimol	0.01	NA
264	Mepronil	0.01	NA	NA	NA	303	Ometoato	0.01	NA
265	Mesosulfuron-metil	Q*	NA	NA	NA	304	Orbencarb	Q*	NA
266	Mesotriona	0.01	NA	NA	NA	305	Orizalina	Q*	NA
267	Metaflumizona	0.01	NA	NA	NA	306	Oxadixyl	0.01	NA
268	Metalaxil	0.01	NA	Q	0.01	307	Oxamil	0.01	NA
269	Metamitron	Q*	NA	NA	NA	308	Oxasulfuron	Q*	NA
270	Metazaclor	Q*	NA	NA	NA	309	Oxicarboxim	Q*	NA
271	Metconazol	0.01	NA	NA	NA	310	Oxidemeton-metil	Q*	NA
272	Metabentiazuron	0.01	NA	NA	NA	311	Paclbutrazol	0.01	NA
273	Metacrifos	0.01	NA	NA	NA	312	Paraoxon-metil	Q*	NA

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

"Firmado de aprobado y revisando en la última página"

## Continuación del anexo 2.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 7 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente	Añner Amílcar Toj Juárez	Fecha Emisión	9/06/2023
Dirección	San Miguel Pelapa	Hora Emisión	10:29:39
Fecha Ingreso	31/05/2023	Res. Muestreo	Cliente/Client
Hora Ingreso	16:12:00	Número Informe	1
		Número Orden	2023002099

PLAGUICIDA	LC	GC	GC	GC	PLAGUICIDA	LC	GC	GC	GC
	MS/MS	μECD	MS	FPD		MS/MS	μECD	MS	FPD
313 Paration	0.01	NA	NA	NA	352 Propiconazol	0.01	NA	NA	NA
314 Paration-metil	0.01	NA	Q	0.01	353 Propoxur	0.01	NA	NA	NA
315 Pebulato	Q*	NA	NA	NA	354 Propizamida	Q*	NA	NA	NA
316 Penconazol	0.01	NA	NA	NA	355 Prosulfocarb	Q*	NA	NA	NA
317 Pencicuron	Q*	NA	NA	NA	356 Prosulfuron	Q*	NA	NA	NA
318 Pendimetalina	0.01	NA	NA	NA	357 Pimetrozina	0.01	NA	NA	NA
319 Pentacloronitrobenceno	NA	0.01	NA	NA	358 Piracarbolid	0.01	NA	NA	NA
320 Permetrina	NA	0.01	Q	NA	359 Piraclostrobin	0.01	NA	NA	NA
321 Fenmedifam	0.01	NA	NA	NA	360 Pirazofos	Q*	NA	NA	NA
322 Fenthoato	Q*	NA	NA	NA	361 Pirazosulfuron-etil	Q*	NA	NA	NA
323 Forato	0.01	NA	NA	NA	362 Piridaben	0.01	NA	NA	NA
324 Forato de sulfona	0.01	NA	NA	NA	363 Piridafol	Q*	NA	NA	NA
325 Forato de sulfato	Q*	NA	NA	NA	364 Piridafenton	Q*	NA	NA	NA
326 Fosalon	Q*	NA	NA	NA	365 Piridato	Q*	NA	NA	NA
327 Fosfamidon	Q*	NA	NA	NA	366 Pirifenox	Q*	NA	NA	NA
328 Foxim	Q*	NA	NA	NA	367 Pirimetanillo	0.01	NA	NA	NA
329 Picloram	Q*	NA	NA	NA	368 Piriproxifeno	0.01	NA	NA	NA
330 Pincolinafen	Q*	NA	NA	NA	369 Piroquilon	Q*	NA	NA	NA
331 Picoxistrolina	0.01	NA	NA	NA	370 Quinalfos	Q*	NA	NA	NA
332 Piperonil butoxido	0.01	NA	NA	NA	371 Quinmerac	Q*	NA	NA	NA
333 Piperofos	Q*	NA	NA	NA	372 Quinoxifen	0.01	NA	NA	NA
334 Pirimicarb	0.01	NA	NA	NA	373 Quizalofop-etil	Q*	NA	NA	NA
335 Pirimifos-etil	Q*	NA	NA	NA	374 Quizalofop-metil	Q*	NA	NA	NA
336 Pirimifos-metil	0.01	NA	Q	0.01	375 Rebenzazol	Q*	NA	NA	NA
337 pp-DDD	NA	0.01	Q	NA	376 Rotenona	0.01	NA	NA	NA
338 PP-DDE	NA	0.01	Q	NA	377 Sebutilazina	Q*	NA	NA	NA
339 PP-DDT	NA	0.01	Q	NA	378 Sebutilazina-desetyl	Q*	NA	NA	NA
340 Procloraz	0.01	NA	NA	NA	379 Secbumeton	0.01	NA	NA	NA
341 Profenofos	0.01	NA	Q	0.01	380 Setoxidim	Q*	NA	NA	NA
342 Promecarb	0.01	NA	NA	NA	381 Siduron	0.01	NA	NA	NA
343 Prometon	0.01	NA	NA	NA	382 Simazina	0.01	NA	NA	NA
344 Prometrina	0.01	NA	NA	NA	383 Simezonazol	Q*	NA	NA	NA
345 Propaclor	0.01	NA	NA	NA	384 Simetrina	0.01	NA	NA	NA
346 Propamocarb	0.01	NA	NA	NA	385 Spinetoram	0.01	NA	NA	NA
347 Propanil	Q*	NA	NA	NA	386 Spirodiclofen	0.01	NA	NA	NA
348 Propaquifop	Q*	NA	NA	NA	387 Spirotetramat	0.01	NA	NA	NA
349 Propazina	Q*	NA	NA	NA	388 Spinosad (A y D)	0.01	NA	NA	NA
350 Propetamfos	Q*	NA	NA	NA	389 Spiromesifen	0.01	NA	NA	NA
351 Profam	0.01	NA	NA	NA	390 Spiroxamina	0.01	NA	NA	NA

LD: Límite Detección

LMP: Límite Máximo Permitido

LMA: Límite Máximo Aceptable

NA: No Aplica

ND: No Detectable

Q\*: Cualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

LC MS/MS: Cromatografía Líquida acoplado a espectrómetro de doble masas

GC μECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

"Firmado de aprobado y revisado en la última página"

## Continuación del anexo 2.



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com  
www.inlasa.com

Página 8 de 8

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente Anner Amílcar Toj Juaréz  
Dirección San Miguel Petapa  
Fecha Ingreso 31/05/2023  
Hora Ingreso 14:12:00

Número informe 1

Fecha Emisión 9/06/2023  
Hora Emisión 10:29:39  
Res. Muestreo Cliente/Client  
Número Orden 2023002099

\* Análisis acreditado según alcance OGA-LE-008-05.  
Última Línea \_\_\_\_\_

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Director Técnico



Firmado digitalmente por Raul Panagua Químico Biólogo,  
Colegiado 1347 Director Técnico  
INLASA, S.A.  
Fecha: 09/06/23 10:29

Supervisado y Firmado  
digitalmente por Mynor Ordoñez  
Fecha: 09/06/23 10:29

#### SUPERVISOR CROMATOGRAFÍA

LD: Límite Detección

NA: No Aplica

LC MS/MS: Cromatografía líquida acoplada a espectrómetro de doble masas

GC µECD/MS/FPD: Cromatografía de gases con detectores selectivos

LMP: Límite Máximo Permitido

ND: No Detectable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

LMA: Límite Máximo Aceptable

Q\*: Qualitativo (Si desea un análisis cuantitativo, consultenos)

Nota. Informe de resultados, análisis de la muestra de agua al final de las tuberías, laboratorio Inlasa, Guatemala.