

República Dominicana
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL
“Sembrando el oro para forjar el futuro”



Facultad de Ingeniería y Recursos Naturales
Escuela de Agronomía

Trabajo de Grado para Optar por el Título de Ingeniero Agrónomo, Mención Producción
Agrícola

TÍTULO:
ANÁLISIS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADO
Y CARBAMATOS EN FRUTAS DE PIÑAS COMERCIALIZADAS EN COTUÍ

SUSTENTANTES:
Amaury García Vicioso
Danilo Reinoso Hernández
Narciso Martín Otáñez Amparo

Los conceptos emitidos en
este Trabajo de Grado son de
la exclusiva responsabilidad
de las sustentantes del mismo.

ASESORA:
Dra. Glenney López Rodríguez

Cotuí, provincia Sánchez Ramírez
Año académico, 2023

TÍTULO:
**ANÁLISIS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADO
Y CARBAMATOS EN FRUTAS DE PIÑAS COMERCIALIZADAS EN COTUI**

HOJA DE EVALUACIÓN

ANÁLISIS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOFORADO Y CARBAMATOS EN FRUTAS DE PIÑAS COMERCIALIZADAS EN COTUÍ

Por:

Amaury García Vicioso
Danilo Reinoso Hernández
Narciso Martín Otáñez Amparo

Trabajo de Grado sometido a la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO).
Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, mención
Producción Agrícola.

Dra. Glenny López Rodríguez
Profesor asesor

Ing. Leocadia Sánchez Martínez
Miembro de Comité Evaluador

Ing. Margarita Cruz Ángeles
Miembro de Comité Evaluador

Licda. Bélgica Lazala
Miembro de Comité Evaluador

Lic. Sigfredo A. Rodríguez González
Director Escuela de Agropecuaria

Ing. Juan Antonio Graciano Domínguez
Decano de la Facultad de Ingeniería y Recursos Naturales

Calificación: _____

Cotuí provincia Sánchez Ramírez, República Dominicana

Julio 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los conceptos plasmados en la presente tesis con el título “Análisis de Residuos de Plaguicidas Organofosforado y Carbamatos en Frutas de Piñas Comercializadas en Cotuí”, son responsabilidad de los sustentantes de esta. Las citas y consultas bibliográficas se han realizado respetando el derecho de autor; por tanto, se libera a la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO) de su responsabilidad, sin embargo, para la reproducción total o parcial se requiere de su autorización.

Amaury García Vicioso

Danilo Reinoso Hernández

Narciso Martin Otáñez Amparo

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser el centro de nuestras vidas, por darnos la firmeza necesaria en todo momento y la oportunidad de poder crecer como personas y profesionales.

A la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), por habernos permitido formarnos en ella, procurando siempre cultivar en nosotros, la calidad, ética y esmero necesario para ser mejores ciudadanos.

A la asesora Dra. Glenny López Rodríguez, por guiarnos y orientarnos en este proceso, por su apoyo, tiempo y cariño que recibimos en este tiempo. Gracias, por enseñarnos valores como la perseverancia y el empeño y por habernos ayudado a alcanzar una meta.

A los docentes de la UTECO, por sus experiencias, enseñanzas y todo el apoyo que nos dieron durante todo el trayecto de la carrera.

**Amaury García Vicioso
Danilo Reinoso Hernández
Narciso Martín Otáñez Amparo**

DEDICATORIA

A Dios, por siempre guiar mis pasos y haberme dado las fuerzas para luchar y mantener la fe para vencer todos los obstáculos, por haber puesto en mi camino a personas grandiosas que han sido apoyo durante toda mi vida.

A mi madre Zenaida Vicioso, mi padre que, fallecidos Simón García, por ser esa maravillosa madre que nunca me dejó solo, siempre cuidó de mí, por motivarme y ayudarme a seguir adelante, por confiar en mí y tenerme paciencia, por dedicarse en cuerpo y alma al cuidado de mí. A ti madre querida te dedico mi carrera con mucho amor, espero que Dios nos de larga vida para compartir mis éxitos contigo.

A mi padre fallecido Simón García, por haber sido un padre muy ejemplar y darme buenos consejos.

A mis abuelos Juana María Vicioso y Emiliano García, que a pesar de ya no estar conmigo fueron quienes me motivaron a seguir estudiando y salir adelante con mi propio esfuerzo.

A mis hijas y Amareliza García, por ser mi mayor motivación de seguir adelante y no rendirme, porque son mi razón de existir mi motor de arranque, por las veces que tuve que pasar largas horas sin verlas, para que se sientan orgullosas de mí y sigan mi camino siempre.

A mi esposa Dariana Rosa, por su comprensión y paciencia, por brindarme su apoyo incondicional.

A mis hermanos Ana María García, y Cindy García y Yaneiry García, porque de diversas maneras contribuyeron para que lograra mi sueño. En especial a Ana por amarme y siempre estar dispuesta ayudarme sin ningún tipo de restricciones, por motivarme a cumplir cada uno de mis sueños, por ese apoyo incondicional que siempre me da, por ser como mi otra madre, te amo.

A mis doce sobrinos, por siempre brindarme cariño.

A mi padrino Feliz, por bríndame apoyo en mis estudios durante este tiempo recorrido.

A mis amigas y colegas Odalis Santos, Yocauris Cruz, Derqui Lorenzo, por brindarme su apoyo, por su ayuda de manera incondicional y por su motivación cuando pensé en rendirme.

A mis compañeros de tesis Danilo y Narciso, por su paciencia, esfuerzo y trabajo colaborativo fue un honor compartir esta experiencia tan satisfactoria en su compañía. Muchas Gracias.

A los profesores Margarita Cruz, Lucilo De La Cruz, Glenny López, Sigfredo Rodríguez, Rafael Cordero, Diógenes, Leocadia Sánchez, Laura: por siempre estar cuando más los necesité, por el apoyo incondicional y por aportar su granito de arena para que esto sea posible.

Amaury García Vicioso

DEDICATORIA

A Dios siempre, por estar en todo momento y sobre todo cuando más he necesitado de su ayuda, por brindarme su amor incondicional siempre. Gracias a Dios por permitir que este sueño sea una realidad.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles este trabajo de grado a mi familia, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo lo he ganado:

A mi madre Nidia Hernández, porque ella es la motivación de mi vida y el orgullo de ser lo que soy.

A mi padre José Altagracia Reinoso, por ser parte de mi vida y ser mi motivación de seguir hacia adelante.

A mi padrino Miguel Emilio Cruz, gracias a él soy lo que soy hoy, le agradezco por estar siempre cuando más los necesite, gracia por el apoyo.

A mis hermanas María Inés Hernández, Ana Yanet Hernández, Yanet Hernández, Santo Reinoso, Altagracia Reinoso, Judosia Reinoso, Narciso Rincón, por el apoyo incondicional y por siempre estar presente cuando los necesitaba en el camino hacia el estrellato.

A mis sobrinas Julissa Hernández, Joel Núñez, Julialisa Núñez, Luselis Paulino, por ser un gran apoyo y que este logro les sirva de inspiración.

A mi esposa Omelvi González, por ser mi gran apoyo para poder alcanzar este sueño que hoy se hace realidad.

A los profesores Margarita Cruz, Glenny López, Leocadia Sánchez, Lucilo De La Cruz, Sigfredo Rodríguez, por brindarme el apoyo de forma incondicional.

A mis compañeros de tesis Amaury García y Narciso Otáñez, por siempre estar ahí escuchando mis quejas y soportándome, gracias por siempre estar presentes.

Danilo Reinoso Hernández

DEDICATORIA

Quiero darle las gracias a **Dios** porque sin la bendición de él hoy no había podido dedicarle esta carrera.

A mis padres Francisca Amparo y Juan Otáñez, por los valores otorgados, y aunque hoy papá no está conmigo celebramos este logro que él tanto anhelaba.

También quiero decirle a mi familia integrada por mi querida esposa **Yeuri Miliano**, a mis hijos **Karen Otáñez, Yairy Otáñez y Narssy Otáñez**, sin ustedes no fuera posible, gracias por el apoyo de cada uno de ustedes hoy este sueño es una realidad.

Narciso Martín Otáñez Amparo

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
HOJA DE EVALUACIÓN.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
Resumen.....	xvii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	18
1.1. Antecedentes	18
1.2. Planteamiento del problema.....	23
1.3. Justificación	25
1.4. Objetivos	27
1.4.1 Objetivo general.....	27
1.4.2 Objetivos específicos	27
1.5. Alcance y límite de la investigación	28
1.6. Definiciones de términos	28
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	30
2.1. Cultivo de la piña: características y aspectos botánicos	30
2.2. Taxonomía	31
2.3. Importancia económica.....	32
2.4. Problemas fitosanitarios asociados al cultivo de piña.....	36
2.5. Control fitosanitario en el cultivo de la piña.....	37
2.6. Plaguicidas	37
2.7. Clasificación de los plaguicidas.....	39
2.8. Plaguicidas Organoclorados.....	41
2.9. Plaguicidas Organofosforados	42
2.10. Plaguicidas Carbamatos	43
2.11. Plaguicidas Piretroides.....	43
2.12. Efectos de los plaguicidas en la salud humana	44
2.13. Efectos en la salud por exposición a plaguicidas Organoclorados	45

2.14.	Efectos en la salud por exposición a plaguicidas Organofosforados	46
2.15.	Efectos en la salud por exposición a plaguicidas Carbamatos.....	47
2.16.	Métodos utilizados en identificación de moléculas de plaguicidas	48
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		50
3.1.	Área de estudio	50
3.2.	Enfoque, diseño y tipo de investigación	50
3.3.	Población y muestra.....	51
3.4.	Trabajo de campo.....	51
3.4.1.	Instrumento de recolección de información (Fase 1 de campo)	51
3.4.2.	Selección de fincas y muestreo de frutas (Fase 2 de campo).....	51
3.4.3.	Selección de las muestras en el campo	52
3.4.4.	Manipulación, traslado de muestra y análisis de residuos	52
3.5.	Metodología para la extracción en el laboratorio	52
3.5.1.	Procedimiento de análisis de muestras	52
3.6.	Análisis de la información y procesamiento de los datos	53
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		54
4.1.	Presentación de los resultados Objetivo 1: Evaluación del manejo y uso de plaguicidas en la producción de piña proporcionado por los productores mediante estudio de línea base.....	54
4.2.	Presentación de los resultados Objetivo 2: Determinar las concentraciones de moléculas de plaguicidas organofosforados y carbamatos presentes en frutas de piñas evaluadas.....	64
4.3.	Analizar la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas recolectadas.....	65
4.4.	Análisis de los resultados.....	65
4.5.	Conclusiones.....	67
4.6.	Recomendaciones	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		71
ANEXOS.....		81

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Pág.
Cuadro 1.	Tipo de productores, área cultivada y producción de piña en República Dominicana.....	36
Cuadro 2.	Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad	39
Cuadro 3.	Clasificación de los plaguicidas según su vida media de efectividad	39
Cuadro 4.	Clasificación de los plaguicidas según la familia química.....	40
Cuadro 5.	Persistencia de varios tipos de plaguicidas	41
Cuadro 6.	Distribución de frecuencia y porcentaje si ha recibido o recibe asistencia técnica y/o capacitación para la aplicación de plaguicidas en el cultivo de la piña.	54
Cuadro 7.	Distribución de frecuencia y porcentaje si ha recibido capacitación en temas relacionados con el uso de plaguicidas.	55
Cuadro 8.	Distribución de frecuencia y porcentaje según el tipo de capacitación ha recibido.	55
Cuadro 9.	Distribución de frecuencia y porcentaje según cuál institución ha impartido las capacitaciones en tópicos relacionados con plaguicidas..	56
Cuadro 10.	Distribución de frecuencia y porcentaje según los principales problemas fitosanitarios que afectan en la siembra del cultivo de piña.	56
Cuadro 11.	Distribución de frecuencia y porcentaje según los beneficios que se espera por la aplicación de plaguicidas.	57
Cuadro 12.	Distribución de frecuencia y porcentaje según el lugar donde generalmente compran plaguicidas.	57
Cuadro 13.	Distribución de frecuencia y porcentaje según la comprar el producto, recibe usted advertencias sobre precauciones o peligrosidad del plaguicida.	58
Cuadro 14.	Distribución de frecuencia y porcentaje según el almacenamiento de plaguicidas y de equipos de aplicación.....	58
Cuadro 15.	Frecuencia y porcentaje de acuerdo a las precauciones que toma el productor al momento de mezclar plaguicidas.....	59
Cuadro 16.	Distribución de frecuencia y porcentaje según los conocimientos sobre la dosis (cantidades) de plaguicidas a utilizar.	59
Cuadro 17.	Distribución de frecuencia y porcentaje según el uso de plaguicidas de acuerdo al color de la etiqueta.	60
Cuadro 18.	Frecuencia y porcentaje según los nombres de algunos de los plaguicidas utilizados en el cultivo de piña de acuerdo al tipo de control.....	60
Cuadro 19.	Distribución de frecuencia y porcentaje según la frecuencia de aplicación de los plaguicidas.	61
Cuadro 20.	Frecuencia y porcentaje según la etapa de desarrollo del cultivo se hace mayor uso de plaguicida.	61
Cuadro 21.	Distribución de frecuencia y porcentaje según la persona que prepara los plaguicidas.	62

Cuadro 22. Distribución de frecuencia y porcentaje según los síntomas sufridos u observados más comunes después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo.	62
Cuadro 23. Distribución de frecuencia y porcentaje según las medidas tomadas en caso de intoxicación por uso de plaguicidas.....	63
Cuadro 24. Distribución de frecuencia y porcentaje según si realiza algún tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida.....	63
Cuadro 25. Distribución de frecuencia y porcentaje según el tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida.....	63
Cuadro 26. Resultados de Análisis de Residuos de Plaguicidas (Bioensayo rápido) en frutas de piñas comerciales, provenientes de mercado y supermercados de Cotuí.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Descripción	Pág.
Figura 1.	Fruta de la piña (<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.).....	30
Figura 2.	Países mayores productores de piña a nivel mundial.	33
Figura 3.	Exportaciones dominicanas de piña, según destino: periodo 2014-2018.....	34
Figura 4.	Producción nacional de piña República Dominicana: Valores en Quintales, Período 2014 - 2018.....	34
Figura 5.	Zonas productores de piña a nivel de la República Dominicana.....	35
Figura 6.	Área de estudio municipio de Cotuí, provincia Sánchez Ramírez, República Dominicana.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

No.	Descripción	Pág.
Anexo 1.	Relación de fincas en producción de piña en el municipio de Cotuí en febrero 2023. .	81
Anexo 2.	Cuestionario aplicado a los productores de piña con fincas en producción.....	82
Anexo 3.	Resultados de análisis de residuos de plaguicidas provenientes de Laboratorio de Residuos en Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Centro Norte, La Vega, Rep. Dom.....	86
Anexo 4.	Fotografías como evidencias de trabajos realizados en el marco de la tesis “Análisis de residuos de plaguicidas organofosforado y carbamatos en frutas de piñas comercializadas en Cotuí	88

REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL

Facultad de Ingeniería y Recursos Naturales
Escuela de Agropecuaria



Resumen

Título: Análisis de Residuos de Plaguicidas Organofosforado y Carbamatos en Frutas de Piñas Comercializadas en Cotuí

Sustentantes: Amaury García Vicioso, Danilo Reinoso Hernández y Narciso Martín Otáñez Amparo.

Asesora: Dra. Glenny López Rodríguez

El análisis de residuos de plaguicidas en frutas de piñas recolectadas es importante para garantizar la seguridad alimentaria y proteger la salud de los consumidores. Los plaguicidas organofosforados y carbamatos son dos grupos comunes de pesticidas utilizados en la agricultura para controlar plagas. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas comercializadas en Cotuí. Para ello, se recolectaron muestras de frutas de piñas de diferentes puntos de venta (mercado y supermercado) y se realizaron análisis de bioensayos rápidos, efectuados en el Laboratorio de Residuos de Plaguicidas del IDIAF, Centro Norte. También, se evaluó el manejo y uso de plaguicidas en la producción de piña proporcionado por los productores mediante estudio de línea base. Se concluyó que las muestras por análisis de bioensayo rápido resultaron negativos (Inhibición (%) de muestra < 35). No detectó exceso de residuos de plaguicidas (Carbamato u Organofosforado), excepto en una muestra. Por tanto, se concluye que los productores de piña, aparentemente están realizando un uso adecuado de los productos agroquímicos aplicados, debido a que en general, las muestras no presentaron un grado preocupante de residuos.

Palabras claves: Organofosforados, carbamatos, plaguicidas.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se presentan los antecedentes de la investigación, introducción al problema, justificación del estudio y los objetivos: general y específicos.

1.1. Antecedentes

Los plaguicidas son compuestos químicos utilizados en la agricultura moderna para proteger los cultivos de plagas y enfermedades que pueden afectar su crecimiento y producción (Yomg, 2010; del Puerto-Rodríguez et al., 2014; Morante-Solís, 2022). Estos compuestos se han convertido en una herramienta fundamental para los agricultores, ya que les permiten aumentar la producción de alimentos y garantizar la seguridad alimentaria de la población. Sin embargo, su uso en los cultivos puede tener un impacto significativo en la salud humana y el medio ambiente (Pérez-Sánchez et al., 2016). Según del Puerto-Rodríguez et al. (2014), los plaguicidas usados en la agricultura pueden ser tóxicos y tener efectos negativos en la salud de los trabajadores agrícolas y las comunidades cercanas a los cultivos, así como en la calidad del aire, el agua y el suelo.

Investigaciones realizadas desde principios del siglo pasado indican que algunos plaguicidas organoclorados imitan, incrementan o inhiben la acción de las hormonas, alteran el funcionamiento del sistema endocrino, pueden dañar la salud reproductiva e incluso promover el desarrollo de carcinomas (Waliszewski et al. 2008; Pérez et al. 2009). Debido a lo anterior, fueron prohibidos y sustituidos por los plaguicidas organofosforados, los cuales tienen, de acuerdo con Calonge et al. (2002), un papel preponderante como plaguicidas fitosanitarios a pesar de su problemática toxicológica. Como resultado de esta problemática, las normativas legales respecto a su uso son cada vez más estrictas, en particular en Estados Unidos, Canadá y Europa (Pérez, et al., 2009). Vallejo-Degaudenzi y Marranzini (2020), consideran que el monitoreo de residuos en los productos puede evidenciar la exposición de una población a los mismos, en particular si se trata de corregir o predecir las consecuencias a largo plazo.

Padilla et al. (2013), evaluaron el uso de fertilizantes y plaguicidas en el cultivo de piña en el distrito de Poroto, Trujillo-La Libertad, en su estudio encontraron que los plaguicidas más usados fueron: organoclorados (46 %), organofosforados (26 %), bioinsecticidas (18 %) y carbamatos (10 %). En ese sentido, reportaron que el 47 % de los agricultores de la zona realizan de 3 a 4 aplicaciones por campaña y el 38 % de 1 a 2 aplicaciones de pesticidas. El 79 % de los agricultores consideran esperar para cosechar un tiempo aproximadamente 30 días para realizar sus cosechas y un 14 considera pertinente esperar sólo 15 días para realizar la cosecha de piña. El pesticida más usado por los agricultores fue el Tamaron (Metamidofos: O, S-Dimetil fosforoamidotioato) es un producto altamente tóxico para humanos y animales (abejas, pájaros y otras formas de vida silvestre). Sin embargo, los agricultores realizan mezclas mortales de pesticidas en la aplicación de los diferentes cultivos. Concluyendo que el 100 % de los agricultores del Distrito de Poroto requieren del uso de estos agroquímicos y el 94 % tienen desconocimiento de los impactos negativos que podrían generar el uso de agroquímicos en la salud humana y el ambiente.

En Colombia, Jaramillo-Colorado et al. (2016), realizaron un estudio de los residuos de pesticidas organofosforados presentes en frutas de alto consumo en Cartagena de Indias, cuyas frutas provenían de distintos puntos de venta; las frutas evaluadas fueron mango (*Mangifera indica*), guayaba (*Psidium*) o arasá y papaya (*Carica papaya*), en los mismos se confirmó la presencia de pesticidas organofosforados, encontrando: Clorpirifós, Disulfoton, Forato, Anzinfosmetil, Malation, Fenclorfos y Dementon-s-metilsulfon.

Blach et al. (2011), analizaron frutos de piña (*Ananas comosus* L.) variedad Golden MD2, procedentes del municipio de Montenegro, Quindío; evidenciando como resultado la presencia de plaguicidas organoclorados como beta BHC, delta BHC, gama BHC, Heptacloro, Heptacloro epóxido, Endosulfán I, Endosulfán II, 4,4 DDE, Endrín aldehído, Aldrín. Gutiérrez et al. (2010), evaluaron residuos de plaguicidas organoclorados, organofosforados y análisis fisicoquímico de piña, estos autores encontraron altas concentraciones de numerosos plaguicidas, donde algunos son

altamente tóxicos, también se encontró que algunos de los mismos pueden penetrar hasta el interior del fruto a pesar de la protección que le puede brindar la cáscara.

Debido a que la determinación de residuos de plaguicidas en alimentos cada vez es más importante para los consumidores, productores y autoridades responsables en el control de calidad (Aguilera et al., 2003), y como una contribución al conocimiento de la calidad fitosanitaria de los productos naturales, se realizó una evaluación de la residualidad de los principales plaguicidas utilizados en frutos de piña, provenientes de un cultivo del municipio de Montenegro/Quindío, por medio de cromatografía de gases, específicamente cromatografía de gases con un detector de micro captura de electrones, utilizando acetonitrilo y hexano como solventes de extracción de los analitos (en un proceso ELL modificado del propuesto por Murcia et al., (2008) y un método de análisis de estándar externo validado y analizado por un test de linealidad (tr) de las curvas de calibración. Además de ello, se realizó una caracterización fisicoquímica de los frutos (descrita en detalle en la metodología), con el fin de confirmar que se estaban evaluando alimentos en el estado de madurez de consumo.

Pérez, Navarro y Miranda, (2013), analizaron la problemática, así como los posibles riesgos al ambiente y la salud, de los residuos de plaguicidas en las hortalizas cultivadas en México. Los resultados encontrados en dicho estudio indicaron que, a pesar de la regulación existente, aún se autorizan y utilizan algunos plaguicidas prohibidos en otros países; asimismo, se encontró una serie de productos caducos en uso o con almacenamiento inadecuado que son un riesgo para el ambiente; además, se detectó que la presencia de residuos de plaguicidas en hortalizas y frutas es frecuente, con más del 50 % en las muestras evaluadas con estudios específicos, en monitoreo de productos para consumo nacional y de exportación a Estados Unidos de América; aunque, la mayoría de los casos no rebasaron los límites máximos de residuos de plaguicidas (LMRP).

Por muchos años, el Gobierno Dominicano ha trabajado intensivamente en la promoción de la exportación de frutas y vegetales hacia mercados internacionales, principalmente para los mercados de Estados Unidos y la Unión Europea para el crecimiento rural y agrícola del país, estos esfuerzos han sido impactado negativamente

por rechazos debido al incumplimiento de medidas sanitarias, especialmente por la presencia de residuos ilegales de plaguicidas, a través de Plan y Programa de Monitoreo y Vigilancia de Residuos e Higiene de los Alimentos, de acuerdo a Vallejo-Degaudenzi et al. (2020).

La regulación, registro, uso y manejo de los plaguicidas en la República Dominicana establece control de estos productos, a través de la Ley 311-68 y el reglamento 322-88. La Ley 311-68 del 28 de mayo de 1968 sobre plaguicidas, cuyo objetivo principal es regular la fabricación, almacenamiento, distribución, expendio y comercialización de los diferentes productos de síntesis química para el control de plagas en los agrosistemas o plagas de la salud humana. El Reglamento N° 388-88 sobre el uso y control de plaguicidas, la cual establece reglamentos para la aplicación de la Ley 311-68, en lo referente al uso y control de plaguicidas (registro, fabricación, etiquetado, formulación, almacenamiento, transporte, comercio y disposición final de plaguicidas) y también las prohibición y restricción de algunos plaguicidas. En el mismo marco junto con las políticas operacionales de salvaguardas, trabaja la política ambiental OP 4.09 del Banco Mundial, cuyo objetivo va enfocado en el manejo de plagas agrícolas y de la salud humana (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2022).

Otras disposiciones por el Gobierno Dominicano descansan en el Decreto No. 217-91, del 4 de junio de 1991, donde se prohíbe la importación, elaboración, formulación, comercialización y uso de plaguicidas agroquímicos, por haberse comprobado su alta peligrosidad a la salud humana y al ambiente. Con el Decreto No. 515-05, del 20 de septiembre 2005, se crea el Comité Nacional para la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Con la Resolución 18-05 se crea el Departamento de Inocuidad Agroalimentaria (DIA) del Ministerio de Agricultura para monitorear los productos agrícolas de consumo humano y animal, con el fin de evaluar la presencia de residuos de plaguicidas, tomando como base las tolerancias establecidas en la legislación vigente.

Tavarez-Méndez (2016), en su estudio “análisis de los resultados del programa de monitoreo y vigilancia de residuos de plaguicidas en frutas y vegetales producidos en la República Dominicana”, menciona que durante el periodo 2011-2015, el DIA con el apoyo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) ejecutó un “Programa Piloto de Monitoreo y Control de Residuos de Plaguicidas en Frutas y Vegetales producidos en la República Dominicana”, a través del cual se analizaron 1,188 muestras de las siguientes 12 frutas y vegetales: ajíes (*Capsicum annuum*) (pimientos morrones y picantes, berenjena (*Solanum melongena*) china y criolla, cebolla (*Allium cepa*), cundeamor (*Momordica charantia*), mango (*Mangifera indica*), molondrón (*Abelmoschus esculentus*), pepino (*Cucumis sativus*), repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*), tomate de ensalada (*Solanum lycopersicum*), y vainita (*Phaseolus vulgaris* L.). Los resultados de este programa piloto representan, la línea base de los datos obtenidos en el país sobre los residuos de plaguicidas en las frutas y vegetales seleccionadas. Los resultados de este programa piloto indicaron que el 7.4 % de las muestras analizadas resultaron en muestras inconformes por residuos ilegales de plaguicidas, ya sea por plaguicidas cuyo uso no está permitido o por excedentes de los límites de residuos permitidos. Dentro de las frutas y vegetales analizadas, el peor resultado fue de 15.9 % de las muestras inconformes de los ajíes morrones (Plan Nacional de Monitoreo y Vigilancia de Residuos de Plaguicidas en Alimentos en la República Dominicana, 2015). Vallejo-Degaudenzi y Marranzini (2020) señalan que, en 2011 el DIA, elaboró el “Plan de Monitoreo y Vigilancia de Residuos e Higiene de los Alimentos (MOVIREHA)” y ejecutó su primer plan nacional a través del proyecto anteriormente mencionado.

De acuerdo al Plan Nacional de Monitoreo y Vigilancia de Residuos de Plaguicidas en Alimentos en la República Dominicana (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020), la Resolución 20-05 del 8 de abril 2005 del Ministerio de Agricultura, establece el Plan y el Programa Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Residuos e Higiene de los Alimentos, los cuales deberán ser diseñados tomando en cuenta los alimentos, las sustancias involucradas, los grupos de riesgo (consumidores), los límites máximos de residuos permitidos y los mecanismos de prevención contra el uso de fármacos y agroquímicos prohibidos o en dosis peligrosas. Lo anterior con el objetivo

de monitorear y controlar los residuos de plaguicidas en base a lo establecido en el Decreto 52-08 de Buenas Prácticas Agrícolas, el Reglamento 244-10 que implementa los Límite Máximos de Residuos de Plaguicidas (LMR) establecidos en el país y la Resolución 20-05 del Ministerio de Agricultura, la cual es mandatorio a la elaboración y ejecución de un plan de Vigilancia, monitoreo y control de los residuos de plaguicidas.

1.2. Planteamiento del problema

En República Dominicana el 49 % de su superficie es cultivable, convirtiendo al país en un fuerte consumidor de plaguicidas y fertilizantes; es un país dependiente de materia prima tanto para la formulación como para la distribución de estos productos. En 2016, las importaciones superaron los 195 millones de USD, versus los 22 millones de USD exportados; el 62 % de las importaciones de estos productos fueron plaguicidas, su importación superó los \$120 millones, y posicionó a RD en el 1^{er} lugar como importador en la región Caribe (Alpízar, 2017). De acuerdo a este autor, el 90 % de las importaciones de plaguicidas se concentra en tres categorías. Insecticidas es la más importante con un 39 % de participación, seguido de los herbicidas (32 %), y los fungicidas (19 %). Los coadyuvantes y reguladores de crecimiento también, juegan un papel significativo dentro de la importación de estos productos.

Los plaguicidas son esenciales en la agricultura moderna para controlar las plagas y para incrementar la productividad de los cultivos (Cortes et al., 2006), esto junto a otros factores como la adopción de variedades de cultivos mejoradas, el empleo de fertilizantes sintéticos, la optimización de los sistemas de riego, el uso de compuestos orgánicos sintéticos, son en la actualidad indispensables para satisfacer la creciente demanda de alimentos en la producción mundial (Ministerio de la Protección Social, 2003). Si bien el uso de plaguicidas mejora satisfactoriamente la producción de alimentos, éstos poseen un potencial riesgo al medio ambiente y la salud humana, por tanto, el control de residuos de plaguicidas en los alimentos es de gran importancia para minimizar la exposición de los consumidores (Cortes et al., 2006), ya que estos fitosanitarios son difíciles de eliminar y generan un peligro potencial que se manifiestan en nuevas patologías.

Los plaguicidas desempeñan un papel importante en el control de numerosos insectos, nemátodos, hongos, malezas y otros organismos que compiten con el hombre por productos agropecuarios y forestales (Lagunes y Villanueva, 1994). La mayoría de los agricultores utilizan plaguicidas sintéticos para controlar las plagas en los vegetales y aumentar el rendimiento de los cultivos. Frente a esta situación, los agricultores tienden a abusar de estos productos para obtener una mayor productividad y comodidad, lo cual lleva al uso indebido de plaguicidas en términos de concentración y frecuencia de aplicación (Jiménez-Quintero, Pantoja-Estrada, y Ferney Leonel, 2016; Rahman et al., 2018). La principal preocupación es cómo los altos niveles de residuos de plaguicidas en los cultivos tienden a tener efectos adversos sobre la salud humana.

Los riesgos en la salud humana y en los ecosistemas por uso inadecuado de plaguicidas han sido evidenciados por varios autores, tal situación ha generado una problemática técnica y social que requiere alternativas biológicas, químicas y de manejo integrado para cubrir las necesidades del productor sin descuidar la calidad del producto. De acuerdo a WHO (World Health Organization. 2010), el uso de plaguicidas puede producir problemas en la salud humana, asociados con la exposición ocupacional, especialmente en trabajadores agrícolas y la exposición ambiental para la población, por el consumo de residuos en alimentos y en ocasiones agua potable (WHO, 2010).

La alta demanda en el uso de plaguicidas genera consecuencias que afectan los ecosistemas generando desequilibrios; no sólo afectando a los agricultores, sino también a los consumidores; esto se debe a la residualidad que se genera en los alimentos (Castro, et al., 2005). De acuerdo a Vallejo-Degaudenzi et al. (2020), los productos agrícolas dominicanos con fines de exportación se analizan constantemente en busca de residuos de plaguicidas. Algunos de estos agroalimentos presentan elevadas concentraciones de plaguicidas que sobrepasan los niveles máximos de residuos establecidos (LMR), convirtiéndose en una preocupación de seguridad alimentaria. En el caso específico de la piña, los plaguicidas más comúnmente utilizados son los organofosforados y los carbamatos. Estos compuestos son altamente tóxicos y pueden afectar el sistema nervioso central de los seres humanos, causando síntomas como mareos, dolor de cabeza, náuseas,

convulsiones y, en casos extremos, la muerte. Dada esta situación se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los niveles de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas comercializadas en Cotuí?

1.3. Justificación

Las frutas tropicales principales corresponden aproximadamente al 75 % de la producción mundial de frutas frescas, el mango es la variedad principal de frutas tropicales que se produce en todo el mundo seguido de la piña, la papaya y el aguacate (Jaramillo-Colorado, et al., 2016). La piña es una de las frutas tropicales más importantes en el mercado mundial desde el punto de vista económico y en nuestro país se encuentra entre las cinco frutas de mayor volumen métrico de producción y valor de exportación de República Dominicana; de acuerdo al Ministerio de Agricultura, en 2021 se exportaron 6,803 toneladas métricas de piña, con un valor de FOB US\$5.1 millones (Gómez-García, 2022). Sin embargo, para lograr este posicionamiento, se necesita contar con suelos fértiles, cultivos limpios y libres de plagas y enfermedades. El periodo de producción de la piña es de alrededor doce meses (siembra-cosecha), pero la demanda del mercado exige que éste sea más corto, lo cual sólo puede alcanzarse por medio del uso de agroquímicos, que incluyen plaguicidas para el control de plagas hasta inductores de floración y maduración de la fruta, lo que ocasiona impactos ambientales (Montiel-Segura, 2015).

En los últimos años las áreas dedicadas al cultivo de piña en la República Dominicana se han ampliado notablemente, convirtiendo a este cultivo en una importante fuente de divisas para el país, así como en una actividad generadora de gran cantidad de empleo. Paralelamente nuevas tecnologías se aplican al cultivo en busca de mejores rendimientos. Existe un consumo generalizado de las piñas como parte de los alimentos de la población dominicana y su cultivo constituye una fuente de sustento para muchos agricultores.

La piña domina ampliamente el comercio mundial de frutas tropicales a pesar que recientemente ha crecido la competencia de otros frutos. Datos del año 2000 indican que

la comercialización mundial de la piña fue de un 51 % de un total de 2.1 millones de toneladas de fruta en general, siendo el mango el fruto que le sigue con un 21.7 %. Además, la piña es la fruta tropical mejor posicionada, ya que su comercialización se orienta a los principales países desarrollados tales como Estados Unidos, Japón y la Comunidad Económica Europea (Coveca, 2009). En consecuencia, en la última década la producción mundial de piña ha crecido a una tasa media anual de 1.9 % pese a la ocurrencia de fenómenos económicos y climáticos adversos (Retana, 2015; Altendorf, 2017). De acuerdo a este autor, desafortunadamente las grandes ventajas económicas experimentadas con este cultivo en República Dominicana contrastan con la problemática ambiental que dicha actividad genera; ya que dentro de su manejo agronómico la aplicación de altos niveles de agroquímicos para mejorarla, controlar las plagas e incrementar su productividad, se convierte en un riesgo al medio ambiente y la salud humana.

De acuerdo al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2022) el uso y manejo de plaguicidas constituye una parte importante de varias de las propuestas para la promoción del manejo integrado de plagas en distintas actividades. Andrade y Ayaviri (2017), destacan que en la actualidad existe un gran interés sobre los contaminantes ambientales con relación a la seguridad alimentaria. Los residuos de plaguicidas son considerados como sustancias potencialmente tóxicas en los alimentos y constituyen un motivo de preocupación para los consumidores. Por lo que, la necesidad de producir empleando técnicas cada vez más amigables con el medio ambiente, acordes con nuevas exigencias nacionales e internacionales, es un hecho. El análisis de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas comercializadas es un tema de interés en la industria alimentaria y la salud pública. Estos compuestos son ampliamente utilizados como pesticidas para controlar las plagas en la agricultura, pero su uso excesivo y la falta de medidas de seguridad pueden llevar a la contaminación de los alimentos.

Para garantizar la seguridad alimentaria de los consumidores y proteger la salud humana, muchas organizaciones y países han establecido límites máximos de residuos

(LMR) de plaguicidas en productos alimenticios (Codex Alimentarius FAO/ WHO, 2020; United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, 2020; European Commission, 2022). El LMR es el nivel máximo de un residuo de plaguicida (expresado en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) que está legalmente permitido en alimentos o piensos (FAO/OMS, 2020).

De igual forma, los gobiernos también, establecen mecanismos de reglamentación y aplicación para supervisar el cumplimiento de los LMR en los distintos productos alimenticios. También, se recomienda revisar y actualizar los LMRP para la combinación de plaguicida-cultivo en distintos productos químicos y cultivos de interés. Igualmente se propone un monitoreo continuo que proporcione resultados confiables para establecer políticas de comercialización, movilidad, uso y manejo de plaguicidas, así como una disminución de riesgos.

Los resultados del análisis de residuos de plaguicidas en frutas de piñas comercializadas pueden ser utilizados para tomar medidas de seguridad alimentaria y reducir los riesgos para la salud pública. En caso de detectarse niveles elevados de residuos de plaguicidas, se pueden tomar medidas para reducir el uso de estos compuestos o para establecer límites más estrictos en los niveles de residuos permitidos en los alimentos. Por lo que, los hallazgos de este estudio permitirán estimar la presencia y cantidad de residuos de plaguicidas en frutas de piñas comercializadas en el municipio de Cotuí, provincia Sánchez Ramírez, con la finalidad de impactar las políticas públicas en materia de seguridad alimentaria.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas procedentes de mercado y supermercados de Cotuí.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el manejo y uso de plaguicidas en la producción de piña proporcionado por los productores mediante estudio de línea base.

- Determinar las concentraciones de moléculas de plaguicidas organofosforados y carbamatos presentes en frutas de piñas evaluadas.
- Analizar la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas recolectadas.

1.5. Alcance y límite de la investigación

Delimitación espacial y temporal. Esta investigación se realizó en el municipio de Cotuí, provincia Sánchez Ramírez, durante el periodo enero-junio 2023.

Alcance investigativo. La investigación se limita al análisis de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas comercializadas en Cotuí.

1.6. Definiciones de términos

Límite Máximo de Residuos de Plaguicidas (LMR): son las máximas concentraciones de residuos del ingrediente activo (I.A.) o metabolitos de un plaguicida en un producto agrícola, expresada en miligramos de sustancia química por kilogramo de producto (mg/kg) o partes por millón (ppm) (PromPerú, s/f).

Pesticidas: son sustancias complejas de origen químico, muy necesarias en la solución de los problemas que presentan comúnmente los cultivos agrícolas, sin embargo, pueden ocasionar un conjunto de riesgos mayores a sus beneficios si no son utilizados adecuadamente (Agrios, 2007)

Plaguicidas Carbamatos: los plaguicidas carbamatos químicamente son compuestos ésteres del ácido carbámico. Son diferentes de los organoclorados porque no contienen átomos de cloro, y de los organofosforados por la ausencia de átomos de fósforo (Ferrer, 2003).

Plaguicidas Organoclorados: son compuestos químicos procedentes de hidrocarburos cíclicos aromáticos, con presencia en sus moléculas de átomos de cloro (Ministerio de la Protección Social, 2008).

Plaguicidas Organofosforados: la familia de plaguicidas organofosforados está compuesta por una diversidad de estructuras químicas (Badii y Landeros, 2007). Pueden ser amidas, ésteres o tioles del ácido fosfónico, fosfórico, fosforotioico o fosforoditioico (Arancibia et al., 2014).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Este capítulo contiene todos los aspectos de la literatura que permiten documentar al lector sobre las variables objeto del estudio, las mismas han sido fruto de una ardua búsqueda y selección, de modo que sirva de marco teórico referencial.

2.1. Cultivo de la piña: características y aspectos botánicos

La piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) (Figura 1), es originaria de América del Sur (sureste de Brasil y Paraguay) y es la especie más representativa de la familia Bromeliaceae, la cual se conforma por cerca de 58 géneros y 3408 especies (Neri et al., 2021; Pérez-López et al., 2020).



Figura 1. Fruta de la piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.).

Fuente: CEI-RD. Disponible en:

https://prodominicana.gob.do/Documentos/BC_PERFIL%20PRODUCTO%20-%20pi%C3%B1a_V6.pdf

Planta de escaso porte y con hojas duras y lanceoladas de hasta 1 m de largo, fructifica una vez al año produciendo un único fruto fragante y dulce, muy apreciado en gastronomía (Serrano-Muñoz et al, 2018). La especie más conocida y cultivada como alimento del género *Ananas*. Posee alto contenido de nutrientes y es muy apreciada por su aroma y sabor dulce, caracteres que son de interés para el mercado de consumo fresco, jugos y precortados. Presenta amplia distribución, por su capacidad adaptativa ante diferentes tipos de hábitats y altitudes, ya que se puede encontrar en hasta los 4500 msnm (Rodríguez-Alfonso et al., 2020).

La piña se cultiva en las principales regiones tropicales y subtropicales del mundo y es considerada la tercera fruta tropical más importante, después del banano y los cítricos (Rodríguez et al., 2007; Rohrbach et al., 2003). Es una planta herbácea, perenne y monocotiledónea, que después de fructificar continúa con su crecimiento a través de una o más yemas axilares, dando origen a una planta nueva. Una de las características que tiene la planta de piña es presentar un pseudotallo rodeado de hojas con forma de roseta, el cual puede llegar a medir hasta 2.0 m de altura y 1.5 m de diámetro cuando la planta alcanza su máximo desarrollo (Rodríguez-Alfonso et al., 2020).

Las hojas de la piña presentan forma lanceolada, donde las más largas se encuentran encima de la parte media de la planta, con longitudes que varían entre los 60 y los 90 cm y un ancho promedio 6,3 cm que se estrecha hacia el ápice hasta terminar en una punta dura. Algunas variedades pueden llegar a presentar espinas duras y afiladas dispuestas a lo largo del margen de las hojas; además, las hojas presentan una cutícula cerosa con gran capacidad para oponerse a la pérdida de agua (Cristancho et al., 1991).

La inflorescencia de la piña está constituida por flores hermafroditas, ubicadas en las axilas de las brácteas auto estériles. En los cultivos que se encuentran sembrados con una sola variedad no es factible obtener semillas, debido al alto grado de autoincompatibilidad del tipo gametofítica (Zúñiga-Orozco y Carrodegua-González, 2020). Sin embargo, es posible obtener semillas a partir de polinización cruzada entre dos variedades (Bartholomew et al., 2003). Por otro lado, cada una de las flores que componen la inflorescencia da origen a una baya mediante partenocarpia, las cuales, al crecer, se fusionan entre sí y forman una infrutescencia, que de acuerdo con la variedad puede ser de color verde, amarilla, anaranjada o rojiza y de forma cónica u oblonga (Coppens d'Eeckenbrugge y Leal, 2003; Rodríguez Alfonso et al., 2020).

2.2. Taxonomía

De acuerdo con el Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2009), la piña (*Ananas comosus*) se inscribe, taxonómicamente, como sigue:

REINO: Plantae
 DIVISIÓN: Magnoliophyta
 CLASE: Liliopsida
 ORDEN: Bromeliales
 FAMILIA: Bromeliaceae
 GÉNERO: *Ananas* Mill., 1754
 ESPECIE: *comosus* (L.) Merr., 1917

Sinónimos: *Ananas ananas* (L.) Voss, 1895; *Ananas ananas* Ker Gawl., 1896; *Ananas bracteatus hondurensis* Bertoni, 1919; *Ananas paraguayensis* L.A. Camargo y L.B. Sm., 1968; *Ananas sativa* Lindl., 1827; *Ananas sativus* Schult. et Schult. f., 1830; *Ananassa sativa* Lindl., 1827; *Ananassa sativa* Lindl. ex Beer, 1856; *Bromelia ananas* L., 1753; *Bromelia comosa* L., 1754.

2.3. Importancia económica

La piña es el segundo cultivo tropical de importancia mundial después del banano, aportando más del 20 % del volumen mundial de frutos tropicales. El 60 % de la piña producida en el mundo es consumida como fruta fresca por el país que la produce. De la fruta de piña que se cosecha en el mundo, cerca del 70 % se utiliza en los países productores, para el consumo en fresco y para su uso agroindustrial (Flórez Martínez et al., 2020). El mercado de la piña crece debido a los valores nutricionales, así como a la demanda de precios minoristas competitivos (Abu Bakar et al., 2013; Martínez et al., 2012). Además, la piña a menudo se procesa en diversas formas, como fruta enlatada, jugo, extracto de bromelina (Hossain et al., 2015, Hossain, 2016), producción de fibra (Asim et al., 2015), alimento para animales (Omole et al., 2011) y vino de piña.

La República Dominicana empezó a relanzar el sector de la piña a partir de la década del 2000. Este sector solía ser mundialmente reconocido, pero ha perdido relevancia debido a varios contratiempos históricos. Durante la década de 1990, con la presencia de las compañías transnacionales Chiquita y Dole, la República Dominicana era el mayor productor de piña de América Central y el Caribe. La producción alcanzó

niveles tan altos como 100,000 TM, con una industria de procesamiento de jugo y pulpa activa, con capacidad para absorber las piñas de menor calidad. Pero, luego de que el país perdiera liderazgo, Costa Rica se posicionó como líder en producción de piña en Centroamérica, y actualmente produce 2.29 millones de TM, de las que exportan el 90 % (Balmer, 2016).

La producción de piña ha aumentado en los últimos años en República Dominicana en 97 millones de unidades cada año, y en la actualidad se producen hasta 200 millones de unidades de las mismas”. Según el Fondo Especial para el Desarrollo Agropecuario (FEDA), la exportación de piña era en el 2012 de unos 2.5 millones de dólares y en la actualidad esta ha llegado a 10 millones de dólares anuales (Chinagro, s/f). De acuerdo al Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana (CEI-RD, s/f), los principales países productores de piña en el 2017 fueron Costa Rica, Filipinas, Brasil, seguido de Tailandia e India. Según los registros de la FAO en 2017, la superficie mundial dedicada al cultivo de la piña alcanzó una totalidad de 1,098,705 hectáreas, siendo los países representados en la Figura 2 los mayores productores:



Figura 2. Países mayores productores de piña a nivel mundial.

Fuente: CEI-RD. Disponible en:

https://prodominicana.gob.do/Documentos/BC_PERFIL%20PRODUCTO%20-%20pi%C3%B1a_V6.pdf

Israel se ubica como el principal mercado para las exportaciones dominicanas de piñas. En el 2018, las exportaciones dominicanas de piñas hacia ese mercado representaron el 38.9 %. Otros importantes mercados son Italia con el 12.9 %, Puerto Rico 10 %, Francia 8.7 % y España con el 11.6 % (Figura 3) (MICM, 2019).

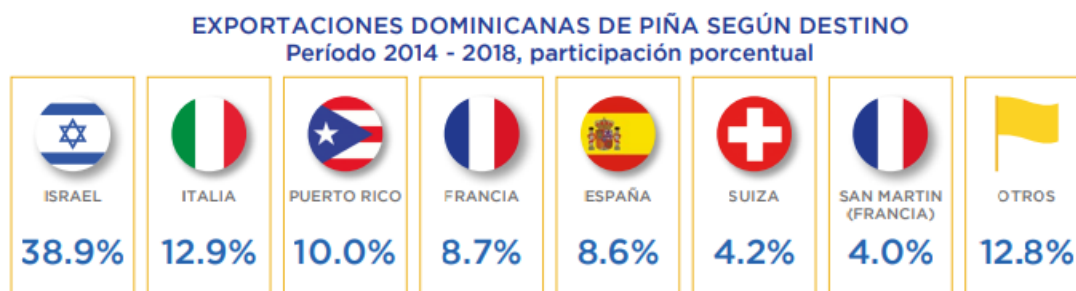


Figura 3. Exportaciones dominicanas de piña, según destino: periodo 2014-2018.

Fuente: CEI-RD. Disponible en:

https://prodominicana.gob.do/Documentos/BC_PERFIL%20PRODUCTO%20-%20pi%C3%B1a_V6.pdf

Producción nacional. La producción de piña en la República Dominicana presenta un decrecimiento continuo en los años 2014 al 2016 pasando de 192,375 quintales en 2014 a 165,568 quintales en 2016. Se observa que para el 2017 la producción presentó un crecimiento de 2.31 % y para el 2018 creció un 6 % mostrando un valor de 179,502 quintales para este último año. En el siguiente gráfico (Figura 4) se presenta la producción y los cambios que se han generado en los últimos cinco años (CEI-RD, s/f).



Figura 4. Producción nacional de piña República Dominicana: Valores en Quintales, Período 2014 - 2018.

Fuente: CEI-RD. Disponible en:

https://prodominicana.gob.do/Documentos/BC_PERFIL%20PRODUCTO%20-%20pi%C3%B1a_V6.pdf

El cultivo de piña en el país se centraliza principalmente en las regionales agrícolas Nordeste y Central las cuales en conjunto concentran más del 80 % del total de la superficie cosechada de este producto (Figura 5). Su producción se concentra en Sánchez Ramírez y la zona de Monte Plata. De acuerdo al Análisis de la cadena de valor piña en la República Dominicana, el volumen de producción de piña fue de 263.000 t en 2018 y la superficie sembrada de 5.900 ha (1/3 del área son siembras en desarrollo y

viveros), mayormente en el centro del país, en las provincias de Sánchez Ramírez y Monte Plata. La piña se siembra en plantaciones monoculturales (con la variedad híbrida MD-2 que tienen gran demanda en los Estados Unidos) (Comisión Europea, Boletín No. 20B, 2020).

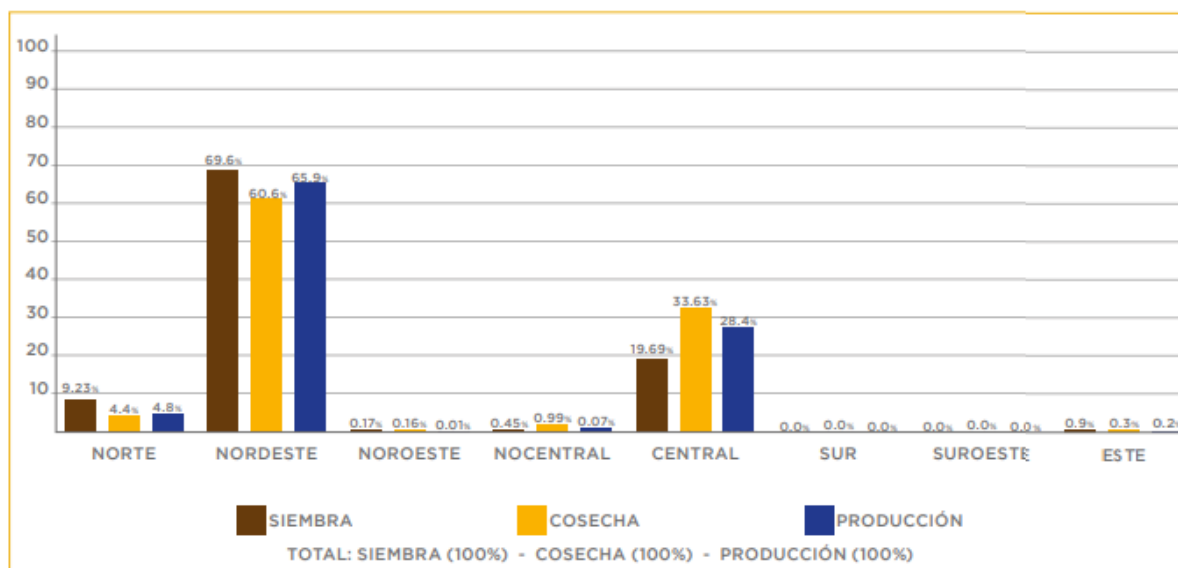


Figura 5. Zonas productoras de piña a nivel de la República Dominicana.

Fuente: CEI-RD. Disponible en:

https://prodominicana.gob.do/Documentos/BC_PERFIL%20PRODUCTO%20-%20pi%C3%B1a_V6.pdf

Tipo de productores. Se diferencian cuatro tipos de productores según la superficie, la densidad de siembra, el manejo agronómico relacionado con varios niveles de tecnificación y mecanización (Cuadro 1). La mayoría de los productores son micro o pequeños, poco tecnificados, con poco e inadecuado uso de agroquímicos y sin maquinaria. Siete grandes empresas productoras/exportadoras controlan gran parte de la superficie y de la producción, con alto uso de agroquímicos, de tecnificación y mecanización (Comisión Europea, Boletín No. 20B, 2020.).

Cuadro 1. Tipo de productores, área cultivada y producción de piña en República Dominicana.

Tipos de productores	Número de productores	Área (ha)	% Área	Producción (t/año)	% Producción
Micro no tecnificados	1.000-1.200	1.000	17%	6.000	2%
Pequeños semi tecnificados sin maquinaria	330	2.300	39%	94.500	36%
Medianos semi- tecnificados con maquinaria	30	600	10%	28.500	11%
Grandes tecnificados con maquinaria	7	2.000	34%	134.000	51%
Total	1.350-1.550	5.900	100%	263.000	100%

Fuente: Comisión Europea, Boletín No. 20B, 2020. Análisis de la cadena de valor Piña en la República Dominicana. Disponible en:
<https://europa.eu/capacity4dev/file/107294/download?token=SLW0aCd9#:~:text=La%20CV%20pi%C3%B1a%20contribuye%20a,de%20la%20superficie%20total%20sembrada.>

2.4. Problemas fitosanitarios asociados al cultivo de piña

Las plagas y enfermedades son un serio problema en la piña, si no se controlan adecuadamente estas pueden ocasionar pérdidas tan grandes que las cosechas son afectadas hasta en un 80 % y en casos especiales la pérdida total (Mosquera-Ramírez, 2016). De acuerdo a la autora, la piña, tiene diversos problemas fitosanitarios, entre los más comunes se encuentran, principalmente:

Plagas: algunas de las plagas que afectan el cultivo de la piña son: cochinilla rosada (*Dysmicoccus brevipes* (Cockerell)) que tiene una relación (simbiótica) con la hormiga de los géneros *Solenopsis* y *Pheidole* (hormiga cortadora); araña roja (*Tetranychus urticae*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gusano barrenador o broca del fruto de la piña (*Thecla basilides* Gey). Estas plagas pueden dañar los frutos y reducir la calidad y cantidad de la cosecha.

Enfermedades: las enfermedades más comunes en el cultivo de la piña son: podredumbre del fruto o fusariosis, provocada por *Fusarium guttiforme*; antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*; y pudrición de la raíz causada por bacterias (*Dickeya sp* y *Erwinia carotovora*), principalmente. Estas enfermedades pueden

ser causadas por hongos, bacterias o virus y pueden afectar la salud de la planta y la calidad de la fruta.

Malezas: las malezas pueden competir con la piña por nutrientes, agua y luz solar, lo que puede afectar su crecimiento y desarrollo. Además, algunas malezas pueden actuar como huéspedes de plagas y enfermedades. El control de malezas se puede realizar de forma química, manual y mecanizado unas cuatro veces por año, evitando tanto que las malezas sobrepasen la altura de la piña como la competencia por humedad, luz, nutrientes y prevención de enfermedades (Sandoval y Torres, 2011).

Condiciones climáticas adversas: las condiciones climáticas extremas, como sequías o inundaciones, pueden afectar el crecimiento y desarrollo de la piña. También, pueden aumentar la incidencia de plagas y enfermedades (Mosquera-Ramírez, 2016).

2.5. Control fitosanitario en el cultivo de la piña

Para combatir las plagas a las que es susceptible el cultivo de la piña, se utilizan de forma intensiva productos químicos para combatirlas, lo cual produce que la actividad microbiológica de los suelos se deteriore poco a poco; estos plaguicidas actúan de manera integral y a causa de su efecto remanente, producen la muerte no sólo de los patógenos para los cuales se aplica, sino de todas aquellas especies que viven en asociación en el suelo, incluso aquellas que no tienen ningún efecto adverso sobre la piña, poniéndose además en riesgo su capacidad para producir la piña o cualquier otro cultivo (Quijandría et al., 1997). De la Cruz et al. (2004), enfatizan en que los cultivos de exportación como melón, piña, banano, café y ornamentales (todo el año) son los que utilizan más plaguicidas por hectárea y por extensión de cultivo;

2.6. Plaguicidas

El uso de los plaguicidas en los cultivos a nivel mundial es una práctica necesaria para mantener el suministro constante de alimentos; se estima que del 30 al 45 % de las cosechas a nivel mundial se salvan por la acción de estos productos (Hidalgo, 2012). No obstante, la utilización de los plaguicidas en las cosechas puede provocar la presencia de

residuos, que son, restos de la utilización de un producto fitosanitario, incluidos sus metabolitos y los productos resultantes de su degradación o reacción (AECOSAN, 2010).

Gutiérrez et al. (2010) señalan que el uso de plaguicidas mejora satisfactoriamente la producción de alimentos, éstos poseen un potencial riesgo al medio ambiente y la salud humana, por tanto, el control de residuos de plaguicidas en los alimentos es de gran importancia para minimizar la exposición de los consumidores (Cortes et al., 2006), ya que estos fitosanitarios son difíciles de eliminar, y generan un peligro potencial que se manifiestan en nuevas patologías.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) define los plaguicidas (pesticida) como cualquier sustancia o mezcla de sustancias cuyo objetivo es:

- Prevenir, destruir, repeler o controlar una plaga.
- Utilizarlo como regulador de crecimiento de plantas, defoliante o desecante.
- Utilizarlo como estabilizador de nitrógeno.

El Código Internacional de Conducta Sobre la Distribución y Uso de Plaguicidas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS), (2014), establece que un plaguicida «es la sustancia o mezcla de ellas, destinada a prevenir, destruir o controlar plagas, incluyendo los vectores de enfermedad humana o animal; las especies no deseadas de plantas o animales que ocasionan un daño duradero u otras que interfieren con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de alimentos; los artículos agrícolas de consumo, la madera y sus productos, el forraje para animales o los productos que pueden administrárseles para el control de insectos, arácnidos u otras plagas corporales». Por tanto, la finalidad de los plaguicidas es destruir ciertos organismos vivos, constituyéndose así como un grupo particular de los biocidas que puede alcanzar una capacidad letal amplia.

2.7. Clasificación de los plaguicidas

Los plaguicidas se clasifican en función de algunas de sus características principales, como son la toxicidad aguda, la vida media, la estructura química y su uso. En 1978, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1993) estableció una clasificación basada en su peligrosidad o grado de toxicidad aguda, definida ésta como la capacidad del plaguicida de producir un daño agudo a la salud a través de una o múltiples exposiciones, en un período de tiempo relativamente corto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad

Clase	Toxicidad	Ejemplos
Clase IA	Extremadamente peligrosos	Paratión, dieldrín
Clase IB	Altamente peligrosos	Eldrín, diclorvos
Clase II	Moderadamente peligrosos	DDT, clordano
Clase III	Ligeramente peligrosos	Malatión

Fuente: Gil et al. (2010). Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttextpid=S1909-04552012000200005

Ramírez y Lacasaña (2001) indican que una de las codificaciones encontradas con frecuencia en la literatura internacional es según el grupo o familia química de estas sustancias, clasificándose en Organoclorados (DDT, aldrín, etc.), Organofosforados (Malatión), Carbamatos, Tiocarbamatos, Piretroides, derivados bupiridilos (diquat, paraquat, etc.), derivados del ácido fenoxiacético, derivados cloronitrofenólicos, derivados de las triazinas, compuestos orgánicos del estaño, compuestos inorgánicos y los compuestos de origen botánico- Estos autores ofrecen otra clasificación, de acuerdo a su vida media, por lo que, los plaguicidas se clasifican en permanentes, persistentes, moderadamente persistentes y no persistentes (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación de los plaguicidas según su vida media de efectividad

Persistencia	Vida media	Ejemplos
No persistente	De días hasta 12	Malatión, diazinón, carbarilo, diametrín
Moderadamente persistente	Semanas	Paratión, lannate
Persistente	De 1 a 18 meses	DDT, aldrín, dieldrín
Permanentes	De varios meses	Productos hechos a partir de mercurio, plomo, arsénico

Fuente: Gil et al. (2010). Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttextpid=S1909-04552012000200005

De acuerdo a su estructura química, los plaguicidas se clasifican en diversas familias, que incluyen desde los compuestos organoclorados y organofosforados hasta compuestos inorgánicos (Cuadro 4). En este espacio solamente se hace referencia a algunas familias de plaguicidas relevantes por el daño que causan a la salud y por su gran demanda de uso (Ramírez y Lacasaña, 2001).

Persistencia. Se denomina persistencia al tiempo que permanece el plaguicida en el suelo manteniendo su actividad biológica ($T_{1/2}$). El tiempo de degradación se mide en vida media que es el tiempo que tiene que transcurrir para que se desactive la mitad del plaguicida. Las consecuencias de la persistencia pueden ser muy importantes, dependiendo de la toxicidad del plaguicida y de su biodisponibilidad. En el siguiente cuadro (Cuadro 5) podemos observar la persistencia de distintos grupos de plaguicidas en suelos. Los datos demuestran que los plaguicidas más persistentes son los organoclorados (3 a 5 años). Los restantes van desapareciendo del suelo en un periodo inferior al año (Mejía y Herrera, 2012).

Cuadro 4. Clasificación de los plaguicidas según la familia química.

Familia química	Ejemplos
Organoclorados	DDT, aldrín, endosulfán, endrin
Organofosforados	Bromophos, diclorvos, malatión
Carbamatos	Carbaryl, methomyl, propoxur
Tiocarbamatos	Ditiocarbamato, mancozeb, maneb
Piretroides	Cypermethrin, fenvalerato, permethrin
Derivados bipyridilos	Clomequat, diquat, paraquat
Derivados del ácido fenoxiacético	Dicloroprop, picram, silvex
Derivados cloronitrofenólicos	DNOC, dinoterb, dinocap
Derivados de triazinas	Atrazine, ametryn, desmetryn, simazine
Compuestos orgánicos del estaño	Cyhexatin, dowco, plictrán
Compuestos inorgánicos	Arsénico pentóxido, obpa, fosfito de magnesio, cloruro de mercurio, arsenato de plomo, bromuro de metilo, antimonio, mercurio, selenio, talio y fósforo blanco
Compuestos de origen botánico	Rotenona, nicotina, aceite de canola

Fuente: Gil et al. (2010). Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552012000200005

Los plaguicidas organoclorados (POC's) y organofosforados (POF's) son los dos tipos de plaguicidas más utilizados en la actualidad para el control de plagas. El uso desmesurado de estos compuestos en los cultivos, no solo genera desequilibrios ambientales, también afecta los ecosistemas, a los agricultores, y a los consumidores, esto es debido a la residualidad de estos compuestos orgánicos presentes en nuestros alimentos (Castro y Ramos, 2005). Por ello, es de vital importancia estudiar y monitorear la residualidad de plaguicidas en los alimentos de consumo masivo, para poder estimar el grado de exposición de una población determinada, con el fin de evaluar las posibles consecuencias toxicológicas y sus efectos en la salud a largo plazo, y de alguna manera informar a la población de la calidad de los alimentos que consumen.

Cuadro 5. Persistencia de varios tipos de plaguicidas

Clase	Acción	Persistencia	Proceso de degradación
Organoclorados	Insecticidas	2-5 años	Deshidrohalogenación o epoxidación
Ureas	Herbicidas	4-10 meses	Desalquilación
Acidos benzoicos	Herbicidas	3-12 meses	Deshalogenación o descarboxilación
Amidas	Herbicidas	2-10 meses	Desalquilación
Carbamatos	Herbicidas Fungicidas Insecticidas	2-8 semanas	Hidrólisis de ésteres
Acidos alifáticos	Herbicidas	3-10 semanas	Deshalogenación
Organofosforados	Insecticidas	7-8 semanas	Hidrólisis de ésteres

Navarrete, P. 1995

Fuente: <http://edafoologia.ugr.es/conta/tema13/persist.htm>

2.8. Plaguicidas Organoclorados

Los plaguicidas organoclorados son compuestos químicos procedentes de hidrocarburos cíclicos aromáticos, con presencia en sus moléculas de átomos de cloro (Ministerio de la Protección Social (MPS), 2008). Su principal uso es en la agricultura y el control de vectores transmisores de enfermedades. De acuerdo al organismo sobre el cual actúan, los plaguicidas organoclorados son herbicidas e insecticidas (Doménech, 2004). Este tipo de plaguicidas se caracteriza por su alta estabilidad química, lo cual los hace persistentes, pueden encontrarse en el ambiente por varios años (Ferrer, 2003).

Aunque tienen poca volatilidad, pequeñas cantidades de plaguicidas organoclorados son transportadas por el aire, alcanzando sitios apartados de los lugares en donde se aplicaron inicialmente. Son solubles en solventes orgánicos y grasas; en consecuencia, de la liposolubilidad, los plaguicidas organoclorados son bioacumulables. Además, tienen un efecto de biomagnificación, la concentración de este tipo de plaguicidas aumenta al pasar de herbívoros a carnívoros (Ministerio de Salud y Protección Social e Instituto Nacional de Salud de Colombia (MinSalud/ INS, 2015).

2.9. Plaguicidas Organofosforados

La familia de plaguicidas organofosforados está compuesta por una diversidad de estructuras químicas (Badii y Landeros, 2007). Pueden ser amidas, ésteres o tioles del ácido fosfónico, fosfórico, fosforotioico o fosforoditioico (Arancibia, Yañez, Melcon, y Quezada, 2014). En sus moléculas están presentes un átomo de fósforo unido a un átomo de azufre u oxígeno (Richardson, et al., 2019). Su uso está relacionado con la agricultura y salud pública (INS, 2010). En función del organismo sobre el cual actúan, los plaguicidas organofosforados generalmente son insecticidas (Doménech, 2004).

Algunos organofosforados funcionan como plaguicidas de contacto y otros son sistémicos. Los organofosforados de contacto ejercen su efecto cuando entran en el cuerpo del organismo (Del Puerto et al., 2014). Los organofosforados sistémicos ingresan directo a la planta y se distribuyen por sus tejidos, por consiguiente, la planta pasa a ser tóxica para el organismo que la ingiere (Hernández et al, 2017). Los plaguicidas organofosforados se caracterizan por ser liposolubles a temperatura ambiente, con elevada presión de vapor (volátiles), su vida media está entre horas a días, por lo que tienen poca permanencia en el ambiente y su toxicidad varía según el tipo de compuesto. Entre este grupo se encuentra el Clorpirifos, Diazinon, Dimetoato, Fenitrothion, Fention, Malatión, Metamidofos, Metil Paration, Monocrotofos, Pirimifos, Profenofos, otros (INS, 2010).

2.10. Plaguicidas Carbamatos

Los plaguicidas carbamatos químicamente son compuestos ésteres del ácido carbámico. Son diferentes de los organoclorados porque no contienen átomos de cloro, y de los organofosforados por la ausencia de átomos de fósforo (Ferrer, 2003). Los carbamatos se emplean como insecticidas domésticos y agrícolas; en el sector agrario, además se encuentran como herbicidas y fungicidas. En comparación con los plaguicidas organofosforados, los carbamatos son menos tóxicos (Doménech, 2004). La acción de los plaguicidas carbamatos es muy específica, es decir, su efecto tóxico está limitado para cierto tipo de organismos (Karam et al., 2004).

En cuanto a sus características, los plaguicidas carbamatos tienen poca solubilidad en agua, baja presión de vapor y mínima estabilidad química, por lo cual no persisten por mucho tiempo en el ambiente, desapareciendo con rapidez por hidrólisis y fotodegradación. Así mismo, no son compuestos bioacumulables (Ríos y Solari, 2010). Pertenecen a este grupo el Aldicarb, Carbaril, Carbofuran, Carbosulfan, Metiocarb, Metomil, Pirimicarb, Tiodicarb (Devine et al., 2008).

2.11. Plaguicidas Piretroides

Los plaguicidas piretroides sintéticos están basados en la estructura de las piretrinas, sustancias naturales derivadas del crisantemo (Karam et al., 2004). Hoy en día, los piretroides son los plaguicidas más utilizados en el contexto doméstico, aunque también se usan en agricultura y salud pública. De acuerdo al organismo diana, los piretroides en su mayoría son insecticidas (Richardson et al., 2019). Los piretroides no son persistentes, tienen poca acumulación en el ambiente y los organismos, puesto que se degradan con facilidad (Doménech, 2004). Corresponden a plaguicidas piretroides el Alletrin, Bifentrina, Ciflutrina, Lambda-Cialotrina, Cipermetrina, Deltametrina, Fenvalerate, Permetrina, Resmetrina (Devine et al., 2008).

2.12. Efectos de los plaguicidas en la salud humana

El contacto del ser humano con plaguicidas, tiene lugar en un ambiente contaminado con este tipo de compuestos, bien sea por una condición laboral, doméstica o recreativa. La exposición ocurre de forma directa o indirecta. Directa cuando una persona trabaja en cualquier etapa del ciclo de vida del plaguicida, desde su fabricación hasta su eliminación (FAO y OMS, 2014). Indirecta en individuos que, a lo largo de la aplicación de plaguicidas, recorren o viven en zonas aledañas. El peligro más alto de exposición a plaguicidas lo tienen los trabajadores, particularmente quienes realizan la preparación y aplicación (Del Puerto et al., 2014).

Factores como el uso indiscriminado, bioacumulación y efectos carcinogénicos, disruptores endocrinos, inmunológicos y teratogénicos en la salud humana, llevaron a que la aplicación de los plaguicidas organoclorados actualmente se encuentre prohibida (Narváez, Palacio, y Molina, 2012). Específicamente en Colombia, estos compuestos químicos fueron restringidos desde el año 1970, y a partir de 1993, varios de sus productos se encuentran prohibidos, es el caso de Aldrín, Clordano, Clordimeform, Diclorodifeniltricloroetano DDT, Dieldrín, Dodecacloro, Endosulfán, Endrín, Heptacloro, HCH (Lindano) y Toxafeno (MinSalud/INS, 2015).

Como resultado de la exposición, es posible que los plaguicidas ingresen en el ser humano a través de diferentes vías, por la piel, inhalación e ingestión. Las dosis letales de los plaguicidas vía dérmica son más altas que las orales; por esta razón, el contacto de estas sustancias con la piel es más peligroso en las personas que los manipulan. La inhalación se presenta en una atmósfera con plaguicidas luego de que han sido espolvoreados, fumigados o pulverizados. La ingesta ocurre por accidente, desinformación, equivocación o intención suicida (Del Puerto et al., 2014).

Una vez los plaguicidas son absorbidos en el cuerpo, tienen la capacidad de generar intoxicaciones que pueden ser agudas o crónicas. Las intoxicaciones agudas aparecen con una sola dosis de los plaguicidas, en un intervalo corto de tiempo. Estas intoxicaciones generan efectos locales y sistémicos. Los efectos locales se manifiestan en

partes que tuvieron contacto primario con el plaguicida, mientras que los efectos sistémicos se evidencian tras la distribución de los compuestos en el organismo. Las intoxicaciones crónicas se producen por exposición a pequeñas dosis de plaguicidas en periodos de tiempo prolongados (Del Puerto et al., 2014).

Las intoxicaciones generan cambios biológicos y consecuencias a largo plazo, debido a que demoran años para ser evidenciadas clínicamente. Entre estas, se encuentra el cáncer, efectos teratogénicos, daños en ADN, discapacidad cognitiva, problemas reproductivos, patologías a nivel de órganos, como el riñón y alteraciones sistémicas, sobre el sistema nervioso central, periférico, endocrino, inmunológico y cardiovascular (Butinof et al., 2019).

La gravedad de los efectos negativos sobre la salud humana por el uso de plaguicidas está determinada por factores como las características biológicas del individuo; las condiciones ambientales; componentes de la exposición en términos de tiempo, frecuencia y vía de contacto; rasgos del compuesto químico, entre ellos toxicidad y dosis; la implementación de buenas prácticas de manejo de los plaguicidas, en particular la forma de aplicación y el uso de los elementos de protección personal. Así mismo, la vulnerabilidad de subgrupos poblacionales, como mujeres, niños e individuos cuya vivienda este próxima a zonas agrícolas (Silveira et al., 2018).

2.13. Efectos en la salud por exposición a plaguicidas Organoclorados

Teniendo en cuenta la persistencia y biomagnificación de los plaguicidas organoclorados, se considera que la mayor exposición de los seres humanos es a través de alimentos que contienen residuos de estos compuestos, como frutas, verduras, carne de peces, pollo, res y leche de vaca (Badii y Landeros, 2007). Después de que se presenta el contacto, los plaguicidas organoclorados ingresan al organismo principalmente por ingestión, aunque es posible la inhalación de aire con trazas de estas sustancias (Ferrer, 2003).

Una vez en el organismo, los plaguicidas organoclorados se metabolizan en el hígado a través del sistema enzimático Citocromo P450. La gran mayoría de estos compuestos son declorinados y alojados en el tejido adiposo y otros tejidos ricos en grasa, como la glándula adrenal. La parte restante, es oxidada y conjugada produciendo metabolitos hidrosolubles que se expulsan gradualmente por vía renal (MinSalud/INS, 2015). Los plaguicidas organoclorados en el ser humano producen efectos neurotóxicos a nivel del sistema nervioso central. La neurotoxicidad afecta el transporte de sodio y potasio, en las membranas de los axones de las fibras sensitivas y motoras (INS, 2010).

Como resultado, se disminuye la velocidad de la repolarización que genera la transmisión de potenciales de acción después de cada estímulo. Entre la sintomatología de poblaciones laboralmente expuestas a plaguicidas organoclorados en períodos de tiempo prolongados, se describe la irritación ocular y de mucosas respiratorias, dermatitis, variaciones digestivas como vómitos y náuseas, indicios neurológicos como pérdida de equilibrio, dolor de cabeza (cefalea), vértigo y depresión (Ferrer, 2003)

Si bien no se tiene información concluyente con respecto a efectos carcinogénicos derivados de este tipo de plaguicidas, algunos de estos productos se encuentran, de acuerdo a la clasificación de la Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer (IARC), en la categoría IIb, que corresponde a posiblemente carcinógenos para el ser humano (MinSalud/INS, 2015).

2.14. Efectos en la salud por exposición a plaguicidas Organofosforados

La exposición a plaguicidas organofosforados es elevada, considerando su uso generalizado en contextos agrícolas y domésticos (Yucra et al., 2008). Los organofosforados son absorbidos por vía respiratoria, dérmica y digestiva a causa de su alta liposolubilidad y volatilidad. En cuanto ingresan al cuerpo, son distribuidos y metabolizados en un trascurso de horas a días, mediante reacciones de activación, detoxicación o conjugación dentro del hígado. Por las reacciones de activación, el plaguicida original es transformado en una sustancia más tóxica, como se observa en el caso del paratión convertido a paraoxón. Por el contrario, en las reacciones de

detoxicación, se forman compuestos menos tóxicos, más hidrosolubles lo que mejora su excreción urinaria. Igualmente, las reacciones de conjugación, contribuyen en la excreción de los compuestos impidiendo su acumulación. Los alquifosfatos y fenoles son los principales metabolitos de la biotransformación de los organofosforados (INS, 2010).

Los plaguicidas organofosforados dañan el sistema nervioso, su efecto tóxico está relacionado con la inhibición de la actividad de las enzimas colinesterasas, tanto la colinesterasa eritrocitaria como la colinesterasa plasmática. Las enzimas colinesterasas son responsables de la brevedad del impulso nervioso, debido a que participan en la hidrólisis del neurotransmisor acetilcolina. Los organofosforados bloquean la función de las enzimas colinesterasas una vez se unen a estas por un proceso de fosforilación. Como resultado, la acetilcolina se incrementa generando una estimulación prolongada en las estructuras efectoras. Es necesaria la síntesis de nuevas colinesterasas para recuperar su actividad (Caro-Gamboa et al., 2020).

2.15. Efectos en la salud por exposición a plaguicidas Carbamatos

Los plaguicidas carbamatos entran en el organismo vía conjuntiva, dérmica, respiratoria y digestiva. Llegan fácilmente a la sangre y se difunden en todos los tejidos. Su biotransformación sucede en el hígado por reacciones de conjugación, hidrólisis y oxidación. Entre los metabolitos finales se encuentra el dióxido de carbono, el cual es eliminado en la respiración y los fenoles, en la orina (INS, 2010).

Del mismo modo que los plaguicidas organofosforados, la acción tóxica de los plaguicidas carbamatos es la inhibición de las enzimas colinesterasas. Sin embargo, la inhibición en los carbamatos es transitoria, ya que la colinesterasa carbamilada es inestable y se disocia rápidamente produciendo la reactivación de la actividad de la enzima. Por esta razón, las intoxicaciones por carbamatos tienen una menor incidencia en comparación con las provocadas por organofosforados (MPS, 2008). En relación con los síntomas, tienen en común a las intoxicaciones con organofosforados, los efectos muscarínicos y nicotínicos. No obstante, Los síntomas de intoxicación con organofosforados permanecen entre una a dos semanas, mientras que los de intoxicación por carbamatos sólo durante 24 horas (Ferrer, 2003).

2.16. Métodos utilizados en identificación de moléculas de plaguicidas

Los contaminantes orgánicos, como los plaguicidas (pesticidas), son determinados en alimentos, frutas o verduras, entre otros, por medio de una serie de etapas analíticas conocidas como proceso de medida químico. En este proceso, la muestra es sometida a un conjunto de operaciones que permiten aislar el compuesto de interés (analito) desde la matriz por medio de una extracción y otras etapas necesarias para su posterior cuantificación. (Garrido et al., 2014).

Para determinar la presencia de estos compuestos se suele recurrir a las técnicas cromatográficas las cuales permiten separar los compuestos de interés presentes en la muestra. Comúnmente, dependiendo de las características químicas del analito, se utiliza cromatografía líquida de alta resolución HPLC o cromatografía gaseosa GC. Posterior a la separación de estos compuestos, tiene lugar la etapa de cuantificación. Para ello, es necesario utilizar alguna propiedad química que posean los analitos, de tal forma que esta pueda ser interpretada en forma de concentración. En este proceso, es necesario confirmar la identidad del analito comparando sus características químicas utilizadas en la cuantificación con un estándar de referencia (Garrido et al., 2014).

Cabe destacar, que existen varios tipos de detectores que permiten cuantificar estos compuestos. Cada uno de éstos tiene distintos fundamentos empleados para la detección de compuestos orgánicos. Como ejemplos se pueden mencionar: el detector por ionización por llama (FID) y captura electrónica (ECD) para GC y detectores de ultravioleta (UV) y fluorescencia para HPLC (AGQ Labs., s/f). Sin embargo, el empleo de detectores tradicionales como UV visible, captura electrónica o fluorescencia, presentan una incertidumbre importante en los datos que generan. La incerteza de estos, se exagera a bajos niveles de concentración, aumentando el riesgo de falsos positivos y negativos. Además, estos detectores no son confirmatorios para afirmar la presencia de pesticidas u otros compuestos. Por otro lado, existen detectores de masas para ambas cromatografías constituyendo lo más avanzado, según lo establecido en el Documento N° SANCO 12571/2013.

En este contexto, para evaluar la distribución global, movilidad y el destino final de estos compuestos en el medio ambiente o en alimentos, es necesario contar con métodos analíticos sensibles, confiables y reproducibles. En este sentido, el acoplamiento de un detector de masas a un sistema de separación cromatográfica permite confirmar la presencia o ausencia de estos compuestos, siendo este sistema de detección altamente confiable y robusto (Rouviere, et al., 2012). Estos autores señalan que, los sistemas de cromatografía asociados a detectores de masas, funcionan a través de una interfase que “conecta” el sistema cromatográfico con el detector. En cuanto a GC no presenta problemas, siendo una técnica de rutina en laboratorios para compuestos volátiles y apolares. En el caso de la cromatografía líquida, el acoplamiento a masas ha tenido diversos avances en los últimos años. Para este caso, se ha observado un alto desarrollo de la tecnología posibilitado una rápida determinación de sustancias más polares o termolábiles (Rouviere, et al., 2012). En cuanto a la técnica de análisis, la detección por espectrometría de masas está basada en el distinto comportamiento de los iones al atravesar campos eléctricos y magnéticos. Así, los iones son separados en función de su relación masa/carga (m/z) y detectados posteriormente (Stashenko y Martínez, 2011).

Una vez separados los compuestos en el cromatógrafo, es necesario producir la ionización de los analitos y generar iones en fase gaseosa. Para la cromatografía líquida, la ionización no se puede realizar por impacto electrónico, ya que los compuestos se encuentran en estado líquido, y no gaseoso, por ello la forma más utilizada de producir la ionización y llevar la molécula a un estado gaseoso es la ionización por electrospray (ESI), técnica de ionización que hoy en día es la más utilizada en sistemas de cromatografía líquida acoplada a detector de masa (Stashenko y Martínez, 2011). En este sentido y gracias a que un detector de masas puede analizar moléculas cargadas y generar una señal analítica en función de su masa (espectrometría de masas), es posible obtener información fidedigna de la presencia y/o ausencia de cualquier analito que se desee medir, esto debido a que cada compuesto es único en su estructura química y en su masa, permitiendo relacionar los iones analizados en el detector a un compuesto en particular (Stashenko y Martínez, 2011). Este hecho permite que la espectrometría de masas sea una poderosa herramienta para análisis de rutina y de investigación.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se explica la metodología que se utilizó en la investigación, la cual contiene localización y descripción del área experimental, diseño y tipo de investigación, descripción de los tratamientos, métodos y análisis estadístico, materiales y equipos de la investigación, procedimientos y análisis de datos.

3.1. Área de estudio

Este estudio se realizó en el municipio de Cotuí, provincia Sánchez Ramírez, ubicada en la región Nordeste de República Dominicana, y geográficamente ubicada dentro de las coordenadas geográficas 19.05272 Latitud N y -70.14939 Longitud O, con una extensión territorial de 620 km² (Figura 6).

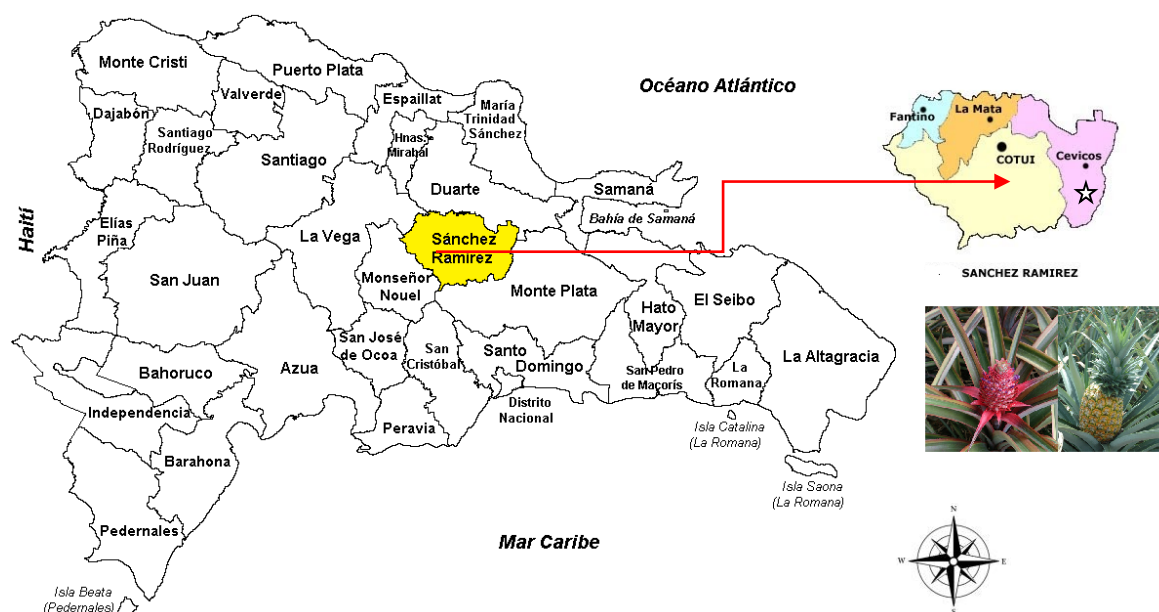


Figura 6. Área de estudio municipio de Cotuí, provincia Sánchez Ramírez, República Dominicana.

Fuente: Diversos recursos electrónicos de Google.

3.2. Enfoque, diseño y tipo de investigación

El enfoque del estudio correspondió a un enfoque mixto, debido a que se recopilaron y analizaron datos cuantitativos sobre variables de estudio y a su vez recolectaron informaciones de tipo cualitativo.

En cuanto al diseño, corresponde a un diseño no experimental y la investigación es de campo, porque en este estudio se analizaron aspectos relacionados con el manejo y uso de plaguicidas en la producción de piña proporcionado por los productores y se determinó la presencia de residuos de plaguicidas con compuestos carbamatos y organofosforados en frutas de piñas. El estudio fue de tipo descriptivo en la que la información fue recolectada sin cambiar el entorno (es decir, no hubo manipulación).

3.3. Población y muestra

La población de estudio correspondió a (21) productores de la zona de estudio con fincas en producción de frutas de piña cosechables a febrero 2023 (Anexo 1).

3.4. Trabajo de campo

El estudio tuvo dos fases de campo paralelas: fase 1) recolección de información sobre el manejo y uso de plaguicidas en la producción de piña proporcionado por los productores, el cual dio respuesta a objetivo 1, y fase 2) recolección de frutas de piña para análisis de residuos de pesticidas, este dio respuesta a objetivos 2 y 3 de este estudio.

3.4.1. Instrumento de recolección de información (Fase 1 de campo)

Se utilizó como instrumento de recolección de información un cuestionario con preguntas semi-abiertas y se aplicó a los productores donde se cosecharon las frutas de piña. Con este instrumento se obtuvo información sobre el manejo del cultivo y uso de plaguicidas en la producción de piña proporcionado por los productores en la zona de estudio. Este instrumento fue elaborado bajo las orientaciones de la asesora, por lo que, su validez y confianza se realizó a juicio de una persona experta.

3.4.2. Selección de fincas y muestreo de frutas (Fase 2 de campo)

Se seleccionaron fincas de piña que estaban en producción al momento del estudio y se tomaron al azar cuatro frutas de piña que fueron trasladadas al Laboratorio de Residuos de Pesticidas del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), para fines de determinación de residuos de pesticidas (carbamatos y organofosforados).

3.4.3. Selección de las muestras en el campo¹

En cada parcela de piña bajo estudio, en el inicio de la producción se procedió a tomar 10 muestras al azar, en un sólo momento; o sea, un único muestreo. Se tomaron 10 muestra en forma de zig zag en la parcela, las cuales fueron colocadas en bolsas de cierre hermético (tipo ziploc) e identificadas. El peso de cada muestra recolectada, fue de un mínimo de dos libras (aproximadamente). Posteriormente, las muestras fueron identificadas con un número de orden y asentadas con el código de secuencia interno del Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas (LARP-IDIAF).

3.4.4. Manipulación, traslado de muestra y análisis de residuos

La manipulación y traslado de las muestras se realizó tomando en cuenta las recomendaciones proporcionadas por el Laboratorio, para la selección, empaque, etiquetado, conservación y traslado de las muestras de vegetales y frutas. La metodología utilizada para el análisis de los residuos de plaguicidas fue indicada por el laboratorio.

3.5. Metodología para la extracción en el laboratorio²

3.5.1. Procedimiento de análisis de muestras

Como se señaló anteriormente, de cada muestra recolectada se requirió de un mínimo de dos libras. De este total de cada piña se extrajeron trozos pequeños. El siguiente paso fue la extracción, este proceso consistió en colocar los trocitos de la muestra en tubos de ensayo, hasta aproximadamente la mitad o un tercio del tubo ($1/2 \sim 1/3$). Posteriormente, se añadió 1 ml de alcohol en el tubo correspondiente al análisis carbamato (identificado con 1). También, se añadieron 2 ml de alcohol y 100 ml de agua de bromo en el tubo que es para el análisis organofosforado (identificado con 1+). Cada muestra del tubo se agitó durante 20 segundos con un agitador. Después reposar durante tres minutos. Luego se removió la solución durante 20 segundos, se colocó en un nuevo tubo identificado, se dejó reposar durante 20 minutos para que el agua de bromo se volatilice. Para completar el proceso, las muestras de los tubos, pasaron a cubiletes, los

¹ Metodología proporcionada por el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas: Procedimiento General de Análisis de Residuos de Plaguicidas del Laboratorio del IDIAF, Centro Norte, LA Vega.

² Metodología proporcionada por el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas: Procedimiento General de Análisis de Residuos de Plaguicidas del Laboratorio del IDIAF, Centro Norte, LA Vega.

cuales fueron insertados en un Espectrofotómetro marca Shimadzu UV-1280 de un cabezal, completándose la lectura de inhibición en un minuto.

3.6. Análisis de la información y procesamiento de los datos

Las informaciones obtenidas en los cuestionarios se tabularon en Microsoft Excel, que fue utilizado para analizar la información y triangularla con las informaciones recolectadas en las entrevistas. Los datos obtenidos en los análisis de residuos se organizaron y tabularon en el programa Microsoft Excel®. Los datos se analizaron en el programa estadístico Infostat® utilizando estadística descriptiva.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación que contiene la interpretación de los datos obtenidos durante el proceso de recolección, mostrados de manera organizada en cuadros de frecuencia simple para una mejor interpretación.

4.1. Presentación de resultados Objetivo 1: Evaluación del manejo y uso de plaguicidas en la producción de piña proporcionado por los productores mediante estudio de línea base.

El Cuadro 6 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje correspondiente a si el productor encuestado ha recibido o recibe asistencia técnica y/o capacitación para la aplicación de plaguicidas en el cultivo de la piña. Según lo informado, se presenta que el 85.71 % de los productores de piña afirmó que si recibe asistencia técnica y/o capacitación para la aplicación de plaguicidas en el cultivo de la piña y el 14.29 % respondió que no.

Cuadro 6. Distribución de frecuencia y porcentaje si ha recibido o recibe asistencia técnica y/o capacitación para la aplicación de plaguicidas en el cultivo de la piña.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	18	85.71
No	03	14.29
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El

Cuadro 7 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje correspondiente a si el productor encuestado ha recibido capacitación en temas relacionados con el uso de plaguicidas en el cultivo de la piña. Como se puede apreciar, el 85.71 % de los productores de piña expresó que si ha recibido capacitación en temas relacionados con el uso de plaguicidas y el 14.29 % que no.

Cuadro 7. Distribución de frecuencia y porcentaje si ha recibido capacitación en temas relacionados con el uso de plaguicidas.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	18	85.71
No	03	14.29
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 8 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según el tipo de capacitación en temas relacionados con el uso de plaguicidas en el cultivo de la piña. Según esta investigación, el 57.14 % de los productores de piña expresa que ha recibido capacitación sobre medidas de protección, el 14.29 % capacitación sobre el manejo de plaguicidas, el 19.05 % sobre peligrosidad y efectos en la salud y el 09.52 % sobre aspectos técnicos.

Cuadro 8. Distribución de frecuencia y porcentaje según el tipo de capacitación ha recibido.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Capacitación sobre el manejo de plaguicidas	03	14.29
Sobre peligrosidad y efectos en la salud	04	19.05
Sobre medidas de protección	12	57.14
Sobre aspectos técnicos	02	09.52
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 9 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje la institución o entidad que ha dado las capacitaciones en tópicos relacionados con plaguicidas. El 57.14 % de los productores de piña afirmó que quien ha impartido las capacitaciones son las casas comerciales y el 42.86 % asociación o clúster de piña.

Cuadro 9. Distribución de frecuencia y porcentaje según cuál institución ha impartido las capacitaciones en tópicos relacionados con plaguicidas.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Ministerio de Agricultura	0	0
IAD	0	0
Casas comerciales	12	57.14
Asociación o clúster de piña	09	42.86
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 10 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según los principales problemas fitosanitarios que afectan en la siembra del cultivo de piña. El 100 % de los productores expresó que el principal problema fitosanitario que afectan en la siembra del cultivo de piña es el hongo *Fusarium*.

Cuadro 10. Distribución de frecuencia y porcentaje según los principales problemas fitosanitarios que afectan en la siembra del cultivo de piña.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
<i>Hongo fusarium</i>	21	100
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 11 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según los beneficios que se esperan obtener por la aplicación de plaguicidas en el cultivo de piña. Tal y como se percibe, el 42.86 % de los productores de piña expresó que los beneficios que se espera por la aplicación de plaguicidas es la disminución de las plagas y enfermedades, el 38.09 % disminución de la mano de obra en labores, el 14.29 % aumento de la productividad y el 4.76 % aumento de ingresos.

Cuadro 11. Distribución de frecuencia y porcentaje según los beneficios que se espera por la aplicación de plaguicidas.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Incremento en la producción de los cultivos	0	0
Aumento de ingresos	01	4.76
Aumento de la productividad	03	14.29
Disminución de la mano de obra en labores	08	38.09
Disminución de las plagas y enfermedades	09	42.86
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 12 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según el lugar donde generalmente compran plaguicidas. El 76.19 % de los productores de piña respondió que el lugar donde generalmente compran plaguicidas es el almacén de los centros poblados más grande y más cercanos y el 23.81 % almacén más cercano.

Cuadro 12. Distribución de frecuencia y porcentaje según el lugar donde generalmente compran plaguicidas.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Almacén centro poblado más grandes/ cercanos	16	76.19
Almacén más cercano	05	23.81
El vecino	0	0
Se traslada a otra ciudad o provincia		
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 13 muestra la frecuencia y porcentaje según la comprar el producto, recibe usted advertencias sobre precauciones o peligrosidad del plaguicida. Según los datos, el 61.90 % de los productores de piña dice que no compra el producto, recibe usted advertencias sobre precauciones o peligrosidad del plaguicida y el 38.10 % que sí.

Cuadro 13. Distribución de frecuencia y porcentaje según la comprar el producto, recibe usted advertencias sobre precauciones o peligrosidad del plaguicida.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	08	38.10
No	13	61.90
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 14 presenta la frecuencia y porcentaje según el almacenamiento de plaguicidas y de equipos de aplicación. Se puede apreciar que el 95.24 % de los productores de piña dice que el almacenamiento de plaguicidas y de equipos de aplicación es el depósito de almacenaje en la finca y el 4.76 % fuera de la vivienda.

Cuadro 14. Distribución de frecuencia y porcentaje según el almacenamiento de plaguicidas y de equipos de aplicación.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Cuarto a parte de la casa de vivienda con llave	0	0
Cuarto con llave dentro de la vivienda	0	0
Dentro de la vivienda	0	0
Depósito de almacenaje en la finca	20	95.24
Fuera de la vivienda	1	4.76
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 15 presenta la frecuencia y porcentaje según las precauciones al momento de mezclar plaguicidas. El 100 % de los productores de piña afirmó que las precauciones al momento de mezclar plaguicidas son camisas de manga larga, el 71.43 % mascarillas, el 90.48 % guantes, el 57.14 % gafas, el 95.24 % botas de goma, el 76.19 % usa mascara, el 47.62 % usa un plástico en la espalda y el 71.43 % usa pantalón impermeable.

Cuadro 15. Frecuencia y porcentaje de acuerdo a las precauciones que toma el productor al momento de mezclar plaguicidas.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Gafas	12	57.14
Usa mascara	16	76.19
Camisas de manga larga	21	100
Usa un plástico en la espalda	10	47.62
Mascarillas	15	71.43
Usa pantalón impermeable	15	71.43
Botas de goma	20	95.24
Guantes	19	90.48

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 16 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según los conocimientos sobre la dosis (cantidades) de plaguicidas a utilizar. El 47.62 % de los productores de piña dice que los conocimientos sobre la dosis (cantidades) de plaguicidas a utilizar es en base a su propia experiencia, el 28.57 % mira las indicaciones en el panfleto o la etiqueta y el 23.81% la asesora el vendedor.

Cuadro 16. Distribución de frecuencia y porcentaje según los conocimientos sobre la dosis (cantidades) de plaguicidas a utilizar.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
En base a su propia experiencia	10	47.62
Observa indicaciones en el panfleto/ etiqueta	06	28.57
Lo asesora el vendedor	05	23.81
Lo asesora el técnico de la zona	0	0
Lo asesora un vecino	0	0
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 17 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según el uso de plaguicidas de acuerdo al color de la etiqueta. El 95.24 % de los productores de piña afirmó que el uso de plaguicidas de acuerdo al color de la etiqueta es de la franja verde y el 80.95 % franja amarilla.

Cuadro 17. Distribución de frecuencia y porcentaje según el uso de plaguicidas de acuerdo al color de la etiqueta.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Franja verde	20	95.24
Franja azul	0	0
Franja amarilla	17	80.95
Franja roja	10	47.62

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 18 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según los nombres de algunos de los plaguicidas utilizados en el cultivo de piña de acuerdo al tipo de control. El 100 % de los productores de piña expresó que los nombres de algunos de los plaguicidas utilizados en el cultivo de piña de acuerdo al tipo de control son los herbicidas (Diuron, Bromox, Bramax), el 100 % insecticidas (mocas, clolanox, cloteriso, malation, clotanox), el 100 % fungicidas (malalícis, proquimazid, metelaxylin) y el 9.52 % acaricidas (Diacinon).

Cuadro 18. Frecuencia y porcentaje según los nombres de algunos de los plaguicidas utilizados en el cultivo de piña de acuerdo al tipo de control.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Herbicidas (Diuron, Bromox, Bramax)	21	100
Insecticidas (mocas, clolanox, cloteriso, malation, clotanox)	21	100
Fungicidas (malalícis, proquimazid, metelaxylin)	21	100
Acaricidas (Diacinon)	2	9.52

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 19 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según la frecuencia de aplicación de los plaguicidas en el cultivo de piña. El 100 % de los productores de piña dice que la frecuencia de aplicación de plaguicidas es quincenal.

Cuadro 19. Distribución de frecuencia y porcentaje según la frecuencia de aplicación de los plaguicidas.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Semanal	0	0
Quincenal	21	100
Mensual	0	0
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El

Cuadro 20 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según la etapa de desarrollo del cultivo se hace mayor uso de plaguicida. Según este estudio, el 71.43 % de los productores de piña respondió que la etapa de desarrollo del cultivo se hace mayor uso de plaguicida es el crecimiento, el 33.33 % antes de la siembra y después de la siembra, el 9.52 % en fructificación y durante el desarrollo del fruto y el 9.52 % en la cosecha.

Cuadro 20. Frecuencia y porcentaje según la etapa de desarrollo del cultivo se hace mayor uso de plaguicida.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Antes de la siembra y después de la siembra	7	33.33
Crecimiento	15	71.43
Floración		
En fructificación y durante el desarrollo del fruto	2	9.52
En la cosecha	2	9.52
Después de la cosecha		

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 21 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según la frecuencia persona que prepara los plaguicidas. Como se puede apreciar, el 61.90 % de los productores de piña afirmó que la persona que prepara los plaguicidas son los aplicadores de la zona contratados para la actividad, el 28.57 % el mismo dueño y el 9.53 % el capataz.

Cuadro 21. Distribución de frecuencia y porcentaje según la persona que prepara los plaguicidas.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Usted mismo	6	28.57
El capataz	2	9.53
Aplicadores de la zona contratados para la actividad	13	61.90
Total	21	100

Fuente: Propia, 2023.

El Cuadro 22 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según los síntomas sufridos u observados más comunes después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo. El 85.71 % de los encuestados dice que no han sufrido ningún síntoma u observados más comunes después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo, el 9.52 % dolor de cabeza y el 4.76 % ardor de ojos.

Cuadro 22. Distribución de frecuencia y porcentaje según los síntomas sufridos u observados más comunes después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Dolor de cabeza	2	9.52
Ardor de ojos	1	4.76
Ojos enrojecidos	0	0
Cansancio o sueño	0	0
Mareos	0	0
Ninguno	18	85.71
Total	21	100

Fuente: cuestionario aplicado a los productores de piña, 2023.

El Cuadro 23 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según la frecuencia de aplicación de los plaguicidas en el cultivo de piña. Se percibe que el 66.67 % de los productores de piña dice que las medidas tomadas en caso de intoxicación por uso de plaguicidas es la toma de leche, el 33.33 % acude al centro de salud pública, el 04.76% se lava con abundante agua, el 4.76 % se cambia de ropa y el 4.76 % se provoca vómitos.

Cuadro 23. Distribución de frecuencia y porcentaje según las medidas tomadas en caso de intoxicación por uso de plaguicidas.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Acude al centro de salud pública/ privada	07	33.33
Toma leche	14	66.67
Se lava con abundante agua	01	04.76
Se cambia de ropa	01	04.76
Se provoca vómitos	01	04.76

Fuente: cuestionario aplicado a los productores de piña, 2023.

El Cuadro 24 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según si realiza algún tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida. El 100 % de los encuestados dice que realiza algún tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida.

Cuadro 24. Distribución de frecuencia y porcentaje según si realiza algún tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	21	100
No	0	0
Total	21	100

Fuente: cuestionario aplicado a los productores de piña, 2023.

El Cuadro 25 presenta la distribución de frecuencia y porcentaje según el tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida. El 100 % de los productores de piña afirmó que el tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida es el triple lavado.

Cuadro 25. Distribución de frecuencia y porcentaje según el tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida.

Opciones	Productores de piñas	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Triple lavado	21	100
Incineración	0	0
Almacena/acumula/guarda	0	0
Enterrado	0	0
Total	21	100

Fuente: cuestionario aplicado a los productores de piña, 2023.

4.2. Presentación de resultados Objetivo 2: Determinar las concentraciones de moléculas de plaguicidas organofosforados y carbamatos presentes en frutas de piñas evaluadas.

En el Cuadro 26 se presentan los resultados de Análisis de Residuos de Plaguicidas (Bioensayo rápido) en frutas de piñas comerciales, provenientes de mercado y supermercados de Cotuí. Los resultados de las muestras por análisis de bioensayo rápido resultaron negativos (Inhibición (%) de muestra < 35%). No detectó exceso de residuos de plaguicidas (Carbamato u Organofosforado). De las 14 muestras evaluadas, sólo la muestra 23RPI-0012 dio positivo a la molécula organofosforado. Los resultados de dicha muestra por análisis de bioensayo rápido resultó positivo (Inhibición (%) de muestra < 35%).

Cuadro 26. Resultados de Análisis de Residuos de Plaguicidas (Bioensayo rápido) en frutas de piñas comerciales, provenientes de mercado y supermercados de Cotuí.

Código	Procedencia	Inhibición (%)		Resultado	Molécula
		Carbamato	Organo fosforado		
23LRPI-0010	Genry Molina (productor)	11.68	7.64	Negativo	Organo fosforado
23LRPI-0011	Papo Pérez productor)	5.86	9.94	Negativo	
23LRPI-0012	Ramón Santana (productor)	17.41	39.67	Positivo	
23LRPI-0013	Supermercado1	2.32	3.55	Negativo	
23LRPI-0014	Puesto de mercado1	6.57	6.79	Negativo	
23LRPI-0015	Gertrudis García (productor)	-4.08	-9.56	Negativo	
23LRPI-0016	Danilito Rodríguez (productor)	-7.13	-5.48	Negativo	
23LRPI-0017	José Manuel (Productor)	-8.97	1.07	Negativo	
23LRPI-0018	Juan Leonardo (productor)	-23.09	-8.18	Negativo	
23LRPI-0019	Nelson Castillo(productor)	7.21	5.98	Negativo	
23LRPI-0020	Pedro Luis (productor)	4.30	4.00	Negativo	
23LRPI-0021	Reynaldo Concepción (productor)	-5.54	12.15	Negativo	
23LRPI-0022	Puesto del mercado	26.65	19.75	Negativo	
23LRPI-0023	Súper mercado	12.93	17.72	Negativo	

Fuente: Resultado de análisis del laboratorio, 2023.

4.3. Analizar la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas recolectadas.

El análisis de residuos de plaguicidas en frutas de piñas recolectadas es importante para garantizar la seguridad alimentaria y proteger la salud de los consumidores. Los plaguicidas organofosforados y carbamatos son dos grupos comunes de pesticidas utilizados en la agricultura para controlar plagas y enfermedades. A pesar de que, los porcentajes de organofosforados y carbamatos, registrados en las muestras, resultaron por debajo del límite máximo permitido (35 %), dichos valores, son niveles importantes de vigilancia; por lo tanto, se recomienda notificar a los productores para que estos respeten el período de carencia de los plaguicidas utilizados. Estas muestras se analizan mediante el método *Bioensayo rápido*, detectando la cantidad total de pesticidas residuales del Carbamato y Organofosforado. Estos plaguicidas pueden dejar residuos en los cultivos tratados, y si no se manejan adecuadamente, podrían representar un riesgo para la salud humana.

4.4. Análisis de los resultados

Se determinó que la mayoría (85.71 %) de los productores de piña dice que si recibe asistencia técnica y/o capacitación para la aplicación de plaguicidas en el cultivo de la piña. Que un alto porcentaje (85.71 %) de los encuestados considera que si ha recibido capacitación en temas relacionados con el uso de plaguicidas. Según esta investigación, un porcentaje significativo (57.14 %) de los productores de piña sostiene que el tipo de capacitación ha recibido sobre medidas de protección.

Se evidenció que la mayoría (57.14 %) de los productores de piña que quien ha impartido las capacitaciones son las casas comerciales y la asociación o clúster de piña. En su totalidad (100 %) de los encuestados sostiene que los principales problemas fitosanitarios que afectan en la siembra del cultivo de piña es el Hongo fusarium. Mientras que un porcentaje significativo (42.86 %) de los productores de piña expresó que los beneficios que se espera por la aplicación de plaguicidas es la disminución de las plagas y enfermedades y la disminución de la mano de obra en labores.

Se comprobó que un alto porcentaje (76.19 %) de los productores de piña que el lugar donde generalmente compran plaguicidas es el almacén de los centros poblados más grande y más cercanos y almacén más cercano. Según los datos, la mayoría (61.90%) de los encuestados dice que no compra el producto, recibe usted advertencias sobre precauciones o peligrosidad del plaguicida.

Según los hallazgos, que un alto porcentaje (95.24 %) de los productores de piña dice que el almacenamiento de plaguicidas y de equipos de aplicación es el depósito de almacenaje en la finca. Además, en su totalidad (100 %) de los encuestados que las precauciones al momento de mezclar plaguicidas son camisas de manga larga, mascarillas, guantes, gafas, botas de goma, usa mascara, usa un plástico en la espalda y usa pantalón impermeable.

Se determinó que la mayoría (47.62 %) de los productores de piña dice que los conocimientos sobre la dosis (cantidades) de plaguicidas a utilizar es en base a su propia experiencia, mira las indicaciones en el panfleto o la etiqueta y la asesora el vendedor. Mientras que un alto porcentaje (95.24 %) de los encuestados considera que el uso de plaguicidas de acuerdo al color de la etiqueta es de la franja verde y franja amarilla.

Según los datos, en su totalidad (100 %) de los productores de piña dice que los nombres de algunos de los plaguicidas utilizados en el cultivo de piña de acuerdo al tipo de control son los herbicidas (Diuron, Bromox, Bramax), Insecticidas (Mocas, Clolanox, Cloteriso, Malation, Clotanox) Y Fungicidas (Malalicis, Proquimazid, Metelaxylin). Además, un alto porcentaje (100 %) de los encuestados sostiene que es quincenalmente la aplicación de los plaguicidas.

Según el estudio, un porcentaje relevante (71.43 %) de los productores de piña respondió que la etapa de desarrollo del cultivo se hace mayor uso de plaguicida es el crecimiento y antes de la siembra y después de la siembra. Mientras que la mayoría (61.90 %) de los encuestados afirmó que la persona que prepara los plaguicidas son los aplicadores de la zona contratados para la actividad y el mismo dueño. Además, un alto

porcentaje (85.71 %) de los productores de piña dice que no han sufrido ningún síntoma u observados más comunes después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo.

Se comprobó que la mayoría (66.67 %) de los productores de piña dice que las medidas tomadas en caso de intoxicación por uso de plaguicidas es la toma de leche y acude al centro de salud pública. En su totalidad (100 %) de los encuestados considera que si realiza algún tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida. Mientras que un alto porcentaje (100 %) de los productores de piña que el tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida es el triple lavado.

4.5. Conclusiones

Objetivo No. 1: Evaluación del manejo y uso de plaguicidas en la producción de piña proporcionado por los productores.

Se concluyó que si se recibe asistencia técnica y/o capacitación para la aplicación de plaguicidas en el cultivo de la piña. Que si se ha recibido capacitación en temas relacionados con el uso de plaguicidas. El tipo de capacitación ha recibido sobre medidas de protección. Quien ha impartido las capacitaciones son las casas comerciales y la asociación o clúster de piña. Los principales problemas fitosanitarios que afectan en la siembra del cultivo de piña es el Hongo fusarium. Los beneficios que se espera por la aplicación de plaguicidas son la disminución de las plagas y enfermedades y la disminución de la mano de obra en labores.

Que el lugar donde generalmente compran plaguicidas es el almacén de los centros poblados más grande y más cercanos y almacén más cercano. No compra el producto, recibe usted advertencias sobre precauciones o peligrosidad del plaguicida. El almacenamiento de plaguicidas y de equipos de aplicación es el depósito de almacenaje en la finca. Las precauciones al momento de mezclar plaguicidas son camisas de manga larga, mascarillas, guantes, gafas, botas de goma, usa mascara, usa un plástico en la espalda y usa pantalón impermeable.

Objetivo No. 2: Determinación de las concentraciones de moléculas de plaguicidas organofosforados y carbamatos presentes en frutas de piñas.

Se concluyó que las muestras por análisis de bioensayo rápido resultaron negativos (Inhibición (%) de muestra < 35%). No detectó exceso de residuos de plaguicidas (Carbamato u Organofosforado). Los resultados de la muestra por análisis de bioensayo rápido resultaron positivos (Inhibición (%) de muestra < 35%). Se detectó exceso de residuos de plaguicidas Organofosforados. Estas muestras se analizan mediante el método *Bioensayo rápido*, detectando la cantidad total de pesticidas residuales del Carbamato y Organofosforado.

Se evidenció que los resultados de las muestras por análisis de bioensayo rápido resultaron negativos (Inhibición (%) de muestra < 35%). No detectó exceso de residuos de plaguicidas (Carbamato u Organofosforado). A pesar de que, los porcentajes de organofosforados y carbamatos, registrados en las muestras, resultaron por debajo del límite máximo permitido (35 %), dichos valores, son niveles importantes de vigilancia; por lo tanto, se recomienda notificar a los productores para que estos respeten el período de carencia de los plaguicidas utilizados. Estas muestras se analizan mediante el método *Bioensayo rápido*, detectando la cantidad total de pesticidas residuales del Carbamato y Organofosforado.

Objetivo No. 3: Análisis de la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas y su efecto sobre la salud humana.

Se concluyó que los conocimientos sobre la dosis (cantidades) de plaguicidas a utilizar es en base a su propia experiencia, mira las indicaciones en el panfleto o la etiqueta y la asesora el vendedor. Que el uso de plaguicidas de acuerdo al color de la etiqueta es de la franja verde y franja amarilla. Los nombres de algunos de los plaguicidas utilizados en el cultivo de piña de acuerdo al tipo de control son los herbicidas (Diuron, Bromox, Bramax), insecticidas (mocas, clolanox, cloteriso, malation, clotanox) y fungicidas (malalicias, proquimazid, metelaxylin). Quincenalmente la aplicación de los plaguicidas.

Que la etapa de desarrollo del cultivo se hace mayor uso de plaguicida es el crecimiento y antes de la siembra y después de la siembra. La persona que prepara los plaguicidas son los aplicadores de la zona contratados para la actividad y el mismo dueño. Que no han sufrido ningún síntoma u observados más comunes después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo. Las medidas tomadas en caso de intoxicación por uso de plaguicidas es la toma de leche y acude al centro de salud pública. Que si realiza algún tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida. El tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida es el triple lavado.

4.6. Recomendaciones

Basado en el estudio "Análisis de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas comercializadas en Cotuí", las recomendaciones fueron las siguientes:

- Al Ministerio de Agricultura se recomienda lo siguiente:
 - Capacitación de los productores: Es importante brindar capacitación y asesoramiento técnico a los productores sobre el manejo adecuado de plaguicidas, incluyendo la selección de productos autorizados, las técnicas de aplicación seguras y la importancia de respetar los intervalos de seguridad.
 - Inspecciones y control de calidad: Las autoridades competentes deben llevar a cabo inspecciones regulares en las áreas de producción de piñas para verificar el cumplimiento de las normas y regulaciones relacionadas con el uso de plaguicidas. Además, se deben realizar análisis periódicos de las muestras de frutas recolectadas para detectar posibles residuos de plaguicidas y tomar las medidas correspondientes en caso de exceder los límites permitidos.
 - Fomentar el uso de métodos de control de plagas alternativos: Se debe promover el uso de métodos de control de plagas alternativos, como el control biológico, la rotación de cultivos y el manejo integrado de plagas. Estos métodos pueden reducir la dependencia de los plaguicidas químicos

y disminuir los riesgos asociados con los residuos de plaguicidas en las frutas.

- A los productores tener en cuenta los protocolos de seguridad (panfleto, manual de usuario, etc.) al momento de aplicar los plaguicidas en la finca.
 - Implementar buenas prácticas agrícolas: Los productores de piñas deben seguir estrictamente las buenas prácticas agrícolas recomendadas para el uso de plaguicidas. Esto incluye seguir las instrucciones de dosificación y aplicación adecuadas, respetar los intervalos de seguridad antes de la cosecha y utilizar equipos de protección personal mientras manipulan los plaguicidas.

Estas recomendaciones buscan promover la seguridad alimentaria y garantizar la reducción de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en frutas de piñas comercializadas en Cotuí. La colaboración entre productores, autoridades competentes y consumidores es fundamental para lograr un entorno agrícola sostenible y saludable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu Bakar, B.H., Ishak, A.J., Shamsuddin, R. Wan-Hassan, W.Z. (2013). Ripeness level classification for pineapple using RGB and HSI colour maps. *Journal of Theoretical Applied Information Technology*, 57(3), 587–593.
- AECOSAN (2010). Informe: Productos Fitosanitarios. Agencia española de consumo y seguridad alimentaria y nutrición Gobierno de España. Recuperado de: http://www.aesan.mpsi.gob.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/subseccion/fitosanitarios.shtml
- AGQ Labs. (s/f). Análisis de plaguicidas (fitosanitarios o pesticidas). Disponible en: <http://www.agq.com.es/alimentos/analisis-de-pesticidas-fitosanitarios-plaguicidas>
- Agrios G.N. Fitopatología. (2007). Universidad de Massachusetts. Massachusetts. 2da ed Estados Unidos; 2007. 158p.
- Aguilera, A.; Brotons, M.; Rodríguez M.; Valverde, A. (2003). Supercritical Fluid Extraction of Pesticides from a Table-Ready Food Composite of Plant Origin (Gazpacho). *J. Agric. Food Chem.* 51: 5616-5621
- Alpízar M. (2017), Agroquímicos y Fertilizantes en República Dominicana: Oportunidades para su Comercialización. Disponible en: https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/Oportunidades-comercializacion-Plaguicidas-Fertilizantes-Republica-Dominicana2020-01-02_22-25-34.pdf
- Altendorf, S. (2017). Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales. Perspectivas, retos y oportunidades a corto plazo en un mercado global pujante. Disponible en: https://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf
- Andrade, C.M., Ayaviri, V.D. (2017). Cuestiones Ambientales y Seguridad Alimentaria en el Cantón Guano, Ecuador. *Información tecnológica*, 28(5), 233-242. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642017000500022script=sci_arttexttln=pt
- Arancibia, B., Yáñez, K., Melcon, J., Quezada, D.M. (2014). Intoxicación por plaguicidas algunas diferencias entre organofosforados, carbamatos, piretroides - piretrinas y anticoagulantes. Una necesidad en nuestro medio. *Revista Instituto Médico «Sucre»*, 58-65. Recuperado de <http://revistas.usfx.bo/index.php/ims/article/download/68/60/>
- Asim, M., Abdan, K., Jawaid, M., Nasir, M., Dashtizadeh, Z., Ishak, M.R., Hoque, M.E. (2015). A review on pineapple leaves fibre and its composites. *International Journal of Polymer Science*, 2015, Article 950567. <https://doi.org/10.1155/2015/950567>
- Badii, M.H., Landeros, J. (2007). Plaguicidas que afectan a la salud humana y la sustentabilidad. *CULCyT//Toxicología de Plaguicidas*, (19), 21-34. Recuperado de <http://revistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/454/433>
- Balmer, B. (2016). Análisis de la Cadena de valor de la piña en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. Programa Exportando Calidad e Inocuidad (ECI), 2016. 71p. Disponible en: http://www.cedaf.org.do/documents/inf_pina.pdf
- Bartholomew, D.P. (2009). ‘MD-2’ pineapple transforms the world’s pineapple fresh fruit export industry’. *Pineapple News*, vol. 16, no. 8, 2009, pp. 2–5.

- Bartholomew, D., Paull, R., Rohrbach, K. (2003). The pineapple: botany, production and uses. CABI Publishing. <http://doi.org/10.1079/9780851995038.0000>
- Blach, D., Pinzón, M.I., Rojas, A.M., Londoño, A., Gutiérrez, J.A. (2011). Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados POR gc-uECD en frutos de PIÑA (*Ananas comosus* L.) variedad Golden MD2 en el departamento del Quindío. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 9(2), 4-8.
- Butinof, M., Fernández, R. A., Lerda, D., Josefina, M., Filippi, I., Díaz, P. (2019). Biomonitorio en exposición a plaguicidas y su aporte en vigilancia epidemiológica en agroaplicadores en Córdoba, Argentina. *Gaceta Sanitaria*, 33(3), 216-221. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.12.002>
- Calonge, M., Pertejo, Y.P., Ordóñez, C., Reguera, R.M., Fouce, R.B., Ordóñez, D. (2002). Determinación de residuos de siete insecticidas organofosforados en rutas mediante cromatografía de gases con detector de nitrógeno-fósforo y confirmación por espectrometría de masas. *Revista de toxicología*, 19(2), 55-60.
- Caro-Gamboa, L. J., Forero-Castro, M., & Dallos-Báez, A. E. (2020). Cholinesterase inhibition as a biomarker for the surveillance of the occupationally exposed population to organophosphate pesticides. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3).
- Castro, P.A.; Ramos, J.P. (2005). Determinación de residuos de plaguicidas organofosforados en muestras de tomate de la ciudad de Bogotá. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. Disponible en: http://www.guaica.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/661/1/mi_1106.pdf
- CEI-RD (Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana). (s/f). Perfil producto piña. Disponible en: https://prodominicana.gob.do/Documentos/BC_PERFIL%20PRODUCTO%20-%20pi%C3%B1a_V6.pdf
- Chinagro (s/f). Piña. Disponible en: <https://chinagro.com.do/pina/?v=487f1dfe8980>
- Codex Alimentarius FAO/ WHO, United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, 2020; European Commission, (2022).
- Comisión Europea, Boletín No. 20B. (2020). Análisis de la cadena de valor Piña en la República Dominicana. Disponible en: <https://europa.eu/capacity4dev/file/107294/download?token=SLW0aCd9#:~:text=L a%20CV%20pi%C3%B1a%20contribuye%20a,de%20la%20superficie%20total%20 sembrada>
- Conabio. (2009). Catálogo taxonómico de especies de México. 1. In Capital Nat. México. CONABIO, México City. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21273_sg7.pdf
- Coppens D'Eeckenbrugge, G., Leal, F. (2003). Morphology, anatomy and taxonomy. In D. P. Bartholomew, R. E. Paull K. G. Rohrbach (Eds.), The pineapple: Botany, production and uses (p. 13–22). CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851995038.0013>
- Cortes, J.; Sánchez, R.; Díaz-Plaza, E.; Villen, J.; Vázquez, A. (2006). Large Volume GC Injection for the Analysis of Organophosphorus Pesticides in Vegetables Using the Through Oven Transfer Adsorption Desorption (TOTAD) Interface. *J. Agric. Food Chem.* 54: 1997-2002.

- Coveca (2009). Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria... Gobierno del Estado de Veracruz, México (In Spanish).
- Cristancho, V.J., Buitrago, A. A., Corredor, L.R. (1991). Cultivo de piña. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- Decreto Presidencial No. 52-08 del cuatro (4) de febrero del año dos mil ocho (2008) que crea el Reglamento para la Aplicación General de Reglas Básicas de Buenas Prácticas Agrícolas y de Buenas Prácticas Ganaderas.
- De la Cruz, E., Ruepert, C., Wesseling, C., Monge, P., Chaverri, F., Castillo, L., y Bravo, V. (2004). Los plaguicidas de uso agropecuario en Costa Rica: impacto en la salud y el ambiente. *Informe de consultoría para la Contraloría General de la República*. Del Pezo Solís, K. A. (2018). *Determinación de la actividad proteolítica de la enzima bromelina obtenida de la corteza de Ananas comosus, sobre extracto acuoso de carne* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).
- Del Puerto-Rodríguez, A., Suárez, S. Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387. https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010
- Devine, G. J., Eza, D., Ogusuku, E., Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(1), 74-100. <https://doi.org/https://doi.org/10.17843/rpmesp.2008.251.1241> DOCUMENTO N° SANCO 12571/2013. Guidance document on analytical quality control and validation procedures.
- Dogheim, S.M, Gad Alla, S.A., El-Marsafy, A.M., Fahmy, S.M. (1999). Monitoring pesticide residues in Egyptian fruits and vegetables in 1995. *J. AOAC Internatl.* 82:948-955.
- Doménech, J. (2004). Plaguicidas: sus efectos en la salud humana. Elsevier, 23(7), 108-114. Recuperado de <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdfsimple&pii=13064299>
- European Food Safety Authority (EFSA), Carrasco Cabrera, L., Medina Pastor, P. (2022). The 2020 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*, 20(3), e07215.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) / OMS (Organización Mundial de la Salud). (2020). Codex Alimentarius. International food standards. General Standard For Contaminants And Toxins In Food And Feed (Codex Stan 193-1995)<
http://www.fao.org/input/download/standards/17/CXS_193e_2015.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) / OMS (Organización Mundial de la Salud). (2014). Código internacional de conducta para la gestión de plaguicidas. 1-56. Disponible en:
<https://www.fao.org/3/I3604S/i3604s.pdf>
- Ferrer, A. (2003). Intoxicación por plaguicidas. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 26(SUPPL. 1), 155-171. <https://doi.org/10.4321/s1137-66272003000200009>
- Flórez-Martínez, A., Vargas-Flórez, J. O., Perez-Waltero, H. E., & Quintana-Fuentes, L. F. (2020). Análisis de componentes principales utilizando python para identificar clúster asociados a muestras de cacao seco sano e infectado con monilia en Norte

- de Santander. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 8(2), 16-22.
- García, M. D., Serrano, H. (2005). La piña, Ananas comosus (L.) Merr. (Bromeliaceae), algo más que un fruto dulce y jugoso. *ContactoS*, 5, 55–61
- Garrido Frenich, A.; Romero-González, R.; Plazabolaños, P.; Martínez-Vidal, J.L. (2014). Veinte años de análisis de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas. *Boletín GRASEQA Seguridad Alimentaria*. Vol. N°7, pág. 3.
- Gil, M. J., Soto, A. M., Usma, J. I., y Gutiérrez, O. D. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción+ limpia*, 7(2), 52-73.
- Gobierno de la República Dominicana (1991) Decreto No. 217-91, del 4 de junio de 1991, que prohíbe la importación, elaboración, formulación, comercialización y uso de plaguicidas agroquímicos, por haberse comprobado su alta peligrosidad a la salud humana y al ambiente. Disponible en <https://faolex.fao.org/docs/pdf/dom75087.pdf>
- Gobierno de la República Dominicana (1998). Ley No. 311-68 y su Reglamento 322-88 sobre Registro, Uso y Control de los Plaguicidas en la República Dominicana. Disponible en <http://idard.org.do/wp-content/uploads/2018/11/Ley-No.-311.-Uso-y-Control-de-Plaguicidas..pdf>
- Gobierno de la República Dominicana (2005) Decreto No. 515-05, del 20 de septiembre 2005, que crea el Comité Nacional para la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Disponible en: <https://otca.gob.do/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-515-05-Comit%C3%A9-Nacional-Aplicaci%C3%B3n-MSF.pdf>
- Gobierno de la República Dominicana (2008), Decreto Presidencial No. 52-08 del cuatro (4) de febrero del año dos mil ocho (2008) que crea el Reglamento para la Aplicación General de Reglas Básicas de Buenas Prácticas Agrícolas y de Buenas Prácticas Ganaderas. Disponible en: <https://otca.gob.do/wp-content/uploads/2022/04/14.-Decreto-No.-52-08-sobre-Buenas-Pr%C3%A1cticas-Agr%C3%ADcolas.pdf>
- Gobierno de la República Dominicana (2010), Decreto Presidencial No. 244-10 del veintisiete (27) de abril del año dos mil diez (2010) que crea el Reglamento Técnico de Límites Máximos de Plaguicidas en Frutas, Vegetales y Afines. Departamento de Inocuidad Agroalimentaria, 2015. Programa de monitoreo MOVIREHA, Ministerio de Agricultura, Rep. Dom. Disponible en: [http://www.cedaf.org.do/globalgap/guia_globalgap_rd/leyes_reglamentos/Reglamento%20Tecnico%20LMR-244-10%20\(26-may-10\).pdf](http://www.cedaf.org.do/globalgap/guia_globalgap_rd/leyes_reglamentos/Reglamento%20Tecnico%20LMR-244-10%20(26-may-10).pdf)
- Gómez García, D. (03 de marzo, 2022). La piña dominicana se coloca en grandes mercados, pero enfrenta grandes retos. Blog: Bloomberg Línea. Disponible en: <https://www.bloomberglinea.com/2022/03/03/la-pina-dominicana-se-coloca-en-grandes-mercados-pero-enfrenta-grandes-retos/>
- Gutiérrez, J.A., Pinzón, M.I., Londoño, A., Blach, D., Rojas, A.M. (2010). Residuos de plaguicidas organoclorados, organofosforados y análisis fisicoquímico en piña (Ananas comosus L.). *Agro Sur*, 38(3), 199-211.
- Hernández, G. M., Álvarez, N. A., Ríos, L. A. (2017). Biorremediación de organofosforados por hongos y bacterias en suelos agrícolas: revisión sistemática. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 139-159. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v18n1/v18n1a09.pdf>

- Hidalgo F. (2012). Registro fitosanitario de plaguicidas. San José, Costa Rica. Editorial: CropLife Latino-América. Recuperado de: http://www.croplifela.org/pdfs/Registro_Fitosanitario_Plaguicidas_2013.pdf
- Hossain, M. F., Akhtar, S., Anwar, M. (2015). Nutritional value and medicinal benefits of pineapple. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(1), 84–88. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20150401.22>
- Hossain, M. F. (2016). World pineapple production: An overview. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 16(4), 11443–11456. <https://doi.org/10.18697/ajfand.76.15620>.
- Hunter, R.E. JR.; Riederer, A.M.; Ryan, P.R. (2010). Method for the Determination of Organophosphorus and Pyrethroid Pesticides in Food via Gas Chromatography with ElectronCapture Detection. *J. Agric. Food Chem.* 58: 1396–1402
- INS (Instituto Nacional de Salud de Colombia). (2010). Vigilancia y control en salud pública. Protocolo de vigilancia y control de intoxicaciones por plaguicidas. Recuperado de https://www.minsalud.gov.co/comunicadosPrensa/Documents/INTOXICACION_POR_PLAGUICIDAS.pdf
- Jaramillo-Colorado, B.E., Palacio-Herrera, F., Pérez-Sierra, I. (2016). Residuos de pesticidas organofosforados en frutas obtenidas de plazas de mercado y supermercados en Cartagena, Colombia. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4), 39-46.
- Jiménez-Quintero, C. A., Pantoja-Estrada, A., Leonel, H. F. (2016). Riesgos en la salud de agricultores por uso y manejo de plaguicidas, microcuenca" La Pila". *Universidad y Salud*, 18(3), 417-431. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v18n3/v18n3a03.pdf>
- Karam, M. A., Ramírez, G., Bustamante, L. P., Galván, J. M. (2004). Plaguicidas y salud de la población. *CIENCIA ergo sum*, 11(003), 246-254. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5167276.pdf>
- Lagunes T.A, Villanueva J.A. (1994). Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, México. 264 pp.
- Lagunes Tejeda, A., Villanueva Jiménez, J. A. (1994). *Toxicología y manejo de insecticidas* (No. 632.951 L3T6).
- Ley No. 311-68 y su reglamento No.322-88, sobre registro, uso y control de los plaguicidas en la Rep. Dom.
- López N.L., López B.I., Carrero P.R.A., Cerda R.A.M., Cruz B.C.M. (2008). Conocimientos, actitudes y práctica del uso y manejo de plaguicidas por pequeños productores de los municipios de Chinandega, en el período Septiembre-Octubre del 2006. *Universitas* 1, 51-57
- Martínez, R., Torres, P., Meneses, M.A., Figueroa, J.G., Pérez-Álvarez, J.A., Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135 (3), 1520–1526. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.057>
- Mejía, L.R., Herrera Ramírez, D.A. (2012). Utilización de plantas de amaranto como alternativa de fitorremediación en suelos contaminados con plaguicidas organoclorados en la comunidad La Tejana, municipio El Viejo, Departamento de Chinandega en el período 2007-2009 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional

- Autónoma de Nicaragua). Disponible en:
<https://core.ac.uk/download/pdf/94852674.pdf>
- Ministerio de Agricultura, República Dominicana (MA). (2008) Decreto No. 52-08 que crea el reglamento para la aplicación general de reglas básicas de BPA. Ministerio de Agricultura, Rep. Dom.
- Ministerio de Agricultura, República Dominicana (2015). Resolución No. 04-2015. Ministerio de Agricultura, República Dominicana.
- Ministerio de Agricultura, República Dominicana. (2005-2007). Las Resoluciones Nos. 47/05, 49/05 y 12/07 emitida por el Ministerio de Agricultura, donde se establece el Programa de Vegetales Orientales, Frutas Frescas y Productos Afines de Exportación (PROVOFEX) y sus funciones.
- Ministerio de Agricultura, República Dominicana. (2005). Resolución No. 20/2005 emitida por el Ministerio de Agricultura, que establece la necesidad tanto de un Plan como de un Programa Nacional de Monitoreo y Control de Residuos e Higiene de Alimentos.
- Ministerio de Agricultura, República Dominicana. (2009). La Resolución No. 32- 2009 emitida por el Ministerio de Agricultura, que crea una Comisión para dar seguimiento a las acciones consignadas en el Plan propuesto por la Misión DG-SANCO 2008, como resultado de la auditoría realizada por dicha Misión durante el periodo del 3 al 12 de junio del 2008.
- Ministerio de Agricultura, República Dominicana. (2009), Resolución 50/2009 emitida por el Ministerio de Agricultura, que establece la regulación del mercado, uso y aplicación de un grupo de plaguicidas de uso común en vegetales orientales, frutas frescas y hortícolas. 70
- Ministerio de Agricultura, República Dominicana. Reglamento Técnico 244-10 de Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas en Frutas, Vegetales y Afines. República Dominicana.
- Ministerio de Agricultura, República Dominicana. (2011) Resolución No. 61-2011 y su modificación con la resolución No. 6-2014, Sobre el uso permitido, prohibido y restringido de plaguicidas.
- Ministerio de Agricultura, Rep. Dom. Ministerio de la Protección Social (MPS). (2008). Guías para el manejo de urgencias toxicológicas. 1-348. Recuperado de https://www.minsalud.gov.co/Documentos_y_Publicaciones/Guía_de_Manejo_de_Urgencias_Toxicológicas.pdf
- MICM (Ministerio de Industria, Comercio y Mypimes). (2019). Perfil Comercial República Dominicana – Estado de Israel. Noviembre 2019. Santo Domingo, D.N. República Dominicana. Disponible en:
<https://www.micm.gob.do/images/pdf/direcciones/comercio-exterior/departamento-inteligencia-comercial/perfiles-pais/Israel.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). Guía Técnica de Buenas Prácticas Ambientales y Sociales de Uso y Manejo de Plaguicidas en el Marco de REDD+ en República Dominicana Disponible en: <https://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2022/08/GTBP-Uso-y-Manejo-de-Plaguicidas.pdf>
- Ministerio de la Protección Social. (2003). Protocolo de vigilancia en salud pública de las intoxicaciones agudas y crónicas por plaguicidas. Instituto Nacional de Salud. Organización Panamericana de la Salud. Bogotá. pp. 1-26

- Ministerio de Salud y Protección Social (MinSalud) / Instituto Nacional de Salud de Colombia (INS). (2015). Evaluación de riesgos en inocuidad de alimentos. Recuperado de <http://www.ins.gov.co/Paginas/inicio.aspx>.
- Montiel Segura, M.A. (2015). Uso de agroquímicos en la producción intensiva de piña en Costa Rica. *Pensamiento Actual*, 15(25), 183-195.
- Jaramillo-Colorado, B. E., Palacio-Herrera, F., Pérez-Sierra, I. (2016). Residuos de pesticidas organofosforados en frutas obtenidas de plazas de mercado y supermercados en Cartagena, Colombia. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4), 39-46.
- Morante Solís, E.A. (2022). *Uso de plaguicidas químicos en el cultivo de cacao (Theobroma cacao) y su influencia con el medio ambiente en el Ecuador* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022).
- Mosquera Ramírez, S.Y. (2016). Identificación y caracterización de plagas y enfermedades asociadas con el cultivo tradicional de piña Ananas comosus (L. Merr) en comunidades del municipio de Lloró, departamento del Chocó, Colombia. *Revista Bioetnia*, 13(1), 78-86. Disponible en: <https://bioetnia.iiap.org.co/index.php/bioetnia/article/view/163>
- Murcia, A.; Stashenko, E. (2008). Determinación de plaguicidas organofosforados en vegetales producidos en Colombia. *Agro Sur* 36: 71-81.
- Narváez, J. F., Palacio, J. A., Molina, F. J. (2012). Persistencia de plaguicidas en el ambiente y su ecotoxicidad: una revisión de los procesos de degradación natural. *Revista Gestión y Ambiente*, 15(3), 27-38. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/36278/42809>
- Neri, J. C., Meléndez Mori, J. B., Vilca Valqui, N. C., Huaman Huaman, E., Collazos Silva, R., Oliva, M. (2021). Effect of planting density on the agronomic performance and fruit quality of three pineapple cultivars (Ananas comosus L. Merr.). *International Journal of Agronomy*, 2021, Article 5559564. <https://doi.org/10.1155/2021/5559564>
- Omole, A. J., Ajasin, F. O., Adejuyigbe, A. D., Soetan, A. (2011). Effects of feeding snails with pineapple waste on feed consumption, growth and cost benefits. *Archivos de Zootecnia*, 60(229), 53–56. <https://doi.org/10.4321/S0004-05922011000100006>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (1993). Organización Panamericana de la Salud (OPS). Plaguicidas y salud en las Américas. Washington: OMS/OPS, División Salud y Ambiente, 1993.
- Padilla, A.G., Florián, J.F., Guerrero, J.F. (2013). Uso de fertilizantes y plaguicidas en el distrito de Poroto, Trujillo-La Libertad, 2013. *SCIÉND0*, 16(1).
- Padilla, A.G. (2014). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Pesticides: classification, uses, toxicological aspects and exposure assesment. *Arch Prev Riesgos Labor*, 4(2), 67–75.
- Pérez Sánchez, A. F., Rosique Gracia, J., Turbay Ceballos, S. M., Machado Vargas, M. M. (2016). Estudio de la seguridad alimentaria y nutricional de unidades campesinas productoras de café en rediseño agroecológico (Cuenca del río Porce, Antioquia).
- Pérez, M. A., Segura, A., García, R., Colinas, T., Pérez, M., Vázquez, A., Navarro, H. (2009). Residuos de plaguicidas organofosforados en cabezuela de brócoli (Brassica oleracea) determinados por cromatografía de gases. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 25(2), 103-110.

- Pérez, M.A., Navarro, H., Miranda, E. (2013). Residuos de plaguicidas en hortalizas: problemática y riesgo en México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29, 45-64. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/41423>
- Pérez-López, M., Flores-Cruz, M., Martínez-Vázquez, M., Soto-Hernández, M., García-Contreras, R., Padilla-Chacón, D., Castillo-Juárez, I. (2020). Anti-virulence activities of some *Tillandsia* species (Bromeliaceae). *Botanical Sciences*, 98(1), 117–127. <https://doi.org/10.17129/botsci.2380>
- PromPerú (sf). Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (PROMPERÚ)
- Quijandría, G., Berrocal, J., Pratt, L. (1997). La Industria de la Piña en Costa Rica Análisis de Sostenibilidad. *Centro Latinoamericano para la Sostenibilidad y el Desarrollo Sostenible*, 7.
- Rahman, M. M., Lee, H. S., Abd El-Aty, A. M., Kabir, M. H., Chung, H. S., Park, J.-H., Shim, J.-H. (2018). Determination of endrin and δ -keto endrin in five food products of animal origin using GC- μ ECD: A modified QuEChERS approach to traditional detection. *Food Chemistry*, 263, 59–66. Doi: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.04.099>
- Ramírez JA, Lacasaña M. (2001). Plaguicidas: Clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor* (Internet) 2001 (citado 18 oct 2013); 4(2):67-75. Disponible en: http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-01_11-59-0899004.pdf
- Resolución No. 61-2011. Ley No. 311, que regula la fabricación, elaboración, envases almacenamiento, importación, expendio y comercio en cualquier forma de insecticidas, zoocidas, fitocidas, pesticidas, herbicidas y productos similares. Ministerio de Agricultura, Santo Domingo de Guzmán, Distrito Nacional, República Dominicana, a los ocho (8) días del mes de diciembre del año dos mil once (2011).
- Retana, J. (2015). Manual agronómico cultivo de piña. República Dominicana. Disponible en: <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-Agron%C3%B3mico-Cultivo-de-la-Pi%C3%B1a.pdf>
- Richardson, J. R., Fitsanakis, V., Westerink, R. H. S., Kanthasamy, A. G. (2019). *Acta Neuropathologica*, Neurotoxicity of pesticides. <https://doi.org/10.1007/s00401-019-02033-9>
- Ridgway, K.; Lalljie, S.P.D.; Smith, R.M. (2009). Sample preparation techniques for the determination of trace residues and contaminants in foods *J. Chromatogr. A*; 1153: 36-53
- Ríos, J.C., Solari, S. (2010). Biomonitorización de plaguicidas: ¿una necesidad del país? *Revista médica de Chile*, 138, 515-518. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v138n4/art19.pdf>
- Rodríguez Alfonso, D., Isidró Pérez, M., Menéndez Álvarez, E. (2020). Los recursos fitogenéticos de piña (*Ananas comosus* var. *comosus* (L.) Merr.) en Cuba. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 6(2), 27–40. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2019v6n2.003>

- Rodríguez, D., Díaz, A., Ruiz, L., Ramis, C., Páez, M. (2007). Caracterización genética de la colección de Ananás del Centro Nacional de Conservación de los Recursos Genéticos, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 24(1), 20–26.
<https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26679C>
 ONABIO (s/f). Piña *Ananas comosus*: información taxonómica. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM) Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad.
- Rohrbach, K. G., Leal, F., D'Eeckenbrugge, G. C. (2003). History, distribution and world production. In D. P. Bartholomew, R. E. Paull, K. G. Rohrbach (Eds.), *The pineapple: botany, production and uses* (pp. 1–12). CAB International Publishing.
<https://doi.org/10.1079/9780851995038.0001>
- Rouviere, F., Bulete, A., Cren-Olive, C., Y Arnaudguilhem, C. (2012). «Multiresidue analysis of aromatic organochlorines in soil by gas chromatographymass spectrometry and QuEChERS extraction based on water/dichloromethane partitioning. Comparison with accelerated solvent extraction». En: *Talanta*, 93, pp. 336-344
- SANCO, E. C. (2013). Guidance document on analytical quality control and validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed. *SANCO/12571*.
- Sandoval, I.A., Torres E.E., (2011). Guía Técnica del Cultivo de la Piña. Programa MAG-CENTA-FRUTALES. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal: Enrique Álvarez Córdova (El Salvador), pp4, 6, 12-14.
- Secretaria de Estado de Agricultura (SEA). Reglamentaciones Compendio Legal Sanitario de la Republica Dominicana, Tomo II. Santo Domingo, República Dominicana, Febrero del 2010. Gobierno de la República Dominicana (2008),
- Serrano Muñoz, D. I., Márquez Lucio, M. A., Armas Garfias, C., Alejo Iturvide, F. (2018). Obtención de los productos de la fermentación abe a partir de clostridium acetobutylicum usando desecho agrícola de piña (*Ananas sativus*) como sustrato. *Jóvenes en la Ciencia*, 4, 328–333. Recuperado a partir de
<https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2300>
- Silveira, M. I., Aldana, M. L., Piri, J., Valenzuela, A. I., Jasa, G., Rodríguez, G. (2018). Plaguicidas agrícolas: un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de Sonora, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34(1), 7-21.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.01>
- Stashenko, E. E.; Martínez, J. R. (2011). Preparación de la muestra: un paso crucial para el análisis por GC-MS. *Scientia Chromatographica* 2011; 3(1):25-49
- Tavárez Méndez, M.A. (2016). Análisis de los resultados del programa de monitoreo y vigilancia de residuos de plaguicidas en frutas y vegetales producidos en la República Dominicana. Proyecto Final de graduación presentado como requisito parcial para optar por el título de Master en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos. Universidad para la Cooperación Internacional. Disponible en:
<https://www.ucipfg.com/biblioteca/files/original/c95d59c3408d336aec0e37c7ca2ba059.pdf>

- USDA (United States Department of Agriculture) (2020). Foreign Agricultural Service. Livestock and poultry: World Market and Trade.
- Vallejo Degaudenzi, A.G, Marranzini, C, Pérez, F., Tavaréz J.. (2020). Monitoreo de residuos de plaguicidas en ajíes dulces en mercados selectos de San José de Ocoa y Santo Domingo, República Dominicana. *Ciencia, Ambiente y Clima*, Vol. 3, No. 2, julio-diciembre, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22206/cac.2020.v3i2.pp37-48>. Disponible en <https://cris.unibe.edu.do/bitstream/123456789/372/1/Ciencia%2c%20Ambiente%20y%20Clima%2c%203%282%2937-48.pdf>
- Waliszewski, S. M., Mercado, M. H., Martínez, P. C. C. (2008). Tejido adiposo: indicador de la contaminación por plaguicidas organoclorados. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 9(2).
- WHO (World Health Organization). (2010). Código internacional de conducta sobre la distribución y utilización de plaguicidas: directrices para el registro de plaguicidas (No. WHO/HTM/NTD/WHOPE/2010.7). Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <https://www.fao.org/3/I3604S/i3604s.pdf>
- Yong, A. (2010). La biodiversidad florística en los sistemas agrícolas. *Cultivos tropicales*, 31(4), 00-00.
- Yucra, S., Gasco, M., Rubio, J., Gonzales, G. F. (2008). Exposición ocupacional a plomo y pesticidas organofosforados: efecto sobre la salud reproductiva masculina. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 25(4), 394-402. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2008.254.1304>
- Zúñiga-Orozco, A., Carrodegua-González, A. (2020). Factores importantes como base para el mejoramiento genético en el cultivo de la piña (*Ananas comosus* var. *comosus*). *Repertorio Científico*, 23(2), 37–50.

ANEXOS

Anexo 1. Relación de fincas en producción de piña en el municipio de Cotuí en febrero 2023.

Nombre del productor	Ubicación de la finca	Coordenadas	
		Longitud	Latitud
1. Ramón Santana	Zambrana	19.010670	-70.124111
2. Víctor De La Cruz	Zambrana, Jiminillo	19.007616	-70.131627
3. Genrry Molina	Zambrana, La Cabirma-La Piedra	18.987589	-70.124305
4. Eugenio	Sábana del Medio	19.036735	-70.139161
5. Papo Pérez	Zambrana, Sabana del medio	19.036265	-70.144587
6. Ramón Santana	Zambrana, Jiminillo	19.004024	-70.116045
7. Leo Vásquez Marte	Guardianón	18.988891	-70.081663
8. Danilo Rodríguez	Callejón de Duey	19.013603	-70.052214
9. Genrry Rodríguez	La Colonia	19.036892	-70.138079
10. Mon Concepción	Zambrana	19.002238	-70.081295
11. Braulio Batista	Zambrana	18.986835	-70.055666
12. Nelson Castillo	Zambrana, Callejón de Duey-Sabana Verde	19.008134	-70.051012
13. Daniel Rodríguez	Zambrana	18.993434	-70.088079
14. Luis Manuel Aracena	Zambrana	18.998800	-70.139108
15. Rafael Rodríguez	Zambrana, La Cabirma-La Piedra	19.001978	-70.070711
16. Oscar Mena	Zambrana, La Cabirma-La Piedra	18.988020	-70.126705
17. Juan Sánchez	Zambrana, La Cabirma-La Piedra	19.000024	-70.118439
18. Kelvin Castro	Zambrana, La Cabirma-La Piedra	19.005698	-70.115264
19. Rafael Camacho	Zambrana, La Cabirma-La Piedra	19.000810	-70.119977
20. Narciso Pérez	Zambrana, La Cabirma-La Piedra	19.001722	-70.124827
21. Carlos Collado	Zambrana	18.988968	-70.081507

Anexo 2. Cuestionario aplicado a los productores de piña con fincas en producción

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL (UTECO)
Universidad Patrimonio de la Comunidad



Facultad de Ingeniería y Recursos Naturales

Escuela de Agronomía

Encuesta del Uso de Plaguicidas en el Cultivo de Piña³

Estimado: productor/a, el cuestionario que se le hará a continuación es con el propósito de realizar la tesis de grado, titulada “Análisis de Residuos de Plaguicida Organofosforado y Carbamatos en Frutas de Piñas Comercializadas en Cotuí”, para optar por el título de Ingeniero Agrónomo Mención Producción Agrícola. Las informaciones suministradas serán manejadas de forma confidencial.

Nombre del productor: _____

Ubicación de la finca: _____

Coordenadas: _____

1. ¿Ha recibido o recibe asistencia técnica y/o capacitación para la aplicación de plaguicidas en el cultivo de la piña? a) Si _____ b) No _____
2. ¿Ha recibido capacitación en temas relacionados con el uso de plaguicidas?
a) Si _____ b) No _____
3. ¿Qué tipo de capacitación ha recibido?
a) Capacitación sobre el manejo de plaguicidas
b) Sobre peligrosidad y efectos en la salud
c) Sobre medidas de protección
d) Sobre aspectos técnicos
e) Otro, especifique _____
4. ¿Quién ha impartido las capacitaciones? Seleccione la que considere:
a) Ministerio de Agricultura
b) IAD
c) Casas comerciales
d) Asociación o clúster de piña
e) Otro, especifique _____

³ Preguntas elaboradas tomando como referencia el documento de “Encuesta sobre Uso de Agroquímicos y su Destino Final en la Agricultura” del INEC. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/Plaguicidas.pdf>

5. Principales problemas fitosanitarios que afectan en la siembra del cultivo de piña Seleccione la que considere.
- a) Insectos (mencione los más importante) _____
 - b) Enfermedades (mencione los más importante) _____
 - c) Malezas (mencione los más importante) _____
 - d) Otros (mencione los más importante) _____
6. ¿Cuáles beneficios que se espera por la aplicación de plaguicidas:
- a) Disminución de las plagas y enfermedades
 - b) Disminución de la mano de obra en labores
 - c) Incremento en la producción de los cultivos
 - d) Aumento de ingresos
 - e) Aumento de la productividad
 - f) Otro, especifique _____
7. Lugar donde generalmente compran plaguicidas:
- a) Almacén más cercano
 - b) Almacén de los centros poblados más grandes y más cercanos
 - c) Se traslada a otra ciudad o provincia
 - d) El vecino
 - e) Otro, especifique _____
8. Al comprar el producto, recibe usted advertencias sobre precauciones o peligrosidad del plaguicida: a) Si _____ b) No _____
9. Almacenamiento de plaguicidas y de equipos de aplicación:
- a) Fuera de la vivienda
 - b) Cuarto a parte de la casa de vivienda con llave
 - c) Cuarto a parte de la casa de vivienda
 - d) Dentro de la vivienda
 - e) Cuarto con llave dentro de la vivienda
 - f) Depósito de almacenaje en la finca
 - g) Otro, especifique _____
10. Precauciones al momento de mezclar plaguicidas, elija más de una opción si aplica:
- a) Camisas de manga larga
 - b) Mascarillas
 - c) Guantes
 - d) Gafas
 - e) Botas de goma
 - f) Usa mascara
 - g) Usa un plástico en la espalda
 - h) Usa pantalón impermeable
 - i) Usa poncho impermeable
 - j) Ninguno
 - k) Otro, especifique _____

11. Conocimiento sobre la dosis (cantidades) de plaguicidas a utilizar:

- a) En base a su propia experiencia
- b) Mira las indicaciones en el panfleto o la etiqueta
- c) Lo asesora el vendedor
- d) Lo asesora el técnico de la zona
- e) Lo asesora un vecino
- f) Otro, especifique_____

12. Uso de plaguicidas de acuerdo al color de la etiqueta (Marque con una x):

Franja verde_____ Franja azul_____ Franja amarilla_____ Franja roja_____

13. Mencione nombres de algunos de los plaguicidas utilizados en el cultivo de piña de acuerdo al tipo de control:

Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Acaricidas	Otros

14. Frecuencia de aplicación de los plaguicidas (Marque con una x):

Semanal_____ Quincenal _____ Mensual_____ Otro (especifique): _____

15. Etapa de desarrollo del cultivo se hace mayor uso de plaguicida, considere, elija una o más opciones:

- a) Antes de la siembra y después de la siembra
- b) Crecimiento
- c) Floración
- d) En fructificación y durante el desarrollo del fruto
- e) En la cosecha
- f) Después de la cosecha
- g) Otro, especifique_____

16. Persona que prepara los plaguicidas:

- a) Usted mismo
- b) El capataz
- c) Aplicadores de la zona contratados para la actividad
- d) Otro, especifique_____

17. Persona que aplica los plaguicidas:

- a) Usted mismo
- b) El capataz
- c) Aplicadores de la zona contratados para la actividad
- d) Otro, especifique_____

18. Síntomas sufridos u observados más comunes después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo:

- a) Dolor de cabeza
- b) Ardor de ojos
- c) Ojos enrojecidos
- d) Cansancio o sueño
- e) Mareos
- f) Otro, especifique_____

19. Medidas tomadas en caso de intoxicación por uso de plaguicidas:

- a) Acude al centro de salud pública
- b) Acude a una clínica de salud privada
- c) Toma leche
- d) Se lava con abundante agua
- e) Se cambia de ropa
- f) Se provoca vómitos
- g) Otro, especifique_____

20. Realiza algún tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida: a) Si _____ b) No _____. Si su respuesta es sí, indique el tipo de tratamiento de limpieza al envase luego del usar todo el plaguicida:

- a) Triple lavado
- b) Incineración
- c) Almacena/acumula/guarda
- d) Enterrado
- e) Otro, especifique_____

Anexo 3. Resultados de análisis de residuos de plaguicidas provenientes de Laboratorio de Residuos en Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Centro Norte, La Vega, Rep. Dom.



Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Centro Norte

Reporte Análisis de Residuos de Plaguicidas (Bioensayo rápido)

Solicitante: Estudiantes de tesis (UTECO)

Fecha de procesamiento: 16-02-2023

Teléfono: (809) 376-6380

Provincia: Sánchez Ramírez

Dirección: Cotuí

Contacto: Narciso (809) 376-6380

Resultado de Residuos de Plaguicidas

Fecha de tomadas las muestras: 15-02-2023

No.	Código	Muestra	Nombre de Productor	Inhibición (%)		Resultado
				Carbamato	Organofosforado	
1	23LRPI-0010	Piña	Genrry Molina (productor-1)	11.68	7.64	Negativo
2	23LRPI-0011	Piña	Papo Pérez (productor-2)	5.86	9.94	Negativo
3	23LRPI-0012	Piña	Ramón Santana (productor-3)	17.41	39.67	Positivo Organofosforado
4	23LRPI-0013	Piña	Supermercado-1	2.32	3.55	Negativo
5	23LRPI-0014	Piña	Puesto de mercado-1	6.57	6.79	Negativo

Según el resultado

1. Los resultados de las muestras 23LRPI-0010, 23LRPI-0011, 23LRPI-0013 y 23LRPI-0014 por análisis de bioensayo rápido resultaron **negativo** (Inhibición (%) de muestra < 35%). **No detectó exceso** de residuos de plaguicidas (Carbamato u Organofosforado).
2. Los resultados de la muestra 23LRPI-0012 por análisis de bioensayo rápido resultaron **positivo** (Inhibición (%) de muestra < 35%). **Se detectó exceso** de residuos de plaguicidas Organofosforados.

Nota: Estas muestras se analizan mediante el método *Bioensayo rápido*, detectando la cantidad total de pesticidas residuales del Carbamato y Organofosforado.

APP -

Aprobado



**Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Centro Norte**

Reporte Análisis de Residuos de Plaguicidas (Bioensayo rápido)

Solicitante: Estudiantes de tesis (UTECO)

Fecha de procesamiento: 21-02-2023

Teléfono: (809) 376-6380

Provincia: Sánchez Ramírez

Dirección: Cotuí

Contacto: Narciso (809) 376-6380

Resultado de Residuos de Plaguicidas

Fecha de tomadas las muestras: 17-02-2023

No.	Código	Muestra	Nombre de Productor	Inhibición (%)		Resultado
				Carbamato	Organofosforado	
1	23LRPI-0015	Piña	Gertrudis García (productor-4)	-4.08	-9.56	Negativo
2	23LRPI-0016	Piña	Danilito Rodríguez (productor-5)	-7.13	-5.48	Negativo
3	23LRPI-0017	Piña	José Mammel (productor-6)	-8.97	1.07	Negativo
4	23LRPI-0018	Piña	Juan Leonardo (productor-7)	-23.09	-8.18	Negativo
5	23LRPI-0019	Piña	Nelson Castillo (productor-8)	7.21	5.98	Negativo
6	23LRPI-0020	Piña	Pedro Luis (productor-9)	4.30	4.00	Negativo
7	23LRPI-0021	Piña	Reynaldo Concepción (productor-10)	-5.54	12.15	Negativo
8	23LRPI-0022	Piña	Puesto de mercado-2	26.65	19.75	Negativo
9	23LRPI-0023	Piña	Supermercado-2	12.93	17.72	Negativo

Sigue en la próxima página

Anexo 4. Fotografías como evidencias de trabajos realizados en el marco de la tesis “Análisis de residuos de plaguicidas organofosforado y carbamatos en frutas de piñas comercializadas en Cotuí



Aplicación cuestionario a productor de piña a Sres. José Castillo (Genrry) junto a Narciso Otáñez (arriba) y Simón Rodríguez (Papo) (abajo) con Danilo Reinoso.



Aplicación cuestionario a productor de piña a Sr. Ramón Vázquez



Visita en fincas con cultivo de piña establecido: Danilo Reinoso, Narciso Otáñez y Amaury García (de izquierda a derecha).



Visita en finca de productor de piña, Sr. Ramón Santana (arriba y abajo), Zambrana, Sánchez Ramírez.



Visita en finca de productores de piña, provincia Sánchez Ramírez.



Estudiante de tesis en finca con cultivo de piña, Danilo Reinoso.



Estudiante de tesis en finca con cultivo de piña, Amaury García.



Visita en finca de productor de piña, Sr. Leo Vásquez.



Visita en finca de productor de piña, Sr. Ramón Vásquez.



Visita en finca de productor de piña, Sr. Ramón Santana.



Visita en finca de productor de piña, Sr. Víctor de la Cruz, Zambrana, Sánchez Ramírez..



Visita al Laboratorio de Residuos en Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Centro Norte, La Vega, Rep. Dom.