



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
CAMPUS LOMA BONITA

---

DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS FITOSANITARIOS  
EMPLEADOS EN EL CULTIVO DE PIÑA DE LOMA BONITA, OAXACA,  
MÉXICO

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO AGRÍCOLA

PRESENTA:  
ITZEL ANAHÍ JACINTO SOLANO

DIRECTOR:  
DR. CÉSAR JULIO MARTÍNEZ CASTRO

CODIRECTOR:  
DR. ROGELIO ENRIQUE PALACIOS TORRES

LOMA BONITA, OAXACA

2024



# UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

## DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO	DEP/2024/018
ASUNTO	Autorización de impresión de tesis

San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca, a 24 de abril de 2024

M. EN C. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA  
VICE-RECTOR ACADÉMICO  
UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Sirva la presente para informarle que, el jurado evaluador del examen para obtener el grado de **Maestra en Producción y Procesamiento Agrícola** de la **IA. Itzel Anahí Jacinto Solano**, con número de **Matrícula 21180018**, ha autorizado la impresión del manuscrito que lleva por título **"Diagnóstico y análisis de los productos fitosanitarios empleados en el cultivo de piña de Loma Bonita, Oaxaca, México"**, para su posterior presentación y defensa por el sustentante.

Agradezco su atención y quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.



Atentamente  
*terra uberrima, mens aperta*  
Bou Lo-tama, chí jí jú



**Dr. José Abad Zavaleta**  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado

C.c.p. Dr. Cesar Julio Martínez Castro – Director de tesis.  
C.c.p. Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez – Coordinadora de la Maestría en Producción y Procesamiento Agrícola.  
C.c.p. M. E. Yesenia Barrientos Arenal – Jefa del Departamento de Servicios Escolares.  
C.c.p. Archivo.

CAMPUS TUXTEPEC  
C. Circuito central No. 200, Col. Parque Industrial.  
C.P. 38301, Tuxtepec, Oax.  
Tel. 01(287)8759240

[www.unpa.edu.mx](http://www.unpa.edu.mx)

CAMPUS LOMA BONITA  
Av. Ferrocarril S/N, Ciudad universitaria.  
C.P. 68400, Loma Bonita, Oax.  
Tel. 01(281)8729230



# UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO	DEP/2024/019
ASUNTO	Jurado para examen de grado

San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca, a 24 de abril de 2024

**IA. ITZEL ANAHÍ JACINTO SOLANO**  
**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO AGRÍCOLA**  
**UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN**

Por este medio le informo que el jurado de su examen para obtener el grado de **Maestra en Producción y Procesamiento Agrícola** estará integrado por los siguientes investigadores.

Profesor Investigador	Jurado de Examen
Dr. José Antonio Yam Tzec	Presidente
Dr. Cesar Julio Martínez Castro	Vocal
Dr. Hipólito Hernández Hernández	Secretario
Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez	Primer Suplente
Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres	Segundo Suplente

Sin más por el momento, le envío saludos cordiales.

**Atentamente**  
*terra uberrima, mens aperta*  
 Bœu Lo-tama, chí jí jú

**Dr. José Abad Zavaleta**  
 Jefe de la división de estudios de posgrado.



**M. en C. Héctor López Arjona**  
 Vicerrector Académico  
 Vo. Bo.



- C c p Dr. Cesar Julio Martínez Castro – Director de tesis.
- C c p Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez– Coordinadora de la Maestría en Producción y Procesamiento Agrícola
- C c p M. E. Yesenia Barrientos Arenal – Jefa del Departamento de Servicios Escolares
- C c p Archivo

**CAMPUS TUXTEPEC**  
 C. Circuito central No. 200, Col. Parque Industrial  
 C. P. 38301, Tuxtepec, Oax.  
 Tel. 01(287)8759240

[www.unpa.edu.mx](http://www.unpa.edu.mx)

**CAMPUS LOMA BONITA**  
 Av. Ferrocarril S/N, Ciudad Universitaria.  
 C. P. 68400, Loma Bonita, Oax.  
 Tel. 01(281)8729230

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios por permitirme concluir este proyecto y nunca dejarme sola.

A mis padres, Francisca Solano Sánchez y Fabián Jacinto Ignacio por ser un pilar fundamental en mi formación como hija.

A mis hermanos, Fabián Jacinto Solano y Fabiola Jacinto Solano por apoyarme en todo lo posible durante este proceso.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT), por el apoyo económico otorgado, para realizar mis estudios y tesis de Maestría.

A la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita por darme la oportunidad de realizar mis estudios y la parte experimental del presente trabajo de investigación.

Al Dr. César Julio Martínez Castro y Dr. Rogelio Palacios Torres por ser parte fundamental en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A cada uno de mis profesores por el conocimiento y aprendizaje transmitido durante el trayecto.

A Edwin Hernández Garnica por su apoyo y motivación para concluir esta etapa.

A cada uno de los productores piñeros y jornaleros que accedieron para brindarme información en relación al proyecto de investigación.

A mis compañeros y amistades que durante el proceso me brindaron su apoyo cuando lo necesitaba.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>V</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos .....	5
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	<b>6</b>
<b>4. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>8</b>
4.1. La agricultura y el cultivo de piña en México .....	8
4.2. Inicios de las actividades agropecuarias .....	12
4.3. Revoluciones industriales y su influencia en la agricultura .....	13
4.3.1. <i>Primera revolución industrial</i> .....	14
4.3.2. <i>Segunda revolución industrial</i> .....	15
4.3.3. <i>Tercera revolución industrial</i> .....	16
4.3.4. <i>Cuarta revolución industrial</i> .....	17
4.4. Revolución verde .....	18
4.5. Características de la piña y su evolución.....	25
4.6. Escenario sobre los productos fitosanitarios.....	28
4.7. Clasificación de productos fitosanitarios .....	33
4.8. Impacto ambiental del uso de productos fitosanitarios .....	36
4.9. Impacto social del uso de productos fitosanitarios.....	40
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>44</b>

5.1. Localización.....	44
5.2. Estrategia de investigación.....	44
5.3. Método de obtención de datos.....	45
5.4. Estructura de la encuesta a productores .....	46
5.5. Estructura de la encuesta a trabajadores .....	46
5.6. Tipo de estudio y tamaño de la muestra .....	47
5.7. Análisis de datos.....	48
5.8. Comprobación de hipótesis .....	49
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>51</b>
6.1. Características personales de los productores .....	51
6.2. Productos fitosanitarios empleados en el cultivo de piña .....	53
6.3. Grado de toxicidad de los productos fitosanitarios empleados en el cultivo de piña.....	57
6.4. Diferencias de productos fitosanitarios empleados según la variedad de piña.....	60
6.5. Diferencias de productos fitosanitarios empleados según el nivel tecnológico .....	61
6.6. Hábitos en el manejo, aplicación y empleo de equipo de protección personal.....	65
6.7. Destino de los envases de los productos fitosanitarios empleados .....	70
6.8. Síntomas de intoxicación aguda y presencia de enfermedades crónico-degenerativas.....	71
6.9. Actividades del trabajador durante y después de una aplicación .....	72
6.10. Posibles casos de enfermedades crónico-degenerativas en trabajadores .....	74
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>8. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>80</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>100</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>GRÁFICA 1.</b> Principales municipios productores de piña en México.....	28
<b>GRÁFICA 2.</b> Dendrograma según nivel tecnológico.....	62
<b>GRÁFICA 3.</b> Escolaridad de los trabajadores en piña.....	67
<b>GRÁFICA 4.</b> Elección de asistencia médica en posibles intoxicaciones por aplicación de productos fitosanitarios.....	75
<b>GRÁFICA 5.</b> Fallecimiento por aplicación de productos fitosanitarios.....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Clasificación de los productos fitosanitarios según su toxicidad, expresada en DL50 (MG/KG). .....	34
<b>TABLA 2.</b> Clasificación de los productos fitosanitarios según su vida media de efectividad.....	35
<b>TABLA 3.</b> Clasificación de los productos fitosanitarios, según su grupo químico. ....	35
<b>TABLA 4.</b> Estadísticos de la edad de los productores de piña. ....	51
<b>TABLA 5.</b> Uso y clasificación de productos fitosanitarios por productores en el cultivo de piña. ....	54
<b>TABLA 6.</b> Productos fitosanitarios empleados en piña y su grado de toxicidad. ....	59
<b>TABLA 7.</b> Prueba de chi cuadrada del uso de productos fitosanitarios para las variedades md2 y cayena lisa. ....	61
<b>TABLA 8.</b> Clasificación de grupos de productores de piña según su nivel de tecnificación. ....	63
<b>TABLA 9.</b> Prueba de chi cuadrada para el uso de productos fitosanitarios según nivel tecnológico. ....	65
<b>TABLA 10.</b> Uso de equipo de protección personal para realizar aplicaciones en porcentaje. ....	68
<b>TABLA 11.</b> Destino de residuos de los envases de productos fitosanitarios. ....	70
<b>TABLA 12.</b> Destino final de envases vacíos de los productos en porcentaje. ....	71
<b>TABLA 13.</b> Malestares presentados después de aplicaciones de productos fitosanitarios.....	72
<b>TABLA 14.</b> Actividades del trabajador durante y después de una aplicación.....	73

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue identificar los diferentes tipos de productos fitosanitarios empleados durante el ciclo productivo de las variedades de piña: Cayena Lisa y MD2, para establecer la situación actual sobre su uso. Entre junio de 2022 y marzo de 2023 se encuestaron a 57 productores y 118 trabajadores aplicando un cuestionario estructurado para indagar sobre los productos empleados en el cultivo de piña y los hábitos de uso por parte de los encargados de las aplicaciones. El trabajo fue de tipo descriptivo y comparativo por lo que se empleó estadística descriptiva y la prueba no paramétrica de Chi cuadrada para la comparación entre grupos. Los resultados indican que todos los productores de piña de Loma Bonita, Oaxaca utilizan productos fitosanitarios (20), siendo el más utilizado el Counter FC (100%). Se identificaron tres productos clasificados como extremadamente tóxicos (Counter FC, Vydate y Metrifos 600), y tres como altamente tóxicos (Lucaban 480 CE, Cerillo y Gramoxone), mientras que los 14 restantes se clasificaron como moderadamente y ligeramente tóxicos. También se identificó que en la variedad MD2 y los productores más tecnificados hacen un mayor uso de algunos productos, marcando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con respecto a la variedad Cayena Lisa y a los productores no tecnificados, respectivamente. Se corroboró que los trabajadores no utilizan la indumentaria completa de protección personal, sugerido por las buenas prácticas agrícolas y que existen algunos malos hábitos en el desecho de los envases y en el uso de los residuos sobrantes después de una aplicación, que pueden estar ocasionando la existencia de intoxicaciones agudas (dolor de cabeza, ojos llorosos, ardor de

manos, dolor de huesos y ardor de pies) y de potenciales enfermedades crónicas como cáncer de pulmón y cáncer de estómago. Se concluye que la falta del uso de equipo completo de protección, así como la alta toxicidad de algunos productos, ponen en riesgo la salud de los encargados de las aplicaciones.

**Palabras claves:** Piña, Productos fitosanitarios, Toxicidad, Salud humana.

## ABSTRACT

The objective of this work was to identify the different types of phytosanitary products used during the production cycle of pineapple varieties: Smooth Cayenne and MD2, to establish the current situation regarding their use. Between June 2022 and March 2023, 57 producers and 118 workers were surveyed using a structured questionnaire to inquire about the products used in pineapple cultivation and the usage habits of those in charge of the applications. The work was descriptive and comparative, so descriptive statistics and the non-parametric Chi square test were used for comparison between groups. The results indicate that all pineapple producers in Loma Bonita, Oaxaca use phytosanitary products (20), with Counter FC being the most used (100%). Three products were identified as extremely toxic (Counter FC, Vydate and Metrifos 600), and three as highly toxic (Lucaban 480 CE, Cerillo and Gramoxone), while the remaining 14 were classified as moderately and slightly toxic. It was also identified that in the MD2 variety and the more technical producers make greater use of some products, marking significant differences ( $p < 0.05$ ) with respect to the Cayena Lisa variety and non-technical producers, respectively. It was confirmed that workers do not use complete personal protective clothing, suggested by good agricultural practices, and that there are some bad habits in the disposal of containers and in the use of leftover waste after an application, which may be causing the existence of acute poisoning (headache, watery eyes, burning hands, bone pain and burning feet) and potential chronic diseases such as lung cancer and stomach cancer. It is concluded that the lack of

use of complete protective equipment, as well as the high toxicity of some products, put the health of those in charge of the applications at risk.

**Key words:** Pineapple, Phytosanitary products, Toxicity, Human health.

## 1. INTRODUCCIÓN

La piña es un fruto de alto valor económico (Uriza *et al.*, 2018) y muy demandado tanto a nivel nacional como a nivel internacional (Montiel, 2015). Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), colocan a México como el noveno lugar entre las naciones productoras de piña en el mundo (FAO, 2022). El consumo per cápita en nuestro país es de 7.7 kilogramos de acuerdo con estimaciones de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SADER-SIAP, 2021).

Según datos del SIAP (2022), en México en el año 2022 el volumen de producción de la piña superó el millón 251 mil toneladas, con una superficie cosechada de 25 mil 621 hectáreas y un promedio de 48 toneladas por hectárea de piña. Los estados de mayor producción fueron Veracruz y Oaxaca cuya participación en ese mismo año fue de 838 mil 194 y 167 mil 894 toneladas, respectivamente, que de manera conjunta representaron cerca del 80% de la producción nacional.

Alrededor del 58% de la oferta nacional de piña se concentra en cuatro municipios pertenecientes a la cuenca baja del Papaloapan, México: Isla, Juan Rodríguez Clara y José Azueta en el estado de Veracruz, y Loma Bonita en el estado de Oaxaca (SIAP, 2021). De acuerdo con Toral *et al.* (2013), esta es la principal zona productora de piña del país, por lo que es ahí donde se introducen y validan las tecnologías más novedosas para el cultivo.

Desde inicios de los años noventa del siglo pasado, en estos municipios se ha buscado y logrado, mejorar la calidad física del fruto e incrementar los rendimientos por hectárea. Para ello, se han incorporado tecnologías basadas en paquetes tecnológicos como la introducción de la variedad MD2, riego presurizado, acolchado plástico, malla sombra, nutrición, protección fitosanitaria contra plagas y enfermedades, control de la floración y maduración del fruto (Toral *et al.*, 2013; Uriza *et al.*, 2018).

Entre las alternativas tecnológicas destacan las de protección fitosanitaria contra plagas y enfermedades (herbicidas, acaricidas, nematocidas, fungicidas e insecticidas). Estas y otras tecnologías han permitido aumentar 50% los rendimientos, ampliar 30% la vida en anaquel y mejorar la calidad física del fruto tal como su forma, color y tamaño (Uriza *et al.*, 2018).

En la actualidad, el uso de productos fitosanitarios es común entre pequeños y grandes productores de piña de la región. Estudios en otros cultivos, así como en otras regiones agrícolas de México (Moreno y López, 2005; Leyva *et al.*, 2014; Ordóñez *et al.*, 2019; Polanco *et al.*, 2019; Vargas *et al.*, 2019) y del mundo (Ramírez *et al.*, 2014; Segura, 2015; Guerrero, 2018; Álvarez *et al.*, 2020; Castillo *et al.*, 2020; Castillo y Castillo, 2021), reportan que la aplicación de herbicidas, plaguicidas y fungicidas tienen efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana, por lo que algunos productos han sido prohibidos o restringidos para su uso en la agricultura.

En el caso particular de Loma Bonita, desde que se comenzó a cultivar y cosechar la piña durante la primera década del siglo XX, ha sido el principal municipio productor del estado de Oaxaca (Muñoz, 2001). En el año 2022, contribuyó con un volumen de 122 mil 219 toneladas obtenidas en mil 483 hectáreas cosechadas, que significaron cerca del 73% de la producción para el estado (SIAP, 2022).

Hoy en día, el cultivo de la piña tiene una gran importancia para Loma Bonita, Oaxaca desde el punto de vista socioeconómico. Ente otras cosas porque permite la generación de ingresos para decenas de productores y el mantenimiento de sus hogares; genera empleos a lo largo del ciclo productivo; dinamiza la economía local al ser el eje central de empresas abastecedores de insumos, servicios de mantenimiento de maquinaria y equipo, servicios financieros, servicios de asesoría técnica, así como de empresas de comercialización y transformación (Córdova *et al.*, 2020).

A pesar de la importancia socioeconómica que el cultivo de piña representa para este municipio, se ignoran múltiples aspectos relacionados con su manejo a lo largo del ciclo productivo, dando pauta a interrogantes como: ¿En la producción de piña se estarán aplicando productos químicos altamente tóxicos restringidos o prohibidos por las autoridades mexicanas, o de agencias u organizaciones internacionales, en materia ambiental y/o de salud humana? ¿Cuáles son las formas comunes en que los encargados de las aplicaciones de estos productos aplican, manejan y lavan el equipo empleado y de protección personal? ¿Cuáles son los síntomas de intoxicación aguda más comunes que se pueden presentar

en el manejo y aplicación de productos fitosanitarios y existirán aplicadores que padezcan algunas enfermedades crónico-degenerativas asociadas a la exposición a largo plazo a pesticidas? ¿Existirán diferencias según su función en productos fitosanitarios, de acuerdo a la variedad y superficie sembrada, o al nivel tecnológico de las unidades de producción?

La presente investigación busca dar respuesta a estas interrogantes, que es necesario abordarlas ante la preocupación manifestada desde finales de la década pasada, en relación al logro del manejo sustentable de los cultivos agrícolas que permitan una producción rentable, pero con las menores repercusiones posibles al medio ambiente y/o los recursos naturales, además de cuidar la salud de los trabajadores, pobladores aledaños a los cultivos y consumidores, mediante el uso responsable de productos fitosanitarios.

## **2. OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo general**

Identificar los diferentes tipos de productos fitosanitarios empleados durante el ciclo productivo de las variedades de piña: Cayena Lisa y MD2, para establecer la situación actual sobre su uso.

### **2.1. Objetivos específicos**

- Informar y discutir sobre el uso de los diversos productos fitosanitarios empleados en el cultivo de piña de acuerdo a su grado de toxicidad.
- Identificar hábitos en el manejo, aplicación, empleo de equipo de protección personal y destino de los envases de productos fitosanitarios utilizados en la producción de piña.
- Identificar los posibles síntomas de intoxicación aguda y de presencia de enfermedades crónico-degenerativas entre los jornaleros y/o aplicadores de productos fitosanitarios y sus familiares.
- Determinar si existen diferencias significativas en cuanto al uso de productos fitosanitarios entre las dos principales variedades de piña (Cayena Lisa y MD2) y el nivel tecnológico en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca.

### 3. HIPÓTESIS

Tomando como referencia diversos trabajos de investigación llevados a cabo en otras regiones agrícolas de México (Ordoñez *et al.*, 2019), se ha encontrado la presencia de sustancias peligrosas o ingredientes activos de productos fitosanitarios en cuerpos de agua y suelos, prohibidos por autoridades gubernamentales de salud y agropecuarias por los posibles efectos negativos sobre la salud humana (Nogar y Larsen, 2014; del Puerto *et al.*, 2014). Asimismo, la falta de uso y manejo del equipo de protección personal por parte de los jornaleros y el desecho inadecuado de envases (Pierri y Betancourt 2007; Bustamante *et al.*, 2014). De tal manera que se plantean la primera, segunda y tercera hipótesis de investigación:

**H<sub>1</sub>.** Existen productos fitosanitarios que se aplican al cultivo de piña en Loma Bonita, Oaxaca que han sido restringidos para su uso en México y otros países por su potencial afecto sobre la salud humana y el medio ambiente.

**H<sub>2</sub>.** En la producción de piña del municipio de Loma Bonita, Oaxaca, el manejo, uso, empleo de equipo de protección personal en la aplicación de productos fitosanitarios, así como el destino los envases utilizados, no se llevan a cabo de acuerdo con las buenas prácticas de manejo agrícola.

**H<sub>3</sub>.** Existen síntomas de intoxicación aguda y enfermedades crónicas degenerativas que se asocian con la forma de manejo, aplicación, empleo de

equipo de protección y destino de los envases de productos fitosanitarios utilizados en la producción de piña.

En el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, se siembran en una amplia proporción, las dos variedades de piña con mayor aceptación en el mercado de consumo como lo son la Cayena Lisa y la variedad MD2. También, existen distintos grupos de productores con diferente nivel tecnológico: bajo, medio y alto (Martínez *et al.*, 2020). Sin embargo, se carece de información referente a la existencia de posibles diferencias en el uso de productos fitosanitarios de acuerdo a la variedad y al nivel tecnológico entre los productores de piña. A partir de este argumento, se plantean la cuarta y quinta hipótesis de investigación:

**H<sub>4</sub>.** Existen diferencias significativas en el uso de productos fitosanitarios entre las principales variedades de piña (MD2 y Cayena Lisa), cultivadas en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca.

**H<sub>5</sub>.** Existen diferencias significativas en el uso de productos fitosanitarios entre los distintos niveles tecnológicos de las unidades de producción de piña del municipio de Loma Bonita, Oaxaca, México.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. La agricultura y el cultivo de piña en México

Entendemos por agricultura como un proceso de producción para obtener bienes satisfactorios a la necesidad de alimentación de la humanidad, donde el ser humano es la pieza fundamental al aplicar sus conocimientos y habilidades a la transformación de la naturaleza (León, 1994). Para Casas y Vallejo (2019), la agricultura tiene una antigüedad de aproximadamente 10 mil años y ésta es el resultado de la fusión de dos procesos con historias diferentes: 1) el manejo de ecosistemas, para acomodar deliberadamente los elementos y procesos de los sistemas naturales, con el fin de facilitar la apropiación de sus componentes, por ejemplo, la tala intencional, y el desvío de cauces de agua para irrigar y favorecer la abundancia de especies comestibles o de aprovechamiento para los humanos, así como de plantas forrajeras para facilitar la caza y 2) la domesticación, de especies silvestres de trigo, cebadas, teocintles, frijoles, calabazas y chiles, entre otros.

Se considera que la agricultura se descubrió de manera independiente en por lo menos cinco regiones alrededor del mundo, entre ellas, Mesoamérica en el Continente Americano. Esta región abarcaba gran parte del territorio de lo que hoy en día es México. Por ello, es que se le considera como el centro de origen de cultivos como el maíz, el frijol, la calabaza, el nopal, entre otros, que tienen gran importancia como parte de la vasta gastronomía mexicana (Harlan, 1971; Díaz, 2010; Mastretta *et al.*, 2019).

Se estima que más de 130 cultivos son originarios de México, cuyo proceso de domesticación ocurrió de forma similar por miles de años, hasta el inicio de la revolución verde (Mastretta *et al.*, 2019). En esta misma línea, Casas y Vallejo (2019), mencionan que, durante un periodo de años, México contaba con una extraordinaria diversificación de sistemas agrícolas, en los que han sido sometidos a procesos de transformación radicales por el uso de tecnologías promovidas por la revolución verde, estos cambios han ocasionado la eliminación parcial de la vegetación en dichos sistemas.

Los antecedentes del cultivo de la piña en la Región de la Cuenca del Papaloapan, México datan desde principios del siglo pasado. Algunos datos importantes son citados por Muñoz (2001), quien menciona entre otras cosas que la piña fue introducida inicialmente en los poblados de Cosolapa, Oaxaca y Tezonapa, Veracruz en el año de 1903, siendo llevada al municipio de Loma Bonita, Oaxaca cinco años después (1908) por Frank Peters originario de los Estados Unidos.

Gracias a las condiciones agro edafoclimáticas características de este municipio el cultivo se adaptó muy bien, por lo que otros norteamericanos que habitaban en Loma Bonita comienzan a cultivarla en mayor proporción y a enviar la fruta a sus familiares en los Estados Unidos, para ser distribuida en ese país. No obstante, por conflictos armados que se suscitaron en nuestro país entre 1910 y 1920 (entre ellos la Revolución Mexicana), algunos ciudadanos norteamericanos que se habían establecido en el municipio de la cuenca, abandonaron sus tierras (Iáñez, 2007).

Concluida la Revolución Mexicana se considera el año de 1921 como el inicio de la producción de piña en nuestro país con el objetivo primordial de exportarla a los Estados Unidos. Para 1924 John I. Howe también norteamericano, llevó hijuelos de Loma Bonita, Oaxaca a Isla, Veracruz plantando inicialmente 24 hectáreas. Por los buenos resultados obtenidos, el cultivo comienza a extenderse hacia otros municipios pertenecientes a la Cuenca Baja del Papaloapan principalmente del Estado de Veracruz (Muñoz, 2001).

En el caso del municipio de Isla, Veracruz se ha dado a conocer que en 1928, exportó un primer embarque de cinco toneladas hacia los Estados Unidos (ASERCA, 2000). Para la década de los años veinte del siglo pasado se reportó una producción promedio de 18,000 toneladas anuales, incrementándose a 31,000 toneladas al año en el periodo de 1931 a 1940 (BANCOMEX, 2018), representando un incremento del 72%.

La producción de piña y las exportaciones de Loma Bonita, Oaxaca y de los municipios aledaños a los cuales ya se había extendido el cultivo para finales de la década de los treinta del siglo pasado, tienen un gran auge durante el periodo de la segunda Guerra Mundial, ya que Estados Unidos disminuye su producción nacional y lo poco que produce es destinado mayormente a la alimentación de sus fuerzas armadas, viéndose obligado a importar grandes cantidades de piña para hacer frente al déficit de este producto y satisfacer las necesidades de su población civil (Muñoz, 2001).

Durante la época de 1941 a 1950 el promedio de producción anual se había incrementado hasta las 88,000 toneladas (BANCOMEX, 2018) donde Loma Bonita alcanzara una fama internacional en las exportaciones de piña, que le vale el nombre de la capital de la piña (Traffano, 2012).

Por su parte, Echanove (1992) al hacer un análisis de la producción de piña en México durante las décadas de los setentas y ochentas del siglo pasado, menciona que para el periodo de 1970 a 1980 la producción de piña adquirió un nuevo auge, lo que se reflejó en el incremento de los volúmenes de exportación hacia los Estados Unidos, llegándose a abastecer el 42% de este mercado. La superficie cosechada creció en un 50%, mientras que los rendimientos lo hicieron en un 67%, lo cual significó un aumento del volumen nacional que alcanzó las 622,000 toneladas para el año 1980. La tendencia del crecimiento de la producción continuó en las siguientes décadas.

En cambio, Chávez (1980) y ASERCA (2000) señalan que el incremento en los rendimientos se dio debido a las nuevas técnicas y tecnologías que se habían comenzado a utilizar de años atrás y particularmente con la llegada a la zona de la empresa alemana Heinz Alimentos. Destacando entre ellas la siembra en doble hilera, fertilización, inducción floral y asistencia técnica, entre otros medios modernos de producción.

## **4.2. Inicios de las actividades agropecuarias**

Con la introducción de animales de trabajo (bueyes, caballos, asnos y mulas) y el empleo del arado, el ser humano dio inicio al uso de mecanización agrícola para el mayor aprovechamiento de las tierras a cultivar, facilitando las labores agrícolas (Cortés *et al.*, 2009). Con estas incorporaciones, la actividad agrícola adquirió un mayor protagonismo como proveedora de alimentos para la población, materias primas, capital y mano de obra para la transformación de productos agrícolas (Zepeda, 2018).

Lo anterior debido al continuo proceso de urbanización, globalización y por las transformaciones sociodemográficas, que se comenzaron a presentar en algunos países, previo al inicio de la revolución industrial (Escalante *et al.*, 2007). Aunado a estos avances, la selección genética de plantas por parte de algunas sociedades, permitieron incrementar la productividad y experimentar con nuevos cultivos que se ajustaban a las demandas del mercado (Escalante y Rello, 2000).

Con la revolución industrial se intensificó más la producción de alimentos agrícolas. Las incorporaciones tecnológicas redujeron los costos de producción por unidad haciendo accesibles para muchos consumidores productos, que previo a este fenómeno de transformación productiva, no podían adquirir (Arroyo, 2008). Las actividades agropecuarias se vieron favorecidas con las nuevas tecnológicas agrícolas desarrolladas durante la primera la revolución industrial, contribuyendo significativamente al incremento de la productividad, a los movimientos de la demanda y en las condiciones laborales (Taylor, 1997).

Así, se considera que los cambios ocurridos durante los casi 10 000 años del descubrimiento de la agricultura, en la alimentación, son el resultado de dos fuerzas sociales muy poderosas: la emergencia de la agricultura y ganadería como actividades productivas, y la revolución industrial, y ellas son responsables de lo que se designa como “discordancia evolutiva” (Arroyo, 2008), es decir, el ser humano contemporáneo está adaptado al entorno heredado de sus antepasados, aunque las actividades o el entorno actual distan mucho de lo que se realizaba o presentaba hace miles de años o siglos atrás.

La evolución es una interacción continua entre el genoma de una especie y su hábitat a lo largo de varias generaciones, los rasgos genéticos pueden comportarse positiva o negativamente en relación a su concordancia o discordancia con las condiciones ambientales, si dichos contextos cambian permanentemente entre las generaciones, surge una discordancia evolutiva entre el genoma de su especie y su entorno (Booz, 2002; Cordain *et al.*, 2005).

#### **4.3. Revoluciones industriales y su influencia en la agricultura**

El escenario de intensificación tecnológica actual de la producción de piña en los municipios de la región de la cuenca del Papaloapan, incluyendo Loma Bonita, Oaxaca, no pudo ser posible sin la evolución de algunos elementos que se fueron desarrollando a través de lo que hoy en día se conoce como revoluciones industriales.

Por sí mismo el concepto de “revolución industrial” se concibe como un proceso de innovación de tecnologías que llevó a cabo la sustitución de la mano de obra del hombre y el empleo de animales de tiro por maquinas sofisticadas (mecánicas), dando un giro radical al pasar de hacer en el caso de la agricultura, actividades de manera manual o con la ayuda de animales, a llevarlas a cabo con máquinas e implementos que facilitaron la forma de preparar los terrenos, de sembrar y cosechar (Chaves, 2004).

Cada una de las cuatro revoluciones industriales que se conocen, han aportado elementos tecnológicos para mejorar la productividad del cultivo de piña tal como se pueden observar en los campos de la cuenca del Papaloapan hoy en día.

#### **4.3.1. Primera revolución industrial**

De acuerdo con González *et al.* (2021) la primera revolución industrial se dio durante el periodo de 1780 a 1840. Entre los avances tecnológicos más significativos que se incorporaron a las actividades agrícolas destacan ya entrado el siglo XIX, las máquinas de vapor, grandes arados y fertilizantes químicos específicos (Profesional del Agro, 2020). Aunque los tractores de vapor agilizaban la realización de ciertas tareas agrícolas básicas, presentaban problemas de funcionalidad por ser pesados, voluminosos y difíciles de maniobrar, y en actividades como trillar el trigo, con los motores de vapor, existía la amenaza latente de encender fuego al grano y al rastrojo en los campos (Agrodesagues.com). A pesar de lo mencionado, estas innovaciones permitieron

incrementar significativamente la producción y los rendimientos de los cultivos por hectárea.

De manera general, en la primera revolución industrial se dio inicio a nuevos avances tecnológicos que generaron efectos en la producción agropecuaria, industrial y de servicios a través del comercio (Chaves, 2004). Con el paso de los años el sector industrial comenzó a crecer principalmente en Gran Bretaña esto significó un nuevo modo de organizar la producción, desde la adquisición de sus riquezas hasta los bienes que necesitaba. En este primer surgimiento se circunscriben tres aspectos muy definidos y bien secuenciados: en primer lugar, la producción textil del algodón, en segundo término, a la siderurgia con el carbón mineral y finalmente al desarrollo de la energía del vapor (Tinoco, 2012). Esta situación quitó protagonismo al sector agropecuario en la aportación al crecimiento económico de los países.

#### **4.3.2. Segunda revolución industrial**

El periodo que se considera abarcó la segunda revolución industrial fue de 1870 y 1914 (González *et al.*, 2021). Ésta se caracterizó por la producción en masa, cadena de montaje y el uso de la electricidad (Selva y López, 2016). En ámbito agrícola, la innovación tecnológica más sobresaliente fue la construcción del primer tractor práctico a gasolina que tenía la particularidad de poder conducirse para adelante y para atrás en el año de 1892, desarrollándose un modelo de mayor éxito comercial en 1911. Algunas de las marcas conocidas incluso hasta nuestro

días como Ford, John Deere y Ferguson incursionaron en el negocio de los tractores y la maquinaria agrícola desde 1917 (Agrodesagues.com).

Los bajos rendimientos agrícolas obtenidos en las pequeñas explotaciones campesinas se vieron irrumpidos por la segunda revolución industrial ya que su enfoque fue hacia el incremento de la productividad, donde las innovaciones incorporadas al tractor e implementos agrícolas, así como las mejoras en los procesos productivos, mejoraron significativamente la eficiencia productiva en cultivos como trigo, tubérculos y cereales (Escudero, 2009).

Aunado a lo anterior, la inclusión de nuevos medios de transporte, como el ferrocarril y los barcos de vapor, se habían extendido mucho, esto favoreció la llegada de todo tipo de productos a distintos mercados. Además, otros países comenzaron sus propios procesos de industrialización e iniciaron la explotación de recursos mineros necesarios para las industrias, como el carbón y el hierro, y la fabricación de maquinaria (Friedman, 1995).

#### **4.3.3. Tercera revolución industrial**

Se considera que la tercera revolución industrial inició a mediados del siglo pasado y se caracterizó por grandes avances científicos en materia de informática sobre todo durante las décadas de los años setentas y ochentas. Algunos ejemplos de las tecnologías que se mencionan son la informática, se convirtió en el principal medio de procesamiento de información en industrias y empresas, la

telecomunicación, aumentó la productividad en los procesos, con el uso de la computadora, el Internet, la robótica, entre otros (EPITECH, 2022).

La tercera revolución industrial impulsó la tecnología y la economía, mientras que los productos fitosanitarios transformaron la agricultura y la producción de alimentos.

#### **4.3.4. Cuarta revolución industrial**

La cuarta y más reciente fase en la evolución de los plaguicidas se caracteriza por la búsqueda de compuestos menos perjudiciales y métodos alternativos para el control de plagas. En las naciones desarrolladas, existe una tendencia a reducir el uso de plaguicidas persistentes o altamente tóxicos, en favor de sustituirlos por compuestos más estables o menos tóxicos, o incluso aquellos que imitan las estructuras de productos naturales. En países desarrollados, los sistemas de manejo integrado de plagas y la agricultura orgánica, que excluye el uso de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, están ganando importancia. Por otro lado, los países en desarrollo enfrentan diversas presiones técnicas, económicas y políticas, lo que lleva a que sigan utilizando plaguicidas que ya han sido prohibidos en las naciones desarrolladas debido a sus numerosos riesgos y al incremento de los costos de control. Sin embargo, aún no se les concede suficiente importancia a las graves consecuencias adversas para el medio ambiente y la salud que pueden derivar del uso de estos compuestos (Botello *et al.*, 2014; Ortíz *et al.*, 2014; Díaz *et al.*, 2021).

#### **4.4. Revolución verde**

Puede considerarse su inicio en 1940, luego del término de la Primera Guerra Mundial; sin embargo, su expansión global ocurrió más tarde, durante la Segunda Guerra Mundial, sobre todo en Estados Unidos (Ceccon, 2008), con la intención de incrementar los rendimientos agrícolas, disminuir los costos de producción e incrementar la oferta de alimentos para cubrir la demanda que comenzaba a crecer. Esto se logró a través del uso de semillas mejoradas, empleo elevado de fertilizantes nitrogenados, productos fitosanitarios, herbicidas y otras tecnologías. A dicho suceso se le conoció posteriormente como la Revolución Verde, la cual ha traído efectos adversos al medioambiente (Pazos *et al.*, 2016).

La Revolución Verde implicaba la producción intensiva de cultivos agrícolas a principios de 1940 (Perkins 1990; Wu y Butz, 2004), principalmente maíz y trigo.

Esta contribuyó como estrategia de revitalización del sistema capitalista en el mundo, a través del impulso de varias entidades como La Fundación Ford, el Banco Mundial o la Fundación Rockefeller, las cuales ayudaron a la divulgación de métodos y técnicas enfocadas al aumento de la productividad y de los rendimientos en la agricultura (Segrelles, 2013).

Durante el gobierno del presidente de México Manuel Ávila Camacho, se propuso un desarrollo tecnológico para la agricultura con claros objetivos empresariales favoreciendo los latifundios y las propiedades privadas; lo que establecía encontrar

los mecanismos para incrementar la producción agrícola por medio de la tecnología teniendo sus bases en la investigación científica (Pichardo, 2006).

En México, la Secretaría de Agricultura, planteaba objetivos acordes a las visiones de las instituciones que encabezaban su creación: el primero fue el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), creado en 1947 iniciando en un pequeño Departamento de Estaciones Experimentales, con campos experimentales que en tiempos de Lázaro Cárdenas y con su apoyo, buscaba “la mayor productividad del agro mexicano vinculada a cambios de estructura que transformarían las grandes propiedades agrícolas capitalistas en cooperativas viables de campesinos y jornaleros” (Hewitt, 1978), recolectando muestras de semillas y buscando las de mayor rendimiento, especialmente de maíz y trigo.

A raíz de eso, la Oficina de Estudios Especiales (OEE) en coordinación con la Fundación Rockefeller plantearon el segundo objetivo, el cual buscaba incrementar, aplicar y difundir la producción de alimentos a través de tecnología estadounidense a la agricultura mexicana (Romero, 2002), es decir, mediante el uso de semillas de alto rendimiento, aplicación de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, maquinaria agrícola y agua para riego al suelo mexicano, argumentando que era necesario para México ante la escasez alimentaria.

Las implementaciones en México respecto al uso de nueva tecnología y genética de los cultivos agrícolas, trajo consigo panoramas poco analizados en aquel entonces que causarían en un futuro problemas con el medio ambiente en las nuevas generaciones (Iáñez, 2007).

Este modelo permitió incrementar la producción de granos y semillas, sin embargo, surgieron una serie de desafíos sociales y medioambientales que no se tuvieron en cuenta. Entre estos desafíos se encuentran la contaminación de alimentos, agua, suelos y personas debido a los productos fitosanitarios. Además, se ha observado el desarrollo de resistencia a estos productos, así como una dependencia cada vez mayor de los agroquímicos. La erosión y degradación del suelo han afectado negativamente su capacidad productiva, y también se ha producido un deterioro de los nutrientes. Por último, la creciente demanda de combustibles fósiles y la pérdida de biodiversidad han sido consecuencias adicionales. Este conjunto de conflictos no solucionó los problemas de alimentación y de pobreza rural (Sarandon y Flores, 2014).

En cuanto a los suelos agrícolas, estos se transformaron en simples sustratos de sustentación de plantas que exigen técnicas artificiales cada vez más caras, y el síntoma más aparente de degradación que observamos es la erosión. Por lo tanto, el uso masivo de agroquímicos y la forma del cultivar mejorado, ha impactado en el rendimiento de la agricultura para la alimentación del ser humano (Sarandón y Flores, 2014). De igual forma, el uso indiscriminado de agrotóxicos y fertilizantes químicos ha esterilizado el suelo, reduciendo al mínimo la actividad microbiana y la fauna del mismo.

El uso de productos químicos promovidos con la revolución verde, también ha provocado la contaminación de las aguas subterráneas principalmente con nitratos, tanto continentales (acequias, ríos, lagos) como costeras, lo que llevó, por

ejemplo, al crecimiento explosivo de algas, ocasionando fuertes trastornos en el equilibrio biológico, como la mortandad de peces, entre otros (Pierrie y Betancourt, 2007).

De manera similar, la compactación del suelo mediante el uso de maquinaria agrícola afectó a la fauna, cuya función era controlar el ciclo de otros organismos para evitar afectaciones al cultivo. La invención de los insecticidas sintéticos fue una forma cómoda y aparentemente eficaz de controlar las plagas que surgieron con este modelo agrícola. Sin analizar a fondo que estos impactaban no solo al objetivo que es la plaga o maleza sino a otros organismos dentro del círculo. Con la utilización de los agrotóxicos se combatieron las plagas y también sus enemigos naturales (Zepeda, 2018).

El problema es que muchas plagas desarrollaron mutaciones genéticas, lo que les garantizó su resurgimiento, esta vez aniquilador debido a la muerte de sus enemigos naturales, causando daños a la agricultura (Ceccon, 2008).

En el ámbito económico tiene lugar un intenso proceso de reestructuración dirigido a consolidar la orientación exportadora del modelo de desarrollo (Tuirán, 1998). En la esfera social es cada vez más notoria y relevante la participación ciudadana y una sociedad con mayor capacidad para formular y sostener sus demandas.

En el ámbito urbano ocurre una profunda metamorfosis, que ha implicado el paso de una sociedad eminentemente rural hacia una en la cual es predominante la población que reside en las ciudades; Finalmente, en el plano demográfico, la

población atraviesa por una fase de plena y acelerada transición, que se manifiesta en la notable desaceleración del ritmo de crecimiento de la población (Tuirán, 1998).

Estos factores propiciaron una problemática ambiental grave debido a que, al incrementarse la población, las familias buscaron el sustento económico para su supervivencia, es ahí cuando la agricultura se convirtió en la fuente principal del sustento humano creciendo exponencialmente a través del tiempo. Así, conforme fue creciendo la población humana, se han ido mejorando las técnicas agrícolas para la producción de alimentos (FAO, 1996).

El problema surge cuando no se logran estos objetivos, sino afectar más a los equilibrios ecológicos, pues todos sabemos que el tiempo y los años agotan nuestros recursos y la agricultura del futuro debe ser compatible con los ideales de la agricultura ecológicamente sostenible, pero con la idea de que para el año 2030 habrá que alimentar a más de 8,300 millones de personas (FAO, 2023).

De ese proceso crítico surgieron nuevas estrategias de desarrollo fundadas en las condiciones y potencialidades de los ecosistemas y en el manejo de los recursos naturales como lo mencionó Rachel Carson en la década de 1960 con la publicación del libro Primavera Silenciosa (Carson, 1999).

La necesidad de alimentación ha estado presente en el hombre desde que se tiene conocimiento de su existencia sobre la tierra. La historia menciona que para satisfacerla, los primeros habitantes practicaban la recolección, la caza y la pesca.

Sin embargo, con el descubrimiento de la agricultura y el incremento de la población, se requirieron de mayores volúmenes de alimentos para cubrir la demanda, haciéndose un uso intensivo de productos químicos para lograrlo (Arroyo, 2008).

Diversas publicaciones y eventos comenzaron a surgir a partir de la segunda mitad del siglo XX, para advertir sobre las repercusiones que las actividades humanas estaban causando sobre el medio ambiente y el bienestar de la población. Por ejemplo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, que tuvo lugar en Estocolmo en 1972, se señaló los límites de la racionalidad económica en relación a los impactos del ámbito ambiental para las futuras generaciones (Betancourt, 2010).

Por esta razón en abril de 1968 se reunieron en la Accademia Dei Lincei de Roma un grupo de científicos, educadores, economistas, humanistas, industriales y funcionarios nacionales e internacionales procedentes de 10 países, convocados Aurelio Peccei, “un hombre de visión”, para discutir sobre un tema de especial relieve: el presente y el futuro de la especie humana sobre la tierra. Se trataba de abordar las cuestiones que preocupan a todos los seres humanos con independencia de su procedencia: pobreza en medio de la abundancia, degradación del medio ambiente, negación de créditos por parte de las instituciones financieras, desempleo por falta de seguridad, falta de empatía ante los valores, jóvenes y tradiciones, el aumento del peso entre otras cuestiones

financieras económicas. De manera general, el objetivo del Club de Roma era analizar la “problemática” mundial y aportar soluciones (Zaragoza, 2009).

El surgimiento de alternativas como la Declaración de Estocolmo y la Declaración de Río en donde abordaron temas para implementar estrategias de mejoramiento y seguimiento a la crisis ambiental, como la conferencia iniciada en Junio de 1972 de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano realizada en Estocolmo. De igual manera la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, las dos declaraciones representan en sí mismas singulares adelantos. Ambas conferencias representan bases fundamentales en el desarrollo de las futuras generaciones para la preservación del ambiente, es decir, la era moderna, del derecho ambiental internacional (Iáñez, 2007).

Como parte fundamental hacia los cambios de las prácticas agrícolas realizadas por los seres humanos hacia el medio ambiente fue la reunión de Estocolmo donde se vería reflejado la implementación de tareas de preservar y mejorar el medio humano, en donde se plantean metas y objetivos amplios de política ambiental, más que posiciones normativas detalladas (González, 2002).

Ante lo ocurrido en Estocolmo las miras hacia la importancia del cuidado del medio ambiente incrementaron, desde las cuestiones ambientales hasta el derecho ambiental internacional, monitoreando así, las actividades ambientales realizadas por el ser humano desde las fronteras hasta lo más relevante que es el patrimonio mundial buscando enfocarse en la reglamentación de estos y de algunos entornos

específicos y la integración de las consideraciones económicas y de desarrollo en la toma de decisiones sobre los asuntos ambientales. La declaración de Estocolmo, ha sido un hito importante de la legislación ambiental hasta la actualidad (Handl, 2012).

#### **4.5. Características de la piña y su evolución**

Dentro de las frutas cítricas se encuentra la piña, por su alto contenido de fibra y vitaminas C, B1, B6, ácido fólico y minerales como el potasio, su sabor y aroma, se le conoce como el rey de los frutos (ASERCA, 2000), alcanzando una demanda en el mercado por su consumo. Al ser consumida favorece a la salud del cuerpo humano con la eliminación de toxinas, a través de la orina, ayuda a prevenir el estreñimiento por su alto contenido en fibra (Cerrato, 2013).

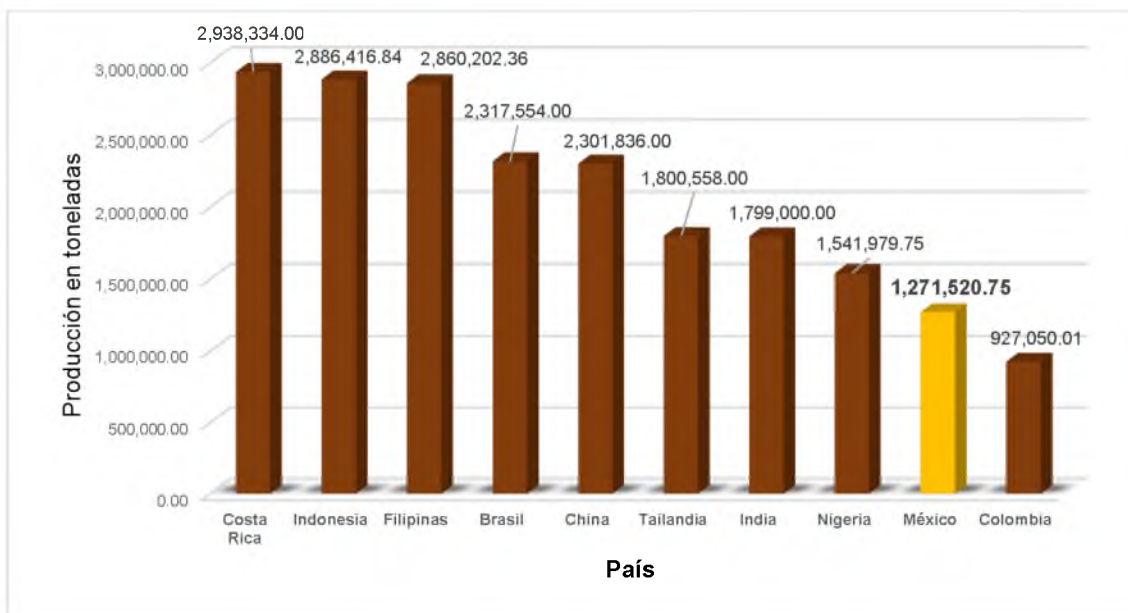
Antes de la Segunda Guerra Mundial, la piña enlatada en conserva era el producto dominante; la fruta fresca era suministrada a los principales mercados únicamente por las regiones productoras cercanas, debido al escaso desarrollo de tecnología para el transporte de mercancías perecederas (Fold y Gough, 2008). Paralelo al mercado de piña industrializada, en la década de los 80 el mercado de fruta fresca empezó a crecer progresivamente. La producción de piña en México ha pasado por varias transiciones que han determinado la estructura de su crecimiento.

Actualmente son los grandes y medianos agricultores quienes han adoptado nuevas tecnologías y expandido la superficie con el híbrido 'MD2', esto con el fin de lograr una mayor participación en el mercado estadounidense. En cambio, los

pequeños continúan orientados a producir 'Cayena Lisa' para el mercado fresco nacional, con un desarrollo tecnológico inferior (Torres y Aguilar, 2019).

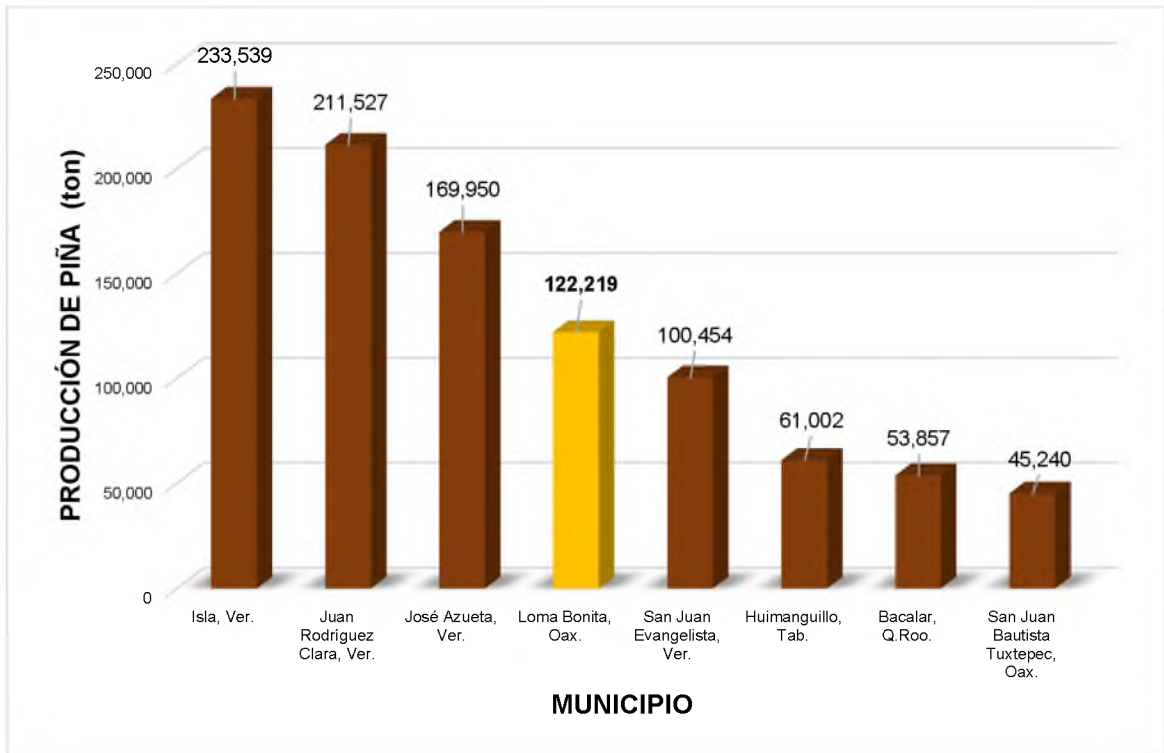
El proceso de comercialización de piña en México tiene básicamente tres mercados, en función del tamaño de la fruta: a) El mercado fresco de exportación, que requiere fruta de 1.3 a 2.2 kg; b) El mercado para la industria, que exige tamaños de 2.0 a 2.5 kg; y c) El mercado fresco nacional, que demanda frutas de 2.5 kg en adelante (Rebolledo *et al.*, 2000).

En la Gráfica 1 podemos observar a los principales países productores de piña en el mundo según datos de la FAO (2021), en primer lugar Costa Rica con una producción de 2,938,334 toneladas seguido de Indonesia con un volumen de 2,886,416.84 toneladas, y en tercer lugar a Filipinas con una producción de 2,860,202.36 toneladas. En el caso de México durante este mismo año ocupó el noveno lugar con un volumen de producción de 1, 271,520 toneladas.



**Gráfica 1.** Principales países productores de piña (FAO, 2021).

En el caso de México de las toneladas producidas en el año 2021 (Gráfica 2), el estado de Veracruz aportó 838, 194.84 toneladas que representaron alrededor del 67% del volumen total, distinguiéndose el municipio de Isla, Veracruz como el principal productor con una cantidad de 233,539 toneladas, seguido del municipio de Juan Rodríguez Clara con un volumen de 211,526 toneladas, y como tercer productor al municipio de José Azueta con una producción de 169,950 toneladas. En el caso del estado de Oaxaca el volumen de producción fue 167,894 toneladas, que significó cerca del 13.4% a nivel nacional, ocupando el municipio de Loma Bonita el cuarto lugar a nivel nacional con una producción de 122,219 toneladas. De manera conjunta ambos estados aportaron cerca del 80% de la producción nacional de piña (SIAP, 2022).



**Gráfica 2.** Principales municipios productores de piña en México.

#### 4.6. Escenario sobre los productos fitosanitarios

Entendemos como productos fitosanitarios a compuestos químicos que, por lo general, se desarrollan en laboratorios de alta complejidad y su finalidad está destinada a controlar, prevenir y eliminar plagas que actúen como hospederos en los cultivos y con ello generen enfermedades que en un corto plazo dañen a otros organismos vivos como el ser humano, animales o aquellos con los que interactúa. Se conocen como insecticidas, acaricidas, bacteriostáticos, fungicidas y herbicidas (Vallebuona *et al.*, 2007).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mundialmente conocida como por sus siglas en inglés Food and Agriculture Organization (FAO) establece que un producto fitosanitario es una sustancia o

combinación de sustancias diseñada para prevenir, eliminar o gestionar plagas. Esto incluye vectores de enfermedades humanas o animales, así como plantas o animales no deseados que causan daños duraderos o interfieren con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de alimentos, así como con los productos agrícolas de consumo y la madera, el forraje para animales o los productos que pueden administrárseles para el control de insectos, arácnidos u otras plagas corporales” (FAO, 2008).

El uso de los productos fitosanitarios trae beneficios a la producción agrícola con los incrementos y rendimientos de los cultivos cosechados, aunque pueden ser nocivos, peligrosos y dañinos para otros escenarios en su aplicación, debido principalmente a su alta persistencia en el ambiente (Verma y Bhardwaj, 2015). El uso excesivo de productos fitosanitarios ha impactado en mayor escala con graves daños a la salud humana y a los recursos naturales.

La contaminación hacia los ecosistemas se debe a los residuos volátiles del producto aplicado, al recorrer la atmósfera y regresar en forma de lluvia hacia otros ecosistemas (Campos, 2018). Los residuos de estos compuestos pueden llegar a zonas alejadas del área de aplicación arrastrados por el viento, por cursos de aguas continentales o de corrientes marinas y a través de la cadena trófica, por ejemplo, en el suelo (escorrentía, lixiviación o lavado) por medio del agua de riego y lluvia para contaminar fuentes de agua tanto superficial (ríos, lagos y mares) como subterránea (Campos, 2018).

En la actualidad, el uso de productos fitosanitarios es una medida de salud pública de alcance mundial que permite el control efectivo de plagas y aumentar la productividad agrícola, forestal y ganadera. Pero, por otro lado, se han generado diversos problemas de salud pública, como la contaminación al medio ambiente y daños crónicos en la salud de los seres humanos (Muñoz, 2011).

El escenario ambiental original en épocas pasadas se caracterizaba por una abundante vegetación, fauna, ríos, montañas, lagunas, yacimientos como lo describe la autora Rachel Carson en su libro *La Primavera Silenciosa* (Carson, 1999). Lamentablemente, el ser humano ha sido la especie que ha tenido la capacidad de alterar el escenario original de muchos paisajes que comprende la naturaleza alrededor del mundo y sobre todo durante en el siglo XX, a partir de los años 60. A través de los recursos químicos como plaguicidas, nematocidas, insecticidas y herbicidas que la sociedad requiere para satisfacer las demandas de consumo, dichas sustancias se introducen en los recursos naturales, vegetación, fauna y en el ser humano de maneras distintas, las sustancias químicas son los compañeros siniestros y poco conocidos de la radiación a la hora de cambiar la naturaleza misma del mundo, de su vida.

Al entrar en contacto con el entorno de manera física, química o biológica, estas generan cambios severos con el ambiente, desde los suelos hasta las plantas (Velasco, 2007; Rodríguez *et al.*, 2019).

Esta transformación con la que interactúan ha ido incrementando, con la manera de contralar plagas que atacan los cultivos, que provocan una menor producción

agrícola, por lo que, ante la demanda de alimentos, se optó por recurrir al desarrollo de medios químicos de control, es decir, a los productos fitosanitarios (García y Rodríguez, 2012).

Los productos fitosanitarios representan uno de los grupos químicos más empleados por el hombre, y se consideran la medida más eficiente para el control de plagas agrícolas. Sin embargo, la exposición a éstos sigue siendo un problema importante de contaminación al ambiente y daños en la salud de los seres humanos (Bortoli, Azevedo y Silva, 2009; Muñoz, 2011).

O como lo mencionan Karam *et al.*, (2004) producto fitosanitario es el nombre genérico que recibe cualquier sustancia o mezcla de sustancias usada para controlar las plagas que afectan a los cultivos o que son vectores de enfermedades. A través de un proceso químico, los productos fitosanitarios se han convertido en la manera más eficaz del control de plagas y enfermedades desde la Segunda Guerra Mundial (Ferrera *et al.*, 2018).

En cambio, la FAO (2003) menciona que los productos fitosanitarios son sustancias o mezcla de sustancias que se usan de manera intensiva para controlar plagas agrícolas e insectos causantes de enfermedades para el ser humano, facilitando un control ante dichas afectaciones, que se pueden ver reflejados en los procesos productivos y de desarrollo.

El avance de los cultivos transgénicos, auspiciado por las grandes corporaciones transnacionales biotecnológicas y químicas (Miranda, 2001), supone una vía

directa hacia la sustitución de la agricultura por la industria (Serrano, 2016), dicho proceso trasciende de la mera dependencia que el sector agropecuario lleva soportando desde que se introdujeron los factores tecnológicos antes mencionados.

La generalización de la bioingeniería constituye una nueva forma de acumulación capitalista puesto que se encuentra estrechamente ligada a la reproducción del capital industrial, sin que en ningún momento se considere la necesidad de dar solución a los problemas sociales y económicos que caracterizan al campo de la región, la pérdida de biodiversidad y el empleo masivo de productos fitosanitarios y fertilizantes químicos sobre los ecosistemas y la salud de la población (González, 2002).

Enfocarse a la producción con cultivos transgénicos puede ser rentable para productores que cuentan con la capacidad económica para adquirir un paquete tecnológico completo, capaces de llevarlos a cabo, en cambio quedarían regazados aquellos productores que no cuenten con dicho capital, al ser este, no rentable para su producción, quedando fuera de ese mercado. Una gran cantidad de agroquímicos altamente tóxicos permanecen actualmente dispersos en el medioambiente debido a sus componentes en el ingrediente activo provocando una alta persistencia y lenta degradación química (Garay *et al.*, 2022).

Las cifras mencionan el uso de 260 marcas en el mercado de productos fitosanitarios, donde 24 son prohibidas y 13 restringidas (CICLOPLAFEST, 1998).

#### **4.7. Clasificación de productos fitosanitarios**

Los productos fitosanitarios se clasifican en función de sus características principales, como son la toxicidad aguda, la vida media, la estructura química y su uso (Ramírez y Lacasaña, 2001).

De acuerdo con el destino de su aplicación se clasifican en: insecticidas, herbicidas, fungicidas y acaricidas. Cada uno con funciones específicas, el uso de herbicidas es dirigido para eliminar hierbas nocivas entre la cosecha, desde antes de la siembra, durante y después. La aplicación de fungicidas va directamente hacia la eliminación de hongo y mohos que afecten el desarrollo del cultivo. Los insecticidas son muy importantes para acabar con los insectos que pueden llegar a ser muy perjudiciales, son de gran utilidad para erradicar plagas que destrozan los cultivos a su paso y se clasifican de acuerdo con el nivel de desarrollo en que atacan a las plagas (Ferrer, 2003).

Por su parte, los nematicidas también son un tipo de plaguicida que se utilizan para matar parásitos de las plantas y gusanos del suelo. Por último, pero no menos importante, los acaricidas que combaten en función de los insecticidas la aparición de ácaros (Castillo *et al.*, 2020).

En 1978, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció una clasificación basada en su peligrosidad o grado de toxicidad aguda, definida ésta como la capacidad del producto fitosanitario de producir un daño agudo a la salud a través

de una o múltiples exposiciones, en un período de tiempo relativamente corto (Tabla 1).

La toxicidad se mide a través de la dosis letal media (DL50) o de la concentración letal media (CL50). Dichos factores varían respecto a la presentación del producto como lo es sólido, gel, líquido, gas y polvo. La vía de entrada ya sea oral, dérmica o respiratoria entre otros como es la temperatura, la dieta, la edad y el sexo.

**Tabla 1.** Clasificación de los productos fitosanitarios según su toxicidad, expresada en DL50 (mg/kg).

<b>Clase</b>	<b>Toxicidad</b>	<b>Ejemplo</b>
Clase IA	Extremadamente peligrosos	Paratión, dieldrín
Clase IB	Altamente peligrosos	Eldrín, diclorvos
Clase II	Moderadamente peligrosos	DDT, clordano
Clase III	Ligeramente peligroso	Malatión

**Fuente:** Ramírez y Lacasaña (2001).

La siguiente forma de clasificar a los productos fitosanitarios es por su vida media siendo estos en permanentes, persistentes, moderadamente persistentes y no persistentes (Tabla 2). Entendiendo a la persistencia como la capacidad de una sustancia o un compuesto, de permanecer en un sustrato del ambiente en particular, después de que ha cumplido el objetivo por el cual se aplicó. En cambio, por vida media se entiende al lapso de tiempo necesario para que se degrade la mitad del compuesto o mezcla aplicada.

**Tabla 2.** Clasificación de los productos fitosanitarios según su vida media de efectividad.

<b>Persistencia</b>	<b>Vida Media</b>	<b>Ejemplos</b>
No persistente	De días hasta 12 semanas	Malatión, diazinón,
Moderadamente persistente	De 1 a 18 mes	Paratión, Iannate
Persistente	De varios meses a 20 años	DDT, aldrín, dieldrín
Permanentes	Indefinidamente	Productos hechos a partir de mercurio, plomo, arsénico

**Fuente:** Ramírez y Lacasaña (2001).

La otra clasificación es de acuerdo a su grupo químico, los que incluyen desde los compuestos organoclorados y organofosforados hasta compuestos inorgánicos (Tabla 3). Mencionando a los más relevantes por su daño causado a la salud humana.

**Tabla 3.** Clasificación de los productos fitosanitarios, según su grupo químico.

<b>Familia Química</b>	<b>Ejemplos</b>
Organoclorados	DDT, aldrín, endosulfán, endrín
Organofosforados	Bromophos, diclorvos, malatión
Carbamatos	Carbaryl, methomyl, propoxu
Tiocarbamatos	Ditiocarbamato, mancozeb, maneb
Piretroides	Cypermethrin, fenvalerato, permetrín

**Fuente:** Ramírez y Lacasaña (2001).

Los organoclorados (OC) son los productos fitosanitarios más ampliamente utilizados, por su composición química, es uno de los hidrocarburos clorados, lo que representa una estructura física y química compleja, altamente insolubles en el agua (Zaragoza *et al.*, 2016).

Los compuestos organofosforados (OF), que son ésteres, amidas o tioles derivados de los ácidos fosfórico, fosfónico y fosforico (Al-Saleh, 1994), forman

otro grupo. Se descomponen con mayor facilidad y se degradan por oxidación e hidrólisis, dando origen a productos solubles en agua, tentativamente menos persistentes y poco acumulables en el organismo humano. Pertenecen a este grupo el paratión, el malatión, el diazinón, el clorpirifos y el diclorvos.

Los carbamatos (C) son otro grupo de productos fitosanitarios que pueden ser de tres tipos principales: a) derivados de ésteres carbamatados, comúnmente usados como insecticidas; b) derivados del ácido tiocarbámico, utilizados como fungicidas, y c) carbamatos propiamente dichos, que se emplean como herbicidas (Al-Saleh, 1994). Todos ellos son relativamente inestables, se les atribuye un tiempo corto de persistencia ambiental y cuentan con cierta selectividad.

#### **4.8. Impacto ambiental del uso de productos fitosanitarios**

Pese a la gran cantidad de avances tecnológicos sobre los que se sustentó la moderna intensificación de la agricultura, el aumento de los rendimientos de producción se logró fundamentalmente por medio del uso de fertilizantes y productos fitosanitarios (Rudd, 1964).

Las sustancias químicas y sus productos de degradación siempre afectan al medio ambiente en mayor o menor medida. Las aplicaciones intensivas de agroquímicos pueden causar problemas con la eliminación de organismos que no son el objetivo de la aplicación (especies no blanco), la contaminación de ecosistemas acuáticos, los efectos de resistencia en las plagas, entre otros (Schaaf, 2013; Reyes *et al.*, 2010).

El uso de químicos como los ciclodienos, carbamatos y organofosforados está disminuyendo lentamente, pero en general mantienen una participación de 50% en el mercado mundial de los productos fitosanitarios (Liess y Schulz, 1999).

Rachel Carson, en el año de 1962 en su libro publicado menciona, que al mercado salen alrededor de quinientas sustancias químicas anuales, las cuales dan como resultado un crecimiento rápido de su producción. La lucha química contra los insectos nunca se gana, por la resistencia, la adaptabilidad, por la falta de rotación.

El problema más importante de nuestra época es la contaminación del ambiente total del ser humano por sustancias extremadamente dañinas. Estas sustancias se acumulan en los tejidos de plantas y animales, y pueden incluso penetrar en las células germinales, alterando el material hereditario que determina el futuro de la especie (Machado *et al.*, 2012).

La residualidad de los insumos químicos se concentra muchas veces en los tejidos de las plantas, siendo estos difíciles de expulsar, provocado que los frutos conserven la residualidad (Bessy *et al.*, 2020).

Muchos productos químicos que se aplican en los cultivos agrícolas, tienen efectos directos e indirectos sobre la salud humana y el medio ambiente, debido a tres características que los distinguen tales como su alta persistencia, lenta degradación y alta estabilidad química. La exposición a productos fitosanitarios organoclorados está asociada a supresión inmune, trastornos hormonales, problemas de aprendizaje, anomalías congénitas, problemas reproductivos y

diferentes cánceres, debido a que están catalogados como disruptores endocrinos que alteran las funciones normales del sistema endocrino e intervienen en la síntesis, transporte, almacenamiento, y actividad natural de las hormonas del ser humano (Serrano, 2009).

La falta de programas sociales que promuevan la agricultura sustentable sin el uso de agroquímicos cancerígenos como los productos fitosanitarios organoclorados y el herbicida glifosato, junto con la falta de conocimiento sobre los daños a la salud, lleva a los agricultores y mujeres a utilizar agroquímicos prohibidos y/o restringidos, lo que tiene un impacto negativo en el ecosistema y la salud pública (Polanco *et al.*, 2019).

Aunque la ciencia química ha sido utilizada para crear armas químicas, también ha sido la solución a muchos problemas complejos que han mejorado significativamente las condiciones de vida. Por ejemplo, la química ha sido fundamental en la creación de medicamentos, insecticidas, herbicidas, conservantes, desinfectantes y otros productos que han mejorado la calidad de vida de las personas (Jáuregui, 2020).

Es fundamental contar con un conocimiento adecuado sobre el uso y manejo de los productos fitosanitarios que se emplean en los sistemas de producción. Esto es un requisito básico para poder orientar y estructurar estrategias que contribuyan a optimizar el uso de estos compuestos. Además, este conocimiento sienta las bases para futuros estudios de evaluación de los efectos de estos productos en la salud humana y los ecosistemas. Seguidamente para aportar información para las

autoridades sanitarias y reguladoras que puedan intensificar esfuerzos en la capacitación y la actualización permanente del personal técnico, jornaleros y agricultores, así como fortalecer acciones de prevención y educación hacia la comunidad (Salazar *et al.*, 2017).

El manejo de los envases vacíos es un serio problema que deriva de la agricultura y representan contaminación alta por los desechos, que posteriormente van dirigidos a los suelos. El uso de los productos fitosanitarios es muy variado y se emplea en distintas actividades. Sin embargo, la agricultura es la actividad que más utiliza este tipo de compuestos. De hecho, la agricultura consume el 85% de la producción mundial de productos fitosanitarios. El objetivo principal de estos productos es controlar químicamente las diversas plagas que afectan la cantidad y calidad de las cosechas de alimentos y otros vegetales (Senanayake y Karalliedde, 1987).

Es importante la actividad laboral como fuente de exposición a productos fitosanitarios en trabajadores agrícolas y sus familias, en trabajadores de la industria química fabricante de estos productos, en fumigadores y, en general, todos aquellos que formulan, manufacturan, mezclan, transportan, cargan, almacenan o aplican productos fitosanitarios (Al-Saleh, 1994; López, 1993).

El nivel de exposición y la probabilidad de intoxicaciones agudas en estos grupos son sustancialmente mayores por el contacto continuo y estrecho con los compuestos químicos (Butinof *et al.*, 2019).

A pesar de que los períodos de contacto con el agente son relativamente cortos, no dejan de ser intensos y repetitivos durante la jornada de trabajo, provocando efectos tóxicos que varían en función del tipo y la cantidad de producto fitosanitario al que se estuvo expuesto, siendo relativamente infrecuentes los episodios de tipo accidental o intencional (Machado *et al.*, 2012).

La presencia de productos fitosanitarios en los suelos es ocasionada por diversas circunstancias, como la aplicación aérea a las plantas para controlar plagas, con insecticidas, fungicidas y herbicidas que son los más usados, lo que ocasiona un almacenamiento del 50% del producto en el suelo. Sin embargo, la aplicación de herbicidas por su direccionalidad a combatir las malas hierbas va directo al suelo durante la preemergencia y presiembra (Bessy *et al.*, 2020).

#### **4.9. Impacto social del uso de productos fitosanitarios**

El contacto de las personas con productos fitosanitarios empleados en los cultivos agrícolas puede ser de diversas maneras tanto dérmica, respiratoria, ocular u oral, siendo los trabajadores encargados de preparar las mezclas y/o de las aplicaciones en las plantaciones, los que más expuestos están por el manejo directo de los productos (Martínez *et al.*, 2019; Cotrina *et al.*, 2021). Del mismo modo, las personas o jornaleros que entran o trabajan en campos o espacios tratados (Salazar *et al.*, 2017).

Los habitantes de las comunidades aledañas a las áreas agrícolas fumigadas también pueden estar expuestos al contacto de productos fitosanitarios aplicados

en pulverizaciones o gotas diminutas, al ser dispersados por el viento contaminando el agua consumida y el aire que respiran (Doménech, 2004; Arciniega, 2021). Mientras que, en el caso de los consumidores de productos agrícolas en general, por la transferencia de residuos persistentes en los alimentos (FAO-OMS, 2019).

Los productos fitosanitarios se distribuyen en el organismo a través del torrente sanguíneo. Los compuestos liposolubles se unen a las lipoproteínas, mientras que las moléculas hidrosolubles lo hacen a las proteínas plasmáticas o permanecen disueltas en la sangre. Según su afinidad, el producto fitosanitario se fijará en órganos o tejidos específicos, como el hígado o los riñones, y aquellos que son lipofílicos se acumularán en tejidos como el adiposo y el nervioso, tal es el caso del insecticida DDT (diclorodifeniltricloroetano) y, en general, los productos fitosanitarios OC (González, 2002).

Lo crítico es que se detectó la presencia de insecticidas y fungicidas de alta toxicidad aguda y crónica, con efectos cancerígenos, teratogénicos y que provocan a largo plazo alteraciones en los sistemas reproductivos, nervioso e inmunológico (SAG, 2019; CITUC, 2022).

Los efectos nocivos de los productos fitosanitarios a la salud humana pueden ir desde intoxicaciones agudas, enfermedades crónico-degenerativas, hasta la muerte (Arciniega, 2021; Cotrina *et al.*, 2021). De acuerdo con Doménech (2004) la toxicidad aguda es la que provoca más visitas a los centros de salud y puede ser oral (por ingesta), dérmica (por contacto) y por inhalación.

Las enfermedades o toxicidades humanas crónico degenerativas se refieren a los efectos adversos causados como resultado de la exposición repetida o a largo plazo, y son las que mayor preocupación generan a diversos grupos de interés en la temática (Doménech, 2004; FAO-OMS, 2019), por las barreras existentes que limitan el acceso a estadísticas e información de las consecuencias sobre la salud que tiene su uso en el largo plazo. En cuanto a los fallecimientos, Doménech (2004) tomando como referencia datos de la OMS, cita que, de casi 3 millones de personas afectadas anualmente por intoxicación aguda de productos fitosanitarios, alrededor de un cuarto de millón fallecen (entre ellos muchos suicidios).

Entre los síntomas de intoxicación aguda con mayor frecuencia reportados por la aplicación de productos fitosanitarios en trabajadores y productores de hortalizas, granos, flores y algunas frutas en el Valle de Tixtla, Guerrero, destacan: dolor de cabeza (Cefalea), comezón, mareo, hormigueo, ardor en la piel, ardor de ojos, náuseas y/o vómito, visión borrosa, entre otras (Cortés *et al.*, 2008).

Por su parte, Ordoñez *et al.* (2019) reportan que de 58 personas encuestadas que trabajaban o estuvieron relacionadas con las actividades agrícolas en el municipio de Casas Grandes, Chihuahua, el 56.9% manifestó tener algún familiar fallecido por algún tipo de cáncer, destacando el cáncer de estómago y el de pulmón con el 20.69% y 18.97% de los casos, respectivamente.

Las situaciones de riesgo para los trabajadores de campo pueden ser múltiples, por ejemplo: 1) no estar capacitados en las medidas de seguridad para el manejo y almacenamiento de los productos fitosanitarios; 2) realizar prácticas habituales

como la ingesta de alimentos durante o después de las aplicaciones (Salazar *et al.*, 2017) y 3) no emplear el equipo apropiado como guantes, mascarilla, anteojos, delantal, casco y botas (Salazar *et al.*, 2017; Ordoñez *et al.*, 2019; Cotrina *et al.*, 2021).

Otras actividades de manipulación que representan situaciones de riesgo para la salud humana incluyen el almacenamiento de los productos, la limpieza y el resguardo de los equipos de aplicación, y la eliminación de recipientes vacíos y materiales contaminados como guantes, lavado de equipo después de la aplicación (Ramírez *et al.*, 2017), no lavar la ropa utilizada en las aplicaciones y por separado de otras prendas personales o familiares (Salazar *et al.*, 2017).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Localización**

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, cuyas coordenadas geográficas se extienden entre los 18° 06´ N y 95° 53´ O. A una altura promedio de 30 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2024). Las principales actividades agropecuarias que se realizan en este municipio son la producción de piña, caña de azúcar y la ganadería bovina doble propósito.

### **5.2. Estrategia de investigación**

En la primera etapa se implementó la estrategia de recorridos en campo mencionada por Arévalo *et al.* (2014). Esto con el fin de observar y clasificar los envases y bolsas vacías de productos fitosanitarios utilizados por los productores, durante un periodo de seis meses.

La segunda etapa consistió en la elaboración y aplicación de dos cuestionarios (uno aplicado a productores y otro a jornaleros encargados de las aplicaciones), complementados con la observación directa.

La tercera etapa contempló la visita a tiendas comerciales de agroquímicos pertenecientes al municipio de Loma Bonita con la finalidad de recabar información referente a los productos fitosanitarios que manejan específicamente para el cultivo de piña.

### **5.3. Método de obtención de datos**

Como método de obtención de datos se empleó la encuesta. Para ello, se elaboraron dos cuestionarios, uno aplicado a los productores o dueños de las unidades de producción (Anexo 1) y el otro orientado a los jornaleros encargados de las aplicaciones de los productos fitosanitarios (Anexo 2). Dichos cuestionarios se elaboraron a partir de la revisión de trabajos teóricos y empíricos en el área de los productos fitosanitarios y sus afectaciones adversas a la salud y al medio ambiente (Ordoñez *et al.*, 2019).

Como se mencionó anteriormente en la etapa tres para determinar el tipo de productos fitosanitarios utilizados por productores de piña en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, se recurrió a una encuesta rápida (Anexo 3) a tiendas comerciales, la cual fue aplicada a siete tiendas más concurridas del municipio, en las que se preguntaron datos sociodemográficos (nombre de la empresa, ubicación, edad, y género), seguido de aspectos referentes al manejo de productos fitosanitarios, segmentado en tres secciones, la primera productos fitosanitarios para el control de malezas (maleza a combatir, nombre comercial, compañía), la segunda control de enfermedades (enfermedad a combatir, nombre comercial, compañía) y la tercera control de plagas (plaga a combatir, nombre comercial, compañía), las tres enfocadas exclusivamente al cultivo de piña.

#### **5.4. Estructura de la encuesta a productores**

En el cuestionario aplicado a los productores quedó integrado por características personales: edad, género y escolaridad (3 ítems). Para identificar la unidad de producción: comunidad, número total de hectáreas, número de hectáreas destinadas a piña, número de hectáreas destinadas a piña por variedad, número de plantas por hectárea y rendimiento por hectárea (6 ítems). En relación con su nivel de tecnificación se segmentó en los implementos con los que cuenta el productor: tractor; riego; acolchado plástico; malla sombra; encamadora; rastra; surcadora y spray boom (8 ítems). En relación con el uso de productos fitosanitarios se estructuró en: nematicidas (5 ítems), de los cuales se mencionó una lista de los posibles productos a utilizar, dejando una opción abierta para la descripción de algún otro producto no enlistado; insecticidas-acaricidas (27 ítems); fungicidas (11 ítems); bactericidas (3 ítems) y herbicidas (27 ítems). El cuestionario incluyó preguntas con escalas dicotómicas, politómicas y abiertas.

#### **5.5. Estructura de la encuesta a trabajadores**

En cuanto al cuestionario aplicado a los trabajadores se estructuró en cinco secciones, la primera relacionada a características personales: edad, género y escolaridad (3 ítems). La segunda relacionada con el uso del equipo de protección como: guantes, camisa, máscara respiratoria, delantal impermeable, protector de ojos, botas y gorro impermeable dejando una opción abierta para otro equipo no enlistado (8 ítems). La tercera relacionada con el manejo de envases y/o equipo respecto a la frecuencia con la que realizan actividades como: tirarlos al río, tirarlos

en el terreno, quemarlos, transportarlos a la casa, reutilizarlo, realizarle el triple lavado, almacenarlo bajo llave o llevarlo a un centro de acopio, dejando nuevamente una opción abierta (9 ítems). La cuarta relacionada con las intoxicaciones respecto a la frecuencia de presencia de síntomas como: tos, dolor de cabeza, ardor en pies, ardor en la piel, ojos llorosos, ardor en las manos, náuseas, dolor de huesos, dolor de espalda y la opción de otro (10 ítems), después de la aplicación de productos fitosanitarios. Por último, enfermedades crónico-degenerativas en relación a la acción ante una intoxicación como ir al: médico particular, centro de salud o el consumo de remedios caseros y una opción abierta (4 ítems), añadiendo la ausencia de fallecimiento de algún familiar por aplicación de productos fitosanitarios por cáncer: nasal, piel, hueso, páncreas, estómago, pulmón, próstata o leucemia (8 ítems). El cuestionario incluyó preguntas con escalas dicotómicas, politómicas y abiertas.

## **5.6. Tipo de estudio y tamaño de la muestra**

El diseño del estudio fue no experimental, descriptivo y de corte transversal (Agudelo *et al.*, 2008). Los cuestionarios se aplicaron de junio de 2022 a marzo de 2023. Las unidades de análisis e informantes (Kleeberg y Ramos, 2009) fueron los productores piñeros y los trabajadores encargados de las aplicaciones de productos fitosanitarios en el cultivo de piña. El muestreo fue no probabilístico por bola de nieve, para lo cual, a partir de una pequeña muestra inicial, a cada uno de los individuos entrevistados se les pedía el apoyo para sugerir a otros colegas como posibles informantes que podrían ser incluidos en la muestra (Martínez *et*

*al.*, 2014; Cotrina *et al.*, 2021). Para ello, se establecieron dos criterios de inclusión: ser productores y/o aplicar productos fitosanitarios en el cultivo de piña en el municipio de Loma Bonita y estar dispuestos a ser encuestados e incluidos en la muestra. Las muestras quedaron integradas por un total de 57 productores y 118 trabajadores del municipio de Loma Bonita utilizando dicha técnica.

### **5.7. Análisis de datos**

La información obtenida se capturó y se analizó utilizando el IBM SPSS Statistics 21. Para las características personales de los productores y de los aplicadores de los productos fitosanitarios se emplearon estadísticos descriptivos como: frecuencias y porcentajes. En el caso de los productos fitosanitarios empleados en el cultivo de piña se resumieron en una tabla para facilitar el análisis de la información, para ello, los productos utilizados se clasificaron de acuerdo con el tipo de uso del producto, según el organismo sobre el cual actúan (nematicidas, insecticidas-acaricidas, fungicidas, bactericidas y herbicidas) (Ramírez *et al.*, 2017). Se identificaron los detalles relevantes del producto y su distribución.

Para el grado de toxicidad los productos fitosanitarios empleados en piña se identificó el ingrediente activo y con base en Ramírez y Lacazaña (2001) se agrupó de acuerdo con el color de banda del envase, correspondiendo a: I= Extremadamente tóxico (rojo), II= Altamente tóxico (amarillo), III= Moderadamente tóxico (azul); IV= Ligeramente tóxico (verde).

Para los siguientes apartados se utilizó estadística descriptiva (frecuencias y porcentajes) para analizar los datos obtenidos sobre cómo es el manejo, aplicación y empleo de equipo de protección personal, el destino de los envases de los productos fitosanitarios empleados, los síntomas de intoxicación aguda y presencia de enfermedades crónico-degenerativas. A excepción de los hábitos en el manejo y el destino de los envases fueron medidos con escala Likert desde nunca hasta siempre.

### **5.8. Comprobación de hipótesis**

Para determinar la hipótesis cuatro respecto a las diferencias de productos fitosanitarios empleados según la variedad de piña Cayena Lisa y MD2 se elaboró una matriz de 2x2 en SPSS en la que para cada producto fitosanitario se preguntó si se utilizaba o no para cada variedad. En este sentido, la prueba estadística empleada fue la no paramétrica de Chi cuadrada. Prestableciéndose un nivel de significancia menor al 5% ( $p < 0.05$ ).

Para la comprobación de la hipótesis cinco se llevó a cabo una agrupación de productores, de acuerdo con la adopción de ocho componentes tecnológicos (tractor, riego, acolchado plástico, malla sombra, encamadora, rastra, surcadora y spray boom) se realizó un análisis de conglomerados en el programa SPSS para obtener los grupos de innovación respecto a su nivel tecnológico de los productores quedando en dos grupos: Tecnificado (9 productores) y no tecnificado (48 productores). Para cada grupo tecnológico se identificaron los productos fitosanitarios, empleándose también la técnica estadística no paramétrica Chi

cuadrada, preestableciéndose igualmente una prueba de significancia al 5% ( $p < 0.05$ ).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Características personales de los productores

La edad promedio fue de 44.84 años  $\pm$  9.2 años, donde el productor más longevo contó con 63 años y el más joven con 30 años (Tabla 4). Estos resultados son similares a los más de 45 años reportados por Martínez *et al.* (2020) para una muestra de 68 productores de piña del municipio de Loma Bonita. Los hallazgos están seis años por debajo de los 51 años reportados por Esquivel *et al.* (2019) para productores de melón, sandía, chile y jitomate en un estudio similar conducido en La Comarca Lagunera, México. Esta diferencia en cuanto a la edad se puede deber a los mínimos y máximos de edad de los productores incluidos en las muestras, es decir, productores con edad más baja y productores con edad más alta en relación con el presente estudio.

**Tabla 4.** Estadísticos de la edad de los productores de piña.

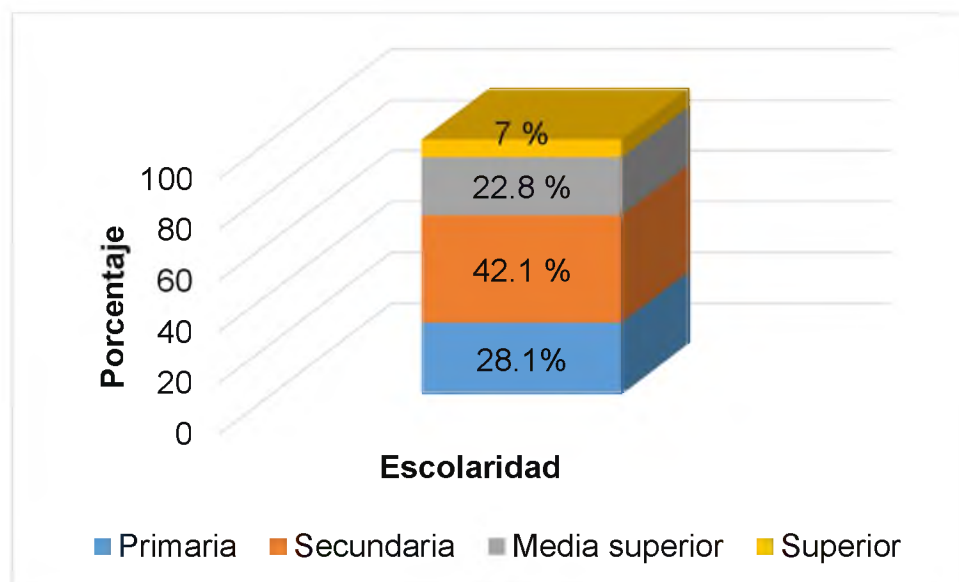
Estadísticos		
N	Válidos	57
	Perdidos	0
	<b>Media</b>	44.84
	<b>Desv. típ.</b>	9.194
	<b>Rango</b>	33
	<b>Mínimo</b>	30
	<b>Máximo</b>	63

**Fuente:** Elaboración propia.

El total (100%) de los productores encuestados fueron hombres. Esta situación se puede deber a que la producción de piña implica la realización de actividades

pesadas y riesgosas durante todo el ciclo productivo, tales como la preparación del terreno, la siembra, la aplicación de productos fitosanitarios con alto grado de toxicidad, entre otras. Un porcentaje igual es reportado por Salazar *et al.* (2019) para productores de fresa de los estados de Puebla y Tlaxcala, destacando la utilización de plaguicidas como una situación de riesgo.

De los 57 encuestados, la mayoría cuenta con bajos niveles de estudio, destacando la primaria, secundaria y bachillerato con 16 (28.1%), 24 (42.1%) y 13 (22.8%), respectivamente (Gráfica 3). De manera conjunta estos niveles representan el 93%.



**Gráfica 3.** Escolaridad de productores de piña.

## **6.2. Productos fitosanitarios empleados en el cultivo de piña**

Los resultados muestran que el total de los productores entrevistados (100%) utilizan productos fitosanitarios, lo que coincide con lo reportado en otras zonas agrícolas de México como en la parte norte del estado de Puebla (Ortega *et al.*, 2014).

La tabla 5 muestra el uso de 20 productos fitosanitarios empleados en el cultivo de piña de acuerdo con el tipo de uso del producto, según el organismo sobre el cual actúan, siendo mencionados por los productores siete insecticidas/acaricidas, siete herbicidas, tres fungicidas, dos nematocidas y un bactericida.

Los resultados de Vargas *et al.* (2016) mencionan 26 productos identificados, de los cuales, 50% fueron fungicidas, 44% insecticidas, 4% bactericidas y 2% herbicidas en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera.

Para el cultivo de maíz, Hernández *et al.* (2019) reportan el uso de 14 herbicidas (predominando el uso del paraquat, glifosato y 2,4-D), 25 insecticidas (predominando el uso de los organofosforados, piretroides y carbamatos), nueve fungicidas identificados (predominando el uso del mancozeb), productos similares a los utilizados en el cultivo de piña.

**Tabla 5.** Uso y clasificación de productos fitosanitarios por productores en el cultivo de piña.

TIPO DE PRODUCTO FITOSANITARIO	NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	COMPAÑÍA	PRODUCTORES QUE LO USAN	%
Nematicidas	Counter FC	(Terbufos)	AMVAC	57	100
	Vydate	(Oxamil 24%)	CORTEVA AgroScience	3	5.3
Insecticidas/Acaricidas	Malathion	(Malathion)	ADAMA	1	1.8
	Diazinon 25	(Diazinon)	DRAGON	7	12.3
	Muralla Max	(Imidacloprid + Betacyfluthrin)	BAYER	5	8.8
	Lucaban 480 CE	(Clorpirifos etil)	LUCAVA	1	1.8
	Rogor	(Dimetoato)	DRAGON CALIDAD	21	36.8
	Metrifos 600	(Metamidofos 48%)	TRIDENTE	2	3.5
	Sevin 80 PH	(Carbaril)	BAYER	5	8.8
Fungicidas	Aliette	(Fosetil-Al)	BAYER	15	26.3
	Axione	(Tiofanato metílico)	DRAGON	2	3.5
	Prontius	(Tiofanato metílico)	TACSA	6	10.5
Bactericida	Kasumin	(Kasugamicina)	ARYSTA	1	1.8
Herbicidas	Faena Fuerte	(Glifosato)	MONSANTO	6	10.5
	Cerillo	(Paraquat)	SYNGENTA	3	5.3
	Gramoxone	(Paraquat)	SYNGENTA	1	1.8
	Karmex XP	(Diuron 80%)	ADAMA	53	93
	Caña Z Plus	(Ametrina + Atrazina + Diuron)	AGRONOVA	1	1.8
	Galant-Ultra	(Haloxifop-r-metil éster)	CORTEVA AgroScience	6	10.5
	Hyvar	(Bromacil)	AMVAC	43	75.4

**Fuente:** Elaboración propia.

Del total de productores encuestados, 57 hacen uso del Counter FC (terbufos), un insecticida-nematicida-acaricida, que pertenece al grupo de organofosforados y se considera altamente tóxico. Este producto se presenta en forma de gránulos y actúa de manera sistémica sobre los nematodos, interfiriendo directamente en el suelo con una actividad residual (American Vanguard, 2007). Su uso ayuda a prevenir afectaciones radiculares en las nuevas plantas de piña (Uriza *et al.*, 2018).

Las variedades Cayena Lisa como MD2 son susceptibles al ataque de nemátodos (Santoyo y Martínez, 2011).

En relación a la aplicación de insecticidas/acaricidas el más utilizado es el Rogor (Dimetoato), mencionado por 21 productores (36.8%). Este producto al ser sistémico organofosforado, con acción de contacto e ingestión controla la presencia de plagas como el piojo harinoso (rosado y gris): *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) y *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley, transmisores de los virus de la marchitez PMWaV-1, PMWaV-2 y PMWaV-3, hormigas: *Selenopsis geminata* sinfílicos: *Scutigerella sakimurai* Scheller, gallina ciega: *Phyllophaga* sp., entre otros. Bloqueando la transmisión de impulsos nerviosos al inhibir la colinesterada que al quedar libres, estas sustancias afectan directamente el sistema nervioso del insecto, provocándoles descoordinación, lo que a su vez les impide alimentarse y finalmente mueren por inanición. (Lasram *et al.*, 2014).

Para el caso de la aplicación del insecticida Muralla Max (Imidacloprid + Betacyflutrin), producto sistémico y de contacto, empleado en el cultivo de piña para el control de sinfílicos: *Scutigerella sakimurai* Scheller, el cual ataca directamente a las raíces en el suelo, afectando en sus funciones de sostén, alimentación y abasto de agua. De acuerdo con Vargas *et al.* (2016) fue empleado de forma variable en la producción de melón en la Comarca Lagunera. En relación con el ingrediente activo, Castillo y Castillo (2021) reportaron que la acción del producto actúa en el sistema nervioso, modificando el canal de sodio de la membrana nerviosa del insecto plaga a combatir en el cultivo de tomate riñón.

De los fungicidas, el producto Aliette (Fosetil-AI) es empleado por 15 productores (26.3%). El producto mencionado es un sistémico que se presenta en forma de gránulos (Crop Science, 2023), se emplea para combatir enfermedades que afectan directamente a la planta (cuello, tronco y raíces) (Castillo y Castillo, 2021). En piña, se emplea para la pudrición del cogollo (*Phytophthora nicotianae*), pudrición negra del tallo (*Thielaviopsis paradoxa*) pudrición bacteriana del cogollo (*Erwinia chrysanthemi* Burkh), pudrición del cogollo y raíz (*Phytophthora cinnamomi* Rands), entre otros. El mal manejo de este fungicida afecta directamente por inhalación del polvo o por contacto dérmico con el producto en el área de preparación (Raman, 2014).

Mientras que, en el caso de los bactericidas, su uso fue mínimo, ya que solo un productor señaló utilizar el producto Kasumin (Kasugamicina). En piña es poco empleado ya que solo busca evitar que los patógenos encuentren heridas o vías de entrada en las hojas y frutos de la planta. El producto mencionado ayuda a la inhibición de incorporación de aminoácidos a la síntesis de proteínas en bacterias y hongos que puedan dañar al cultivo (Arysta, 2018), el producto es absorbido por hojas y raíces y traslocado rápidamente a todas las partes de la planta donde previene el crecimiento de las lesiones.

En el caso de los herbicidas para control de malezas, el Karmex XP (Diuron 80%) y el Hyvar (Bromacil) fueron los más utilizados por 53 (93%) y 43 (55.4%) productores, respectivamente. El uso de acolchado plástico para el cultivo de piña inhibe una mayor brotación de malezas (Guerrero, 2018). En cambio, ante un

terreno no parcialmente acolchado en su totalidad, exigiendo su control con dichos herbicidas los cuales actúan de manera sistémica, absorbido por las raíces.

### **6.3. Grado de toxicidad de los productos fitosanitarios empleados en el cultivo de piña**

Como se mencionó anteriormente, el color de la banda en el envase está relacionado al grado de toxicidad del producto. En este sentido, de los 20 productos fitosanitarios empleados por los productores encuestados 3 pertenecen al grupo I Altamente tóxicos (Counter FC, Vydate y Metrifos 600), 3 corresponden al grupo II Extremadamente tóxicos (Lucaban 480 CE, Cerillo y Gramoxone) y el resto entran en el grupo III Moderadamente y IV ligeramente tóxicos (Tabla 6).

El uso de productos fitosanitarios empleados en el municipio de Loma Bonita es similar a los reportados en Costa Rica por Montiel (2015) donde aplican Diazinon, Paraquat, Diuron, Ametrina y Fosetil para el cultivo de piña, el cual el Diazinon es considerado del grupo de los organofosforados. El manejo de productos fitosanitarios correspondientes al grupo de los organofosforados, prohibidos y/o restringidos por el Convenio de Estocolmo, siguen en uso tanto en el cultivo de piña como en lo reportado por Polanco *et al.* (2019) con la aplicación insecticidas Diazinon, Muralla Max y Malation para los cultivos de maíz, cítricos y hortalizas, donde, el Diazinon y Malation pertenecen al grupo de los organofosforados. Para el caso de, Vargas *et al.* (2019) hallaron la aplicación de Malation para la eliminación del pulgón del melón (*Aphis gossypii*) en este cultivo, en tres áreas intensivas de producción de la Comarca Lagunera. Castillo y Castillo (2021)

reportaron el uso de productos Clorpirifos aplicado en el cultivo de tomate en Ecuador.

Para el caso de los fungicidas, enfocados a prevenir y controlar enfermedades en el cultivo durante su ciclo vegetativo, el uso frecuente trae consigo efectos crónicos en los consumidores y jornaleros agrícolas, manifestándose en el entorno, organismo, el aire, el agua (Geissen *et al.*, 2010; Paro *et al.*, 2012). Provocando a los aplicadores de dichos productos la alteración de la función de la tiroides, toxicidad reproductiva, neurotoxicidad y potencial carcinogénico ante un mal manejo (Srivastava y Singh 2013; Roede 2014).

Por su parte, el uso del producto fitosanitario Muralla Max específicamente el ingrediente activo Imidacloprid, al tener un grado de toxicidad III se considera peligroso para los seres humanos por la OMS y la Agencia Estadounidense de Protección Ambiental (Kumar *et al.*, 2013), al igual se ha convertido en preocupación ecológica debido a su toxicidad en las abejas y aves (Goulson, 2013; Fairbrother *et al.*, 2014).

El emplear productos con categoría toxicológica I, puede afectar directamente a los aplicadores, dañando la permeabilidad de las células, causar daños en los tejidos, y alterar el funcionamiento de los organismos vitales a corto como a largo plazo, debido al mal manejo y carencia del equipo de protección personal durante su aplicación (Lindao *et al.*, 2015), por ello, es importante manejarlos con precaución y seguir las medidas de seguridad durante su uso y manipulación.

**Tabla 6.** Productos fitosanitarios empleados en piña y su grado de toxicidad.

<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	<b>INGREDIENTE ACTIVO</b>	<b>TOXICIDAD</b>
Counter FC	(Terbufos )	I
Vydate	(Oxamil 24%)	I
Malathion	(Malathion)	III
Diazinon25	(Diazinon)	III
Muralla Max	(Imidacloprid + Betacyfluthrin)	III
Lucaban 480 CE	(Clorpirifos etil)	II
Rogor	(Dimetoato)	III
Metrifos 600	(Metamidofos 48%)	I
Sevin 80 PH	(Carbaril)	III
Aliette	(Fosetil-Al)	IV
Axione	(Tiofanato metílico)	III
Prontius	(Tiofanato metílico)	III
Kasumin	(Kasugamicina)	IV
Faena Fuerte	(Glifosato)	IV
Cerillo	(Paraquat)	II
Gramoxone	(Paraquat)	II
Karmex XP	(Diuron 80%)	III
Caña Z Plus	(Ametrina + Atrazina + Diuron)	III
Galant-Ultra	(Haloxifop-r-metil éster)	IV
Hyvar	(Bromacil)	III

**Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados anteriores son similares a los reportados por Leyva *et al.* (2014) en un estudio conducido en el valle de Culiacán, Sinaloa, México, en cuanto a que la mayoría de los productos fitosanitarios más usados están clasificados dentro de las categorías de menor peligro. No obstante, el hecho de que muchos de los productos no se consideren altamente tóxicos, se recomienda que en su manipulación, preparación o aplicación se tomen las precauciones pertinentes, aconsejándose tener cuidado de no ingerirlos, evitar el contacto con la piel y vías respiratorias, así como el uso de indumentaria como botas, guantes, delantales impermeables. Además de una higiene adecuada del cuerpo y de la ropa después

de su uso (Del Puerto *et al.*, 2014), aspectos que como se analizará más adelante, la mayoría de los aplicadores de este tipo de productos en el cultivo de piña, no cumple.

#### **6.4. Diferencias de productos fitosanitarios empleados según la variedad de piña**

En relación a la hipótesis planteada de uso de productos fitosanitarios entre las principales variedades de piña (MD2 y Cayena Lisa), cultivadas en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca los resultados respecto al análisis de Chi cuadrada arrojaron diferencias ( $p < 0.05$ ) en las variables de tipo de productos fitosanitarios empleados en piña para las variedades de MD2 y Cayena Lisa de Loma Bonita Oaxaca con niveles de significancia de 0.0001 hasta 0.809 respectivamente (Tabla 7).

El uso de productos fitosanitarios según la variedad de piña MD2 vs Cayena Lisa presentó diferencias significativas en: Counter FC (34.21% vs 16.67%), Karmex (31.58% vs 15.79%), Hyvar (25.44% vs 12.28%), Prontius (0% vs 5.26%), Faena Fuerte (5.26% vs 0%), Galant Ultra (5.26% vs 0%), Muralla Max (0% vs 4.39%) y Sevin 80 (4.39% vs 0%), respectivamente.

**Tabla 7.** Prueba de chi cuadrada del uso de productos fitosanitarios para las variedades MD2 y Cayena Lisa.

<b>Nombre del producto</b>	<b>Chi cuadrada</b>	<b>Gl</b>	<b>Sig.</b>
Counter FC	14.039a	1	0.0001*
Vydate	3.081a	1	0.79
Malathion	1.009a	1	0.315
Diazinon	3.805a	1	0.051
Muralla Max	5.229a	1	0.022*
Lucaban	1.009a	1	0.315
Rogor	0.058a	1	0.809
Metrifos600	2.036a	1	0.154
Sevin80	5.229a	1	0.022*
Aliette	0.691a	1	0.406
Axione	2.036a	1	0.154
Prontius	6.333a	1	0.012*
Kasumin	1.009a	1	0.315
Faena Fuerte	6.333a	1	0.012*
Cerillo	0.342a	1	0.558
Gramoxone	1.009a	1	0.315
Karmex	11.400a	1	0.001*
Caña Z Plus	1.009a	1	0.315
Galant Ultra	6.333a	1	0.012*
Hyvar	8.402a	1	0.004*

\*: Tienen una frecuencia esperada inferior a 5.

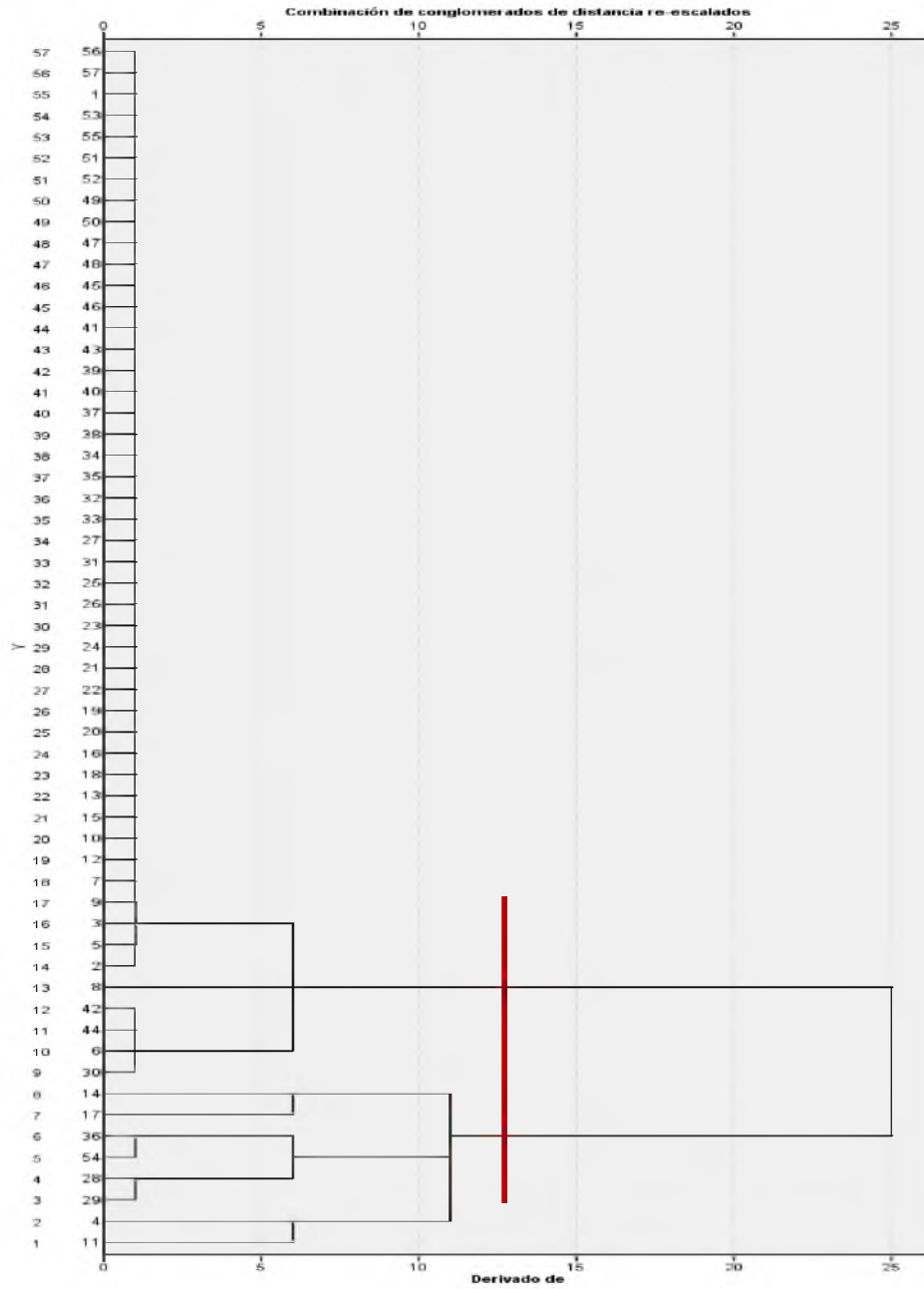
**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

## **6.5. Diferencias de productos fitosanitarios empleados según el nivel**

### **tecnológico**

El análisis de conglomerados permitió integrar a los productores en dos grupos. El grupo 1 conformado por 48 productores (Gráfica 4) se caracterizó porque el total (100%) mencionó no contar con tractor, encamadora, rastra, surcadora y spray boom. Solo un 4.1% dispone de riego, 2% de acolchado plástico y 8.2% de malla sombra. El grupo 2 quedó conformado por 9 productores de los cuales, el 100% señaló contar con tractor, rastra y surcadora. En el caso de los otros componentes

tecnológicos, el 37.5% dispone de riego, 25% de acolchado, 75% de malla sombra, 25% de encamadora y 75% de spray boom.



**Gráfica 4.** Dendrograma según nivel tecnológico.

Considerando la disponibilidad de los componentes tecnológicos para cada grupo, y tomando como referencia el trabajo de Álvarez *et al.* (2020), se nombró al grupo 1 como no tecnificado y al grupo 2 como tecnificado (Tabla 8). En el caso del grupo no tecnificado los productores cuentan en promedio con 11 hectáreas destinadas a la siembra de piña, con una densidad promedio de 34,020 plantas por hectárea y un rendimiento por hectárea de 46 toneladas. Mientras que, los productores tecnificados cuentan en promedio con 36.8 hectáreas destinadas a la siembra de piña, con una densidad promedio de 40,556 plantas por hectárea y un rendimiento por hectárea de 55 toneladas. Como se puede apreciar en la Tabla 8, existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en cuanto a la disponibilidad de los ocho componentes tecnológicos entre ambos grupos.

**Tabla 8.** Clasificación de grupos de productores de piña según su nivel de tecnificación.

Componente tecnológico	Grupo 1 (No tecnificado)		Grupo 2 (Tecnificado)				P < 0.050		
	Cuenta	%	No cuenta	%	Cuenta	%		No cuenta	%
Tractor	0	0	49	100	8	100	0	0	0.000
Riego	2	4.1	47	95.9	3	37.5	5	62.5	0.017
Acolchado	1	2	48	98	2	25	6	75	0.049
Malla sombra	4	8.2	45	91.8	6	75	2	25	0.000
Encamadora	0	0	49	100	2	25	6	75	0.018
Rastra	0	0	49	100	8	100	0	0	0.000
Surcadora	0	0	49	100	8	100	0	0	0.000
Spray boom	0	0	49	100	6	75	2	25	0.000

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

En relación al uso de productos fitosanitarios y el grupo al que pertenece se puede observar en la Tabla 9 que, de los 20 productos fitosanitarios incluidos en el cuestionario, uno de ellos (Counter FC) fue utilizado por ambos grupos de

productores para el cultivo de piña por lo que no existió diferencia estadística. En contraste, dos productos (Kasumin y Caña Z Plus) presentaron diferencias significativas en cuanto al uso entre los dos grupos de productores. Con esto se comprueba que existen diferencias entre productos fitosanitarios entre grupos tecnificados y no tecnificados con lo que se comprueba la hipótesis número 5.

Los 17 productos restantes no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) lo que significa que los porcentajes reportados por ambos grupos son similares. En el caso de los productos con diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), el Kasumin es aplicado por el 100% de los productores del grupo no tecnificado y por el 88.89% del grupo tecnificado. Estas diferencias se pueden deber a su efectividad al combate de enfermedades al ser un fungicida, bactericida.

En cultivos como la papa y cebolla se ha encontrado que existen productores que dependen de ciertos productos fitosanitarios, porque son indispensables para mejorar los rendimientos y para proteger los cultivos contra plagas y malezas (Jiménez *et al.*, 2016), por lo que mostraron hacer un uso mayor en cuanto a cantidad y frecuencia, de ciertas sustancias al igual que en la presente investigación con productos como el Kasumin y el Caña Z Plus por parte de los productores tecnificados. Sobre esto, Leyva *et al.* (2014) mencionan que una de las características de la agricultura tecnificada es la dependencia del uso de agroquímicos para evitar pérdidas por el ataque de plagas. De lo anterior, tal como lo señaló Minaya (2013) solo altos niveles de tecnificación entre los agricultores harían posible el aprovechamiento racional de los terrenos a cultivar.

**Tabla 9.** Prueba de chi cuadrada para el uso de productos fitosanitarios según nivel tecnológico.

Nombre comercial	Grupo 1 (No tecnificado)				Grupo 1 (Tecnificado)				P < 0.050
	Sí usa	%	No usa	%	Sí usa	%	No usa	%	
1 Counter FC	48	100.00	0	0.00	9	100.00	0	0.00	
2 Vidate	2	4.17	46	95.83	1	11.11	8	88.89	0.392
3 Malathion	1	2.08	47	97.92	0	0.00	9	100.00	0.662
4 Diazinon	5	10.42	43	89.58	2	22.22	7	77.78	0.322
5 Muralla Max	4	8.33	44	91.67	1	11.11	8	88.89	0.787
6 Lucaban	1	2.08	47	97.92	0	0.00	9	100.00	0.662
7 Rogor	18	37.50	30	62.50	3	33.33	6	66.67	0.812
8 Metrifos600	1	2.08	47	97.92	1	11.11	8	88.89	0.177
9 Sevin80	4	8.33	44	91.67	1	11.11	8	88.89	0.787
10 Aliette	14	29.17	34	70.83	1	11.11	8	88.89	0.259
11 Axione	1	2.08	47	97.92	1	11.11	8	88.89	0.177
12 Prontius	6	12.50	42	87.50	0	0.00	9	100.00	0.262
13 Kasumin	0	0.00	48	100.00	1	11.11	9	100.00	0.02*
14 Faena Fuerte	6	12.50	42	87.50	0	0.00	9	100.00	0.262
15 Cerillo	3	6.25	45	93.75	0	0.00	9	100.00	0.441
16 Gramoxone	1	2.08	47	97.92	0	0.00	9	100.00	0.662
17 Karmex	46	95.83	2	4.17	8	88.89	1	11.11	0.392
18 Caña Z Plus	0	0.00	48	100.00	1	11.11	8	88.89	0.02*
19 Galant Ultra	5	10.42	43	89.58	1	11.11	8	88.89	0.950
20 Hyvar	37	77.08	11	22.92	6	66.67	3	33.33	0.505

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

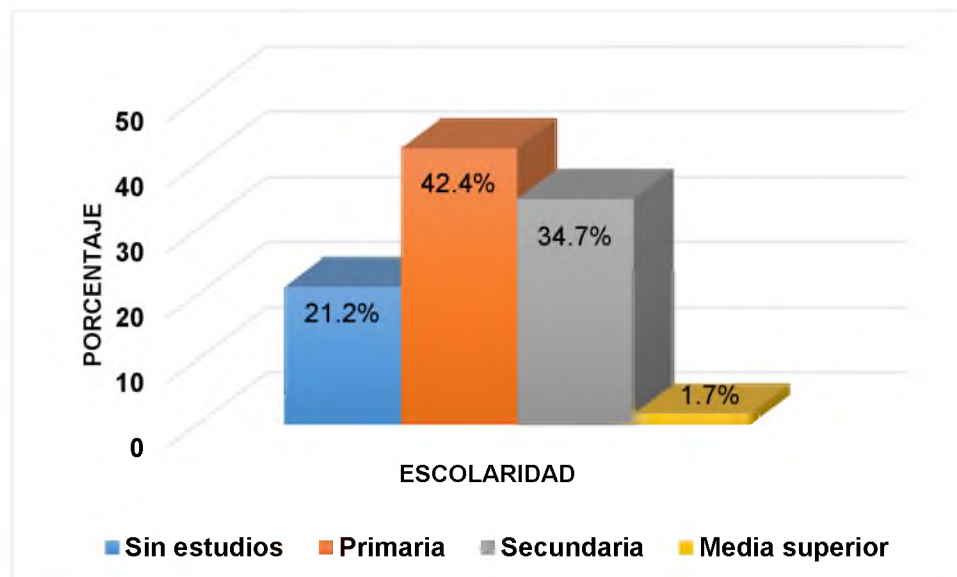
## 6.6. Hábitos en el manejo, aplicación y empleo de equipo de protección personal

La edad promedio de los 118 jornaleros encuestados fue de 39.74 años  $\pm$ 13.60 años. La persona más joven contaba con 14 años y la de mayor edad con 76 años. Esquivel *et al.* (2019) reportaron un promedio superior de 52 años para 90

trabajadores que aplican productos fitosanitarios para cultivos en la Comarca Lagunera, México.

Del total de trabajadores encuestados, el género masculino domina con 113 jornaleros con una participación del 95.8%, mientras que solo 5 pertenecen al género femenino correspondiente a un 4.2%. Montoro *et al.* (2009) mencionaron al género masculino con mayor participación del 65% de sus 435 encuestados en la aplicación de productos fitosanitarios del cultivo de maíz en la Sierra Central del Perú.

Los trabajadores de Loma Bonita presentan un bajo nivel educativo, de 118 trabajadores encuestados, 25 jornaleros no tienen estudios, lo que representa un 21.2%, 50 jornaleros solo terminaron la primaria, lo que significa un 42.4%, posteriormente 41 empleadores con secundaria, es decir un 34.5% y solo 2 jornaleros alcanzaron el grado medio superior, lo que representa un 1.7% (Gráfica 5).



**Gráfica 5.** Escolaridad de los trabajadores en piña.

Los resultados en cuanto a la escolaridad se refiere, toman importancia ya que se han reportado estudios, en los que existe una relación inversa en el nivel educativo de los productores y la intensidad en el uso de pesticidas, siendo los agricultores con mayores estudios y con experiencia, quienes son más propensos a conocer la información técnica necesaria para el uso eficiente de los productos fitosanitarios, y que tienen mayor conciencia sobre los efectos ambientales y en la salud humana de estos productos (Jiménez *et al.*, 2016).

En relación al empleo del equipo de protección personal (Tabla 10) los resultados obtenidos indican que los trabajadores no hacen uso completo del equipo de protección personal, el 93.2 % utiliza ropa ligera, es decir, la camisa que le cubre la mitad del cuerpo. Únicamente el 37.3 % utiliza guantes para mezclar y vaciar los productos y un 45.8 % hace uso de botas que le cubren los pies de manera completa. La mayoría no utiliza el delantal impermeable (97.5 %), gorro

impermeable (95.8 %), máscara respiratoria (82.2 %) y protector de ojos (78 %) (Tabla 10).

**Tabla 10.** Uso de equipo de protección personal para realizar aplicaciones en porcentaje.

Nombre del equipo	Nunca	La mayoría de las veces no	Algunas veces sí, algunas veces no	La mayoría de las veces sí	Siempre
Guantes	<b>58.5</b>	0.0	0.8	3.4	37.3
Camisa	5.1	0.0	0.0	1.7	<b>93.2</b>
Máscara respiratoria	<b>82.2</b>	0.0	3.4	0.0	14.4
Delantal impermeable	<b>97.5</b>	0.0	0.0	0.8	1.7
Protector de ojos	78.0	0.0	<b>6.8</b>	0.0	15.2
Botas	46.6	0.0	5.1	2.5	45.8
Gorro impermeable	<b>95.8</b>	0.0	0.8	1.7	1.7

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Estos resultados son contradictorios a las sugerencias realizadas por Del Puerto *et al.* (2014) en cuanto a que independiente del grado de toxicidad del producto fitosanitario que se manipule o haga uso, se debe contar por lo menos con la protección mínima necesaria como botas, guantes, cubrebocas y delantal.

Diversos estudios en México y de países latinoamericanos han reportado nulos o bajos porcentajes en el uso de algunas indumentarias de protección personal de los trabajadores encargados de las aplicaciones de productos fitosanitarios. Tal es el caso reportado por Montoro *et al.* (2009), el uso de mascarillas (15%) y guantes (15%) es mínimo por parte de sus 210 encuestados en la Provincia de Concepción en los andes centrales del Perú. De igual forma estudios actuales reportan la nula utilización de los equipos, como mencionan Esquivel *et al.* (2019) que el 100% de los aplicadores (90 trabajadores) de plaguicidas lo hacen sin equipo en cultivos de

hortalizas esto debido principalmente a la incomodidad al momento de realizar la aplicación de los productos en la Comarca Lagunera, México. Guerrero (2018) reportó que el 50% de pobladores no utilizaron ningún equipo básico de seguridad (máscara, guantes, botas, protector de ojos) para la aplicación de productos fitosanitarios en los cultivos de maíz, brócoli, apio y cilantro. De manera similar es reportado por Ortega *et al.* (2014) donde el total de los productores (29) mencionó no emplear equipo de protección completo en producción de jitomate en condiciones de invernadero del estado de Puebla, México

En la tabla 11, se presentan los resultados del manejo por parte de los trabajadores de producto sobrante después de la aplicación de productos fitosanitarios donde un 28% lo aplica al cultivo, por lo que este ocasiona una dosis de concentración extra lo que repercute a una posible resistencia en cuanto al control de plagas o enfermedades del que se esté combatiendo (Devine *et al.*, 2008). En cambio, un 49.2% de los 118 trabajadores almacena el producto en una bodega para su resguardo o una futura aplicación.

Se puede mencionar sobre las buenas prácticas realizadas en el municipio de Loma Bonita al no propiciar la contaminación de los suelos y los ríos, incluso, un 99.2% nunca los desecha en ríos ni en suelos, un 97.5% tampoco los deja tirados en el terreno, de igual forma no hacen prácticas ilícitas como vender el sobrante no utilizado, un 100% no lo realiza (Tabla 11).

**Tabla 11.** Destino de residuos de los envases de productos fitosanitarios.

Residuos en el envase	Nunca	La mayoría de las veces no	Algunas veces sí, algunas veces no	La mayoría de las veces sí	Siempre
Desecharlo al río	99.2	0.0	0.0	0.8	0.0
Aplicarlo al cultivo	63.6	0.0	5.1	3.4	<b>28.0</b>
Almacenarlo en una bodega	50.0	0.0	0.0	0.8	<b>49.2</b>
Dejarlo en el terreno	<b>97.5</b>	0.0	0.0	0.8	1.7
Regarlo al suelo	<b>99.2</b>	0.0	0.0	0.0	0.8
Venderlo	<b>100</b>	0.0	0.0	0.0	0.0

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

### **6.7. Destino de los envases de los productos fitosanitarios empleados**

La disposición de envases vacíos presenta cifras críticas, ya que un 35.6% los quema en el campo después de ser utilizados lo que propicia una contaminación a la atmósfera, intoxicación al trabajador (inhalar el humo emitido de productos tóxicos) y posible explosión de aquellos envases que su contenido es inflamable. Estas malas prácticas son realizadas por parte de los jornaleros del municipio de Loma Bonita, un 94.9% no realiza el triple lavado al envase, caso similar es reportado por Hernández *et al.* (2007), donde un 85.7% de sus 35 encuestados no perfora ni lava sus envases para ser desechados en zonas agrícolas del estado de México. La entrega de envases vacíos a un centro de acopio es casi nula, ya que un 97.5% no lo lleva a un centro de acopio primario del programa de Campo Limpio (Campo Limpio, 2016), un 29.7% lo transporta a su casa y 13.6% algunas veces los reutiliza, acción que no debería realizarse por daños a la salud (Tabla 12).

**Tabla 12.** Destino final de envases vacíos de los productos en porcentaje.

Destino final de los envases vacíos	Nunca	La mayoría de las veces no	Algunas veces sí, algunas veces no	La mayoría de las veces sí	Siempre
Tirlo al río	<b>100.0</b>	0.0	0.0	0.0	0.0
Tirlo en el terreno	92.4	0.0	5.9	0.8	0.8
Quemarlo	50.0	0.0	8.5	5.9	<b>35.6</b>
Transportarlo a casa	66.1	0.0	1.7	2.5	<b>29.7</b>
Reutilizarlo	82.2	2.5	<b>13.6</b>	0.8	0.8
Realizar el triple lavado	<b>94.9</b>	0.0	3.4	0.0	1.7
Almacenarlo bajo llave	84.7	0.0	1.7	2.5	11.0
Llevarlo a un centro de acopio	<b>97.5</b>	0.0	1.7	0.0	0.8

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

## **6.8. Síntomas de intoxicación aguda y presencia de enfermedades crónico-degenerativas**

La jornada laboral de los aplicadores por lo regular es de las 4:00 a las 12:00 horas. Los trabajadores manifestaron en bajos porcentajes llegar a presentar algunas veces dolor de cabeza (2.5%), ojos llorosos (2.5%), ardor de manos (2.5%), dolor de huesos (2.5%) y ardor de pies (1.7%). Mientras que el dolor de espalda fue la molestia que con mayor frecuencia presentan los aplicadores de estos productos, esto muy probablemente por el peso de las mochilas aspersoras, cuya capacidad es de 20 litros (Tabla 13).

Los resultados coinciden con ciertas afectaciones reportadas en diversos estudios, sin embargo, contrastan en cuanto a los porcentajes obtenidos. Por ejemplo, Jiménez *et al.* (2016), reportaron que los malestares más comunes que sufren los productores agrícolas de la microcuenca “La Pila”, departamento de Nariño en

Colombia, por el uso y manejo de productos fitosanitarios (plaguicidas) son dolor de cabeza (60%), mareos (50%) e irritaciones (10%).

**Tabla 13.** Malestares presentados después de aplicaciones de productos fitosanitarios.

Malestares	Nunca	La mayoría de las veces no	Algunas veces sí, algunas veces no	La mayoría de las veces sí	Siempre
Tos	99.2	0.0	0.8	0.0	0.0
Dolor de cabeza	<b>96.6</b>	0.8	2.5	0.0	0.0
Ardor en los pies	<b>98.3</b>	0.0	1.7	0.0	0.0
Ardor en la piel	<b>99.2</b>	0.0	0.8	0.0	0.0
Ojos llorosos	<b>96.6</b>	0.8	2.5	0.0	0.0
Ardor en las manos	<b>97.5</b>	0.0	2.5	0.0	0.0
Náuseas	<b>99.2</b>	0.0	0.8	0.0	0.0
Dolor de huesos	<b>95.8</b>	0.8	2.5	0.8	0.0
Dolor de espalda	88.1	0.8	<b>10.2</b>	0.8	0.0

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Del mismo modo, Montoro *et al.* (2009) hallaron que, de 210 trabajadores encuestados, el 46% presenta síntomas de dolor de cabeza, un 40% mareos y un 23% náuseas, visión borrosa, alergia en la piel, entre otros en Concepción de la Sierra Central del Perú. No obstante, Córdoba *et al.* (2020) señalan que algunas personas presentan síntomas como dolores de cabeza frecuentes, mareos y vómito para los agricultores de la Sub-Región Chontalpa, Tabasco, México.

### 6.9. Actividades del trabajador durante y después de una aplicación

En el análisis de las actividades durante la aplicación de productos fitosanitarios el 35.6% de los trabajadores nunca lee la etiqueta del producto que aplicará, en cambio de las conductas después de aplicar fueron apropiadas ya que el 89.0%

se lava las manos después de aplicar y el 90.7% deposita la ropa en un área específica no junto al cesto de ropa familiar (Tabla 14).

Como medio de prevención ante una posible intoxicación los trabajadores comentaron ingerir un vaso de leche, aunque de los 118 trabajadores solo un 14.4% algunas veces sí, algunas veces no, lo lleva a cabo. En cambio, un 54.2% ingiere un vaso con agua.

El 65.3% toma un baño posterior al uso de productos fitosanitarios. Salazar *et al.* (2017) reportaron que un 20% de sus 33 encuestados en la producción de fresa en México toma un baño después de la aplicación.

**Tabla 14.** Actividades del trabajador durante y después de una aplicación.

Actividad	Nunca	La mayoría de las veces no	Algunas veces sí, algunas veces no	La mayoría de las veces sí	Siempre
Leer la etiqueta	35.6	5.9	14.4	4.2	39.8
Depositar la ropa en un área específica	3.4	0.0	3.4	2.5	90.7
Lavarse las manos después de aplicar	5.9	0.0	5.1	0.0	89.0
Ingerir un vaso de agua	29.7	0.0	11.0	5.1	54.2
Ingerir un vaso de leche	69.5	0.0	14.4	6.8	9.3
Dejar la ropa de aplicación con el cesto familiar	98.3	0.0	0.0	0.8	0.8
Tomar un baño después de aplicar	20.3	3.4	7.6	3.4	65.3
Quemar la ropa utilizada	94.9	1.7	3.4	0.0	0.0

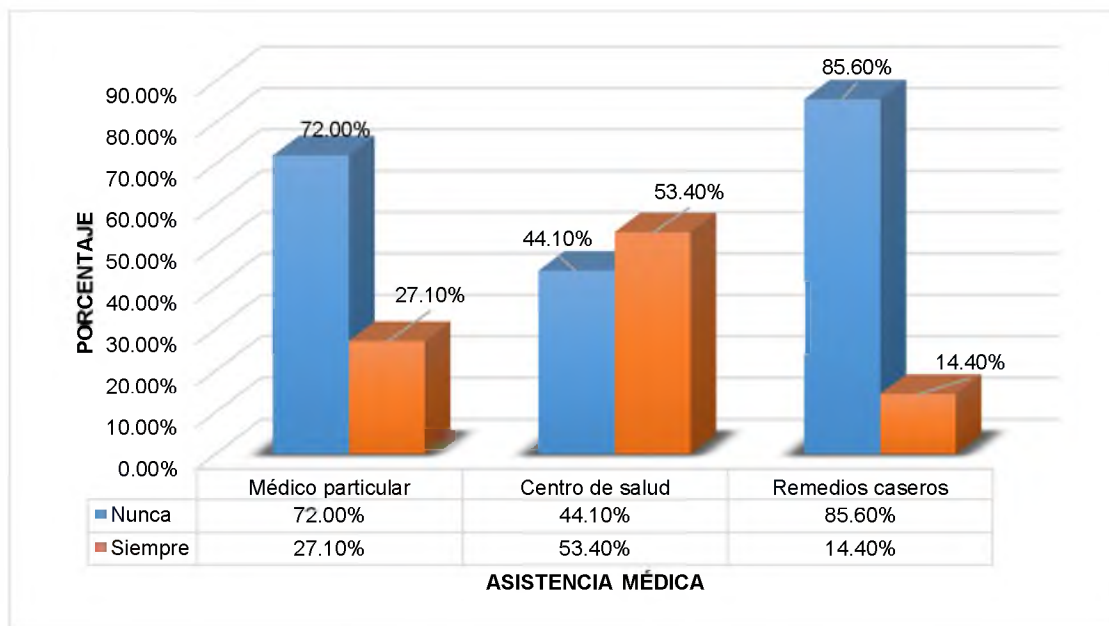
**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos indican, bajos porcentajes (10.71%) de trabajadores que depositan o dejan la ropa junto con la de otros miembros de la familia, así como de quemar la ropa utilizada (21.43%), después de alguna aplicación son reportados por Jiménez *et al.* (2016). Estos mismos autores también hallaron porcentajes elevados de personas que se lavan las manos (100%) y que consumen alimentos (78.57%) después de las aplicaciones.

#### **6.10. Posibles casos de enfermedades crónico-degenerativas en trabajadores**

Las enfermedades crónicas reflejan la ausencia de medidas preventivas. Estas condiciones pueden propiciar la aparición de otras enfermedades, algunas de carácter leve y otras más graves. El estrés constante que ejercen sobre la salud se manifiesta como un estímulo perjudicial de baja intensidad, con consecuencias fatales a largo plazo (González *et al.*, 2015).

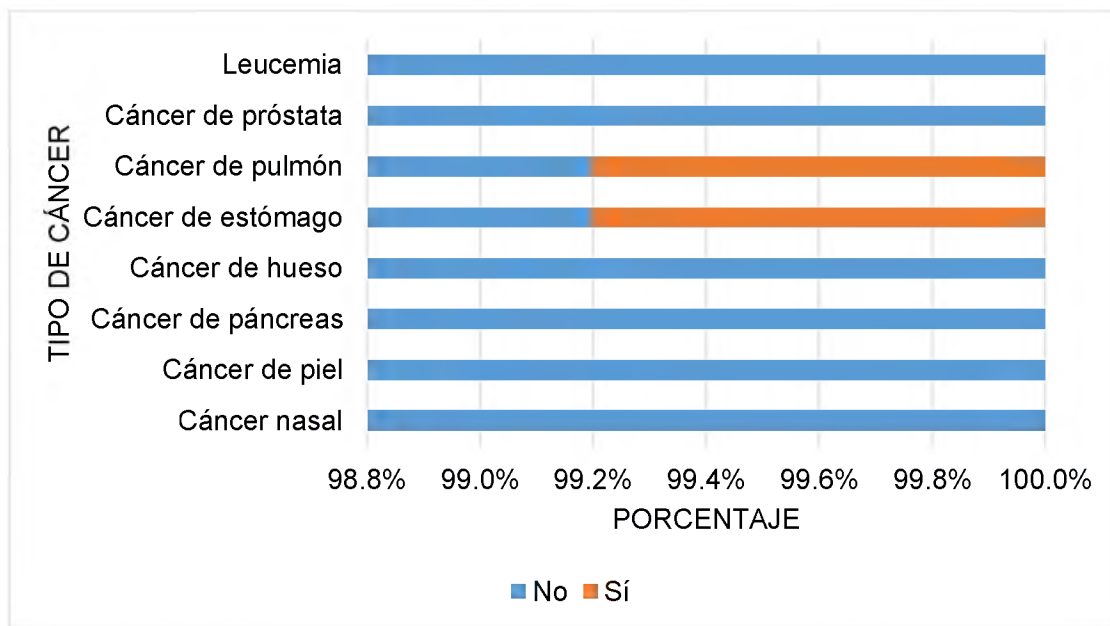
De los 118 trabajadores encuestados indicaron no sufrir una intoxicación por plaguicidas, en cambio ante una posible intoxicación por productos fitosanitarios el 53.80% recurriría al centro de salud, seguido de un 14.40% a el consumo de remedios caseros y con un 27.10% se dirigiría al médico particular (Gráfica 6).



**Gráfica 6.** Elección de asistencia médica en posibles intoxicaciones por aplicación de productos fitosanitarios.

Córdoba *et al.* (2020) reportaron que sus 91 encuestados el 26% refieren algún tipo de enfermedad crónica; dentro de ellas, las más comunes fueron las crónicas no transmisibles como hipertensión arterial (12.1%), dislipidemias (7.7%), diabetes (5.5%), y anemias (2.2%), en trabajadores expuestos a productos fitosanitarios en los cultivos de en cultivos de caña de azúcar, maíz, piña y plátano.

En relación al padecimiento de algún tipo de cáncer por aplicación de productos fitosanitarios solo el 0.8% ha tenido un familiar con cáncer de pulmón y 0.8% con cáncer de estómago (Gráfica 7).



**Gráfica 7.** Fallecimiento por aplicación de productos fitosanitarios.

Esto tomando en cuenta que se ha documentado que la existencia de contaminantes de productos fitosanitarios presentes en la atmósfera, produce afectaciones en el aparato respiratorio y sistema cardiovascular de las personas, y en casos extremos la muerte (Jiménez *et al.*, 2016).

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la presente investigación se pudieron identificar que el total de los productores de piña en las dos variedades analizadas MD2 y Cayena Lisa, así como de su nivel tecnológico utilizan productos fitosanitarios, con el objetivo de controlar plagas y enfermedades que puedan afectar el desarrollo en el cultivo de piña. En este sentido, se privilegian los factores productivos y económicos sobre los impactos que este tipo de productos tienen sobre la salud humana y el medio ambiente.

El estudio también reveló que se emplea por lo menos 20 productos fitosanitarios de los cuales 3 pertenecen al grupo I Extremadamente tóxicos (Counter FC, Vydate y Metrifos 600), 3 corresponden al grupo II Altamente tóxicos (Lucaban 480 CE, Cerillo y Gramoxone). Esta situación toma importancia debido a la información sobre el área de estudio, se pudo corroborar el poco uso de equipo de protección personal por parte de los encargados de las aplicaciones, quedando expuestos al contacto oral, dérmico y por inhalación, y vulnerables a intoxicaciones agudas inmediatas y crónicas en el mediano y largo plazo.

Se pudo determinar la existencia de diferencias ( $p < 0.05$ ) en cuanto al uso de algunos productos fitosanitarios de acuerdo con la variedad MD2 y Cayena Lisa en los productos fitosanitarios: Counter FC I, Karmex III, Hyvar III, Prontius III, Faena Fuerte IV, Galant Ultra IV, Muralla Max III y Sevin80 III. Así como el nivel tecnológico en los productos Kasumin IV y Caña Z III Plus, lo que evidencia un mayor uso de productos en la variedad MD2 y niveles tecnológicos altos. Estos

productos, aunque en su mayoría están clasificados como moderado y ligeramente tóxicos, su exposición sin el equipo apropiado también representa riesgos en la salud de los trabajadores.

El trabajo no incluyó las posibles afectaciones que el uso de productos fitosanitarios puede tener sobre la salud de las personas que habitan en núcleos poblacionales cercanos a los lugares de aplicación, por lo que queda pendiente su inclusión en futuras investigaciones.

Se pudieron identificar que los aplicadores utilizan en su mayoría la camisa, pero carecen y no hacen uso del equipo de protección completo de acuerdo con las buenas prácticas que se requieren para realizar las aplicaciones. También se pudo determinar el destino de los envases y el sobrante, donde en ambos casos se carece del conocimiento del procedimiento para el desecho de los envases y empaques, por lo que en su mayoría los quema o los dejan tirados en el terreno una vez que son utilizados lo que impacta sobre los recursos suelo, agua y aire.

En el caso del sobrante estos son aplicados nuevamente al cultivo o almacenados en la bodega, lo que repercute a la resistencia de plagas o enfermedades impactando al medio ambiente y la salud humana. Todo lo analizado traerá repercusiones en la presencia de malestares como dolor de cabeza, ardor en los pies, ardor en la piel, ojos llorosos, tos o ardor en las manos en un corto o mediano plazo.

Por ello es necesario impulsar programas de capacitación y prevención de riesgos y estrategias para garantizar su manejo seguro y adecuado de los productos fitosanitarios.

El presente estudio permite tener un panorama sobre los productos fitosanitarios más empleados en el cultivo de piña, su grado de toxicidad y algunas posibles repercusiones sobre la salud humana, sin embargo, no se evaluaron los posibles impactos que estos pueden tener sobre los factores ambientales (suelos, agua, atmósfera y fauna), por lo que se recomienda incluir este tipo de análisis en investigaciones futuras.

## 8. LITERATURA CITADA

Agrodesagues.com Historia del tractor en el mundo. Disponible en [https://agrodesguaces.com/blog/20\\_historia-del-tractor-en-el-mundo.html](https://agrodesguaces.com/blog/20_historia-del-tractor-en-el-mundo.html)

Consultado en noviembre de 2023.

Al-Saleh, I. A. (1994). Pesticides: a review article. *Journal of environmental pathology, toxicology and oncology: official organ of the International Society for Environmental Toxicology and Cancer*, 13(3), 151-161.

Álvarez, S. D., Chaves, M. D., Gómez, L. E., y Hurtado, B. A. (2020). Estimación del riesgo ambiental causado por plaguicidas en cultivos de arveja de Ipiales, Nariño-Colombia. *Tecnológicas*, 23(47), 76-90.

American Vanguard Company (2007). Ficha técnica de Counter FC- 15%G.

Recuperado en:

[https://www.amvac.com.mx/sites/default/files/\\_media/content/FT-COUNTER%20FC-15%25%20G.pdf](https://www.amvac.com.mx/sites/default/files/_media/content/FT-COUNTER%20FC-15%25%20G.pdf) Consultado en agosto 2023.

Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, ASERCA. (2000). La producción de piña en México, historia de un patrimonio regional. *Revista Claridades Agropecuarias*, (86), 2-31.

Arciniega, G. M. A. (2021). Riesgos a la salud por exposición a productos fitosanitarios químicos en trabajadores agrícolas del Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa. *Brazilian Journal of Animal and Enviromental Research*, 4(3): 4395-4407.

- Arévalo, C. A., Bacca, T. y Soto, G. A. (2014). Diagnóstico del uso y manejo de productos fitosanitarios en fincas productoras de cebolla junca *Allium fistulosum* en el municipio de Pasto. *Revista Luna Azul*, (38), 132-145.
- Arroyo, P. (2008). La alimentación en la evolución del hombre: su relación con el riesgo de enfermedades crónico degenerativas. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 65(6), 431-440.
- Arysta LifeScense (2018). Ficha técnica de Kasumin. Disponible en [https://mx.uplonline.com/download\\_links/riVkJ5AEcOILR4TJmg7xnVEbEBIfcFmxdA9a2p8dQ.pdf](https://mx.uplonline.com/download_links/riVkJ5AEcOILR4TJmg7xnVEbEBIfcFmxdA9a2p8dQ.pdf) Consultado en agosto 2023.
- BANCOMEX. (2018). Piña. Sección Mercados y productos. Departamento de Estudios económicos. *Revista de Comercio Exterior*, I (4).
- Bessy, C., Jose, O.R., Manuel, M.A.L y Carlos, P. (2020). Contaminación por productos fitosanitarios agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). *Espacios*, 41(10) ,11.
- Betancourt M, F. (2010). La fundamentación del saber histórico en el siglo XX: investigación social, metodología y racionalidad operativa. *Estudios de historia moderna y contemporánea de México*, (40), 91-120.
- Bonner, M. R., Williams, B. A., Rusiecki, J. A., Blair, A., Beane, F. L. E, Hoppin, J. A., Dosemeci, M., Lubin, J., Sandler, D. P. y Alavanja, M.C. (2010). Exposición ocupacional a terbufos e incidencia de cáncer en el Estudio de Sanidad Agropecuaria. *Causas y control del cáncer*, (21), 871-877.

- Bortoli, G. M., Azevedo, M. y Silva, L. B. (2009). Cytogenetic biomonitoring of Brazilian workers exposed to pesticides: micronucleus analysis in buccal epithelial cells of soybean growers. *Mutation Research*, 675(1-2), 1-4.
- Botello, A.V., Von, J. R. O., Benítez, J. A., y Gold, G. B. (2014). Golfo de México, Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. Mérida, 180-187.
- Bustamante, V. S., Segales, R. D. J., Zurita, H. L., Fernández, A. M., Torrico, C. S., y Jarro, M. R. (2014). Uso inadecuado de plaguicidas y sus consecuencias en la salud de la población La Villa, Punata, Cochabamba, Bolivia, 2013. *Gaceta Médica Boliviana*, 37(1), 11-14.
- Butinof, M., Fernández, R. A., Lerda, D., Lantieri, M. J., Filippi, I., y Díaz, M. D. P. (2019). Biomonitoring en exposición a plaguicidas y su aporte en vigilancia epidemiológica en agroaplicadores en Córdoba, Argentina. *Gaceta Sanitaria*, 33, 216-221.
- Campos, M. A. R. (2018). El uso de productos fitosanitarios en la agricultura y su desorden ambiental. *Revista Enfermera la Vanguardia*, 6(2), 40-47.
- Carson, R. (1999). Primavera silenciosa. *Feltrinelli Editore*.
- Casas, A., y Vallejo, M. (2019). Agroecología y agrobiodiversidad. Crisis ambiental en México, 103.
- Merino, P. L. (2019). Crisis ambiental en México: ruta para el cambio. Secretaría de Desarrollo Institucional, 99-117.

- Castillo, B., Ruíz, J. O., Manrique, M. A., y Pozo, C. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete. *Revista Espacios*, 41(10).
- Castillo, P. B., y Castillo, B. V. (2021). Uso de plaguicidas químicos en tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero y campo en Loja, Ecuador. *CEDAMAZ*, 11(1), 22–41.
- Ceccon, E. (2008). “La revolución verde tragedia en dos actos”. *Ciencias*, 1(91), 21-29.
- Centro de Información Toxicológica, CITUC. (2022). Búsqueda de productos fitosanitarios (registrados en el SAG). Consultado en marzo de 2023.
- Cerrato, I. (2013). Estudio de mercado para la comercialización de piña MD2. Secretaria de Agricultura y Ganadería-Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario. Disponible en: <http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/219/Estudio%20de%20Mercado%20para%20la%20comercializaci%C3%B3n%20de%20pi%C3%B1a%20MD2.pdf?sequence=1> Consultado en Febrero de 2023.
- Chaves, P. J. (2004). Desarrollo tecnológico en la primera revolución industrial. *Norba Revista de Historia*, 17, 93-109.
- Chávez, V.G., Barrios, de L.L. y Rubio, S.A. (1980). Piña enlatada. *Revista de Comercio Exterior*. 403-411.
- CICOPLAFEST (1998). Comisión Intersecretarial Para El Control Del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Toxicas. Catálogo oficial de productos fitosanitarios. México. 454.

- Cordain, L., Eaton, S. B., Sebastian, A., Mann, N., Lindeberg, S., Watkins, B. A., y Brand-Miller, J. (2005). Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. *The American journal of clinical nutrition*, 81(2), 341-354.
- Córdova, S. S., Villar, M. D. L. Á. P., Itzel, G., Acosta, D. K. T., y López, D. A. (2020). Prácticas de uso de plaguicidas en agricultores de la Sub-Region Chontalpa, Tabasco, Mexico. *AGROProductividad*, 13(2), 61-69.
- Cortés, E., Álvarez, F., y González, H. (2009). La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(2), 151-160.
- Cortés, G. P., Villegas, A. A., Aguilar, M. G., Paz R. M del P., Maruris R. M y Juárez, P. C. A. (2008). Síntomas ocasionados por productos fitosanitarios en trabajadores agrícolas. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 46(2): 145-152.
- Cotrina, C. G. G., Esteban, N. E. D., Huanhuayo, H. K. M., Palomino, C. M., y Melgar, Á. L. Y. (2021). "Uso de Plaguicidas Químicos en el cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L), su relación con Medio Ambiente y la Salud". *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(2), 1482-1503.
- Crop Science (2023) Ficha Técnica Aliette WG. Disponible en <https://www.cropscience.bayer.es/Productos/Fungicidas/Aliette-WG> Consultado en agosto 2023.

- Del Puerto, R. A. M., Suárez, T. S., y Palacio, E. D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387.
- Díaz, G. F. (2010). El proceso de domesticación en las plantas. *Revista Casa del Tiempo*, (28), 66-70.
- Díaz, V. J., Barraza, V. A., Yáñez, E. L., y Hernández, C. L. (2021). Plaguicidas en alimentos: riesgo a la salud y marco regulatorio en Veracruz, México. *Salud Pública de México*, 63(4), 486-497.
- Doménech, J. (2004). Plaguicidas: sus efectos en la salud humana. *Offarm: farmacia y sociedad*, 23(7), 108-114.
- Echanove, H. F. (1992). Abasto de piña al Distrito Federal: un caso de integración. En Bassols, B.A., Torres, T.F. y Delgadillo, M.J. (Coordinadores), El abasto de alimentos en México. UNAM, H. Cámara de Diputados LV Legislatura, México, 1992. 251-275 p.
- Edsoft México (2016). Carta técnica Rogor. Disponible en [https://www.dragon.com.mx/wp-content/uploads/2019/06/10\\_CT\\_ROGOR\\_DRAGON.pdf](https://www.dragon.com.mx/wp-content/uploads/2019/06/10_CT_ROGOR_DRAGON.pdf) Consultado en agosto 2023.
- EPITECH. (2022). La tercera revolución industrial y sus innovaciones más destacadas. Disponible en <https://www.epitech-it.es/tercera-revolucion-industrial/> Consultado en noviembre de 2023.

- Escalante, R., Catalán, H., Galindo, L. M., y Reyes, O. (2007). Desagrarización en México: tendencias actuales y retos hacia el futuro. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, (59), 87-116.
- Escalante, S. R., y Rello, F. (2000). El sector agropecuario mexicano: los desafíos del futuro. *Comercio Exterior*, 50(11), 984-987.
- Escudero, A. (2009). La Revolución Industrial: una nueva era. Grupo Anaya.
- Esquivel, V. B., Cueto, W. J. A., Valdez, C. R. D., Pedroza, S. A., Trejo, C. R., y Pérez, V. Ó. (2019). Prácticas de manejo y análisis de riesgo por el uso de plaguicidas en La Comarca Lagunera, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(1), 25-33.
- Fairbrother, A., Purdy, J., Anderson, T., y Fell, R. (2014). Risks of neonicotinoid insecticides to honeybees. *Environmental toxicology and chemistry*, 33(4), 719-731.
- FAO (2003) Código Internacional de conducta para la distribución y utilización de productos fitosanitarios. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. 40
- FAO (2021). FAOSTHAT. Cultivos y productos de ganadería. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL> Consultado en marzo de 2023.
- FAO. (1996). Enseñanzas de la revolución verde: hacia una nueva revolución verde. Cumbre mundial sobre la alimentación. Roma, Italia. Disponible en: <https://www.fao.org/3/w2612s/w2612s6a.htm> Consultado en febrero de 2023.

- FAO. (2008). Código internacional de conducta para la distribución y utilización de productos fitosanitarios. Roma (28).
- FAO. (2022). FAOSTHAT. Datos sobre alimentación y agricultura. Piña tropical. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL> Consultado en agosto de 2022.
- FAO. (2023) Perspectivas a largo plazo. Disponible en <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s06.htm> Consultado en agosto 2023.
- Ferrera, V. T. I., Méndez, V. N. T., y Sosa, F. P. J. (2018). La reacción química en el bachillerato: una propuesta didáctica. *Educación Química*, 29(4), 79-88.
- Ferrer, A. (2003). Intoxicación por plaguicidas. *Anales del sistema sanitario de Navarra* 26, 155-171.
- Fold, N. y Gough, K. V. (2008). From smallholders to transnationals: the impact of changing consumer preferences in the EU on Ghana's pineapple sector. *Geoforum* 39(5), 1687–1697.
- Friedman, M. (1995). La Segunda Revolución Industrial. *Ciencia política: Revista trimestral para América Latina y España*, (33), 49-58.
- García, G. C., y Rodríguez, M. G. D. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de productos fitosanitarios en Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8(3), 1-10.
- Geissen, V., Ramos, F. Q., De Jesús, Bastidas-Bastidas, P., Díaz, G. G., Bello, M. R., Huerta, L. E., y Ruiz, S. L. E. (2010). Soil and water pollution in a banana production region in tropical Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 85, 407-413.

- González, H. I. J., Armas, Á. B., Coronel, L. M., Vergara, M. O., Maldonado, L. N., y Granillo, M. R. (2021). El desarrollo tecnológico en las revoluciones industriales. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*. 8(16), 41-52.
- González, P. U. (2002). El concepto de calidad de vida y la evolución de los paradigmas de las ciencias de la salud. *Revista cubana de salud pública*, 28(2), 157-175.
- González, R. G., Hernández, A. D., y Portillo, J. A. S. (2015). Visión panorámica de las enfermedades crónico-degenerativas. *Revista internacional de acupuntura*, 9(2), 57-69.
- Goulson, D. (2013). An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *Journal of Applied Ecology*, 50(4), 977-987.
- Guerrero, P. A. M. (2018). Manejo de plaguicidas en cultivos de Zea mays L." maíz"(Poaceae), Brassica cretica Lam." brócoli"(Brassicaceae), Apium graveolens L." apio", Coriandrum sativum L." cilantro"(Apiaceae), Allium fistulosum L." cebolla china"(Amaryllidaceae) en la campiña de Moche, Trujillo, Perú. *Arnaldoa*, 25(1), 159-178.
- Handl, G. (2012). Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Declaración de Estocolmo), de 1972, y Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, de 1992. *United Nations Audiovisual Library of International Law*, 1-14.

- Harlan, J. R. (1971). Agricultural Origins: Centers and Noncenters: Agriculture may originate in discrete centers or evolve over vast areas without definable centers. *Science*, 174(4008), 468-474.
- Hernández, G. M. M., Jiménez, G. C., Jiménez, A. F. R., y Arceo, G. M. E. (2007). Caracterización de las intoxicaciones agudas por plaguicidas: perfil ocupacional y conductas de uso de agroquímicos en una zona agrícola del Estado de México, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 23(4), 159-167.
- Hewitt, C. (1978). La modernización de la agricultura mexicana, 1940-1970. México, Siglo XXI.
- Iáñez E. (2007). Más allá de la revolución verde ¿un papel para la biotecnología? Instituto de Biotecnología. Disponible en: <https://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/agricultura.htm> Consultado en febrero de 2023.
- INEGI (2024). Sistemas de consultas. México en cifras. Loma Bonita, Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=070000200044#collapse-Resumen>
- Jáuregui, L.I. (2020). Guerra química en la I y II Guerras Mundiales. *Journal of Negative and No Positive Results*, 5(2), 218-235.
- Jiménez, Q. C. A., Pantoja, E. A., y Ferney, L. H. (2016). Riesgos en la salud de agricultores por uso y manejo de plaguicidas, microcuenca "La Pila". *Revista Universidad y Salud*, 18(3), 417-431.

- Karam, M. Á., Ramírez, G., Montes, L. P. B., y Galván, J. M. (2004). Productos fitosanitarios y salud de la población. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 11(3), 246-254.
- Kleeberg, H. F., y Ramos, R. J. C. (2009). Aplicación de las técnicas de muestreo en los negocios y la industria. *Ingeniería Industrial*, (27), 11-40.
- Kumar, A., Verma, A. y Kumar, A. (2013). Envenenamiento humano accidental con un insecticida neonicotinoide, imidacloprid: informe de un caso raro de la India rural con una breve revisión de la literatura. *Revista egipcia de ciencias forenses*, 3(4), 123-126.
- Lasram, M. M., Bini Douib, I., Bouzid, K., Annabi, A., El Elj, N., Dhouib, H., y Gharbi, N. (2014). Effects of N-acetyl-l-cysteine, in vivo, against pathological changes induced by malathion. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 24(4), 294-306.
- León, A. C. (1994). 500 años de tracción animal y arados simétricos en México. *Revista de Geografía Agrícola*, (19), 145-150.
- Leyva, M. J. B., García, P. L. M., Bastidas, B. P. J., Astorga, R. J. E., Bejarano, T. J., Cruz, H. A., Martínez, R. I. E., y Betancourt, L. M. (2014). Uso de plaguicidas en un valle agrícola tecnificado en el noroeste de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(3), 247-261.
- Liess, M., y Schulz, R. (1999). Linking insecticide contamination and population response in an agricultural stream. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 18(9), 1948-1955.

- Lindao, V. A. C., Jave, J. L. N., Retuerto, M. G. F., Erazo, N. S. S., Echeverria, M. M. G. (2015). Impacto en los niveles de colinesterasa en agricultores de tomate (*Solanum lycopersicum* L) en la localidad de San Luis, Chimborazo por efecto del uso de insecticidas organofosforados y carbamatos, *20*(40), 114-119.
- López, C. L. (1993). Exposición a plaguicidas organofosforados. *In Exposición a plaguicidas organofosforados*, (89-89).
- Machado, A. L., Ruiz, M. V., Sastre, M. A., Butinof, M., Blanco, M., Lantieri, M. J., Fernández, R. A., Stimolo, M. I., Franchini, G., y Díaz, M. P. (2012). Exposición a plaguicidas, cuidado de la salud y subjetividad. *KAIROS. Revista de Temas Sociales*, *16*(30), 1-17.
- Martínez, C. C. J., Ríos, C. M., y Castillo, L. M. (2020). Niveles de adopción tecnológica en unidades de producción de piña en Loma Bonita, Oaxaca, México. *Geografía Agrícola*, (64), 231-257.
- Martínez, L. D. O., Valenzuela, C. M., de la Peña, A. H., Mendoza, J. O., Castro, E. S., y Villanueva, J. L. J. (2014). Uso y manejo de productos fitosanitarios en invernaderos de la región norte del estado de Puebla, México. *Acta Universitaria*, *24*(3), 3-12.
- Mastretta, Y. A., Bellon, M. R., Acevedo, M., Burgeff, C., Piñero, D. y Sarukhán, J. (2019). Un programa para México de conservación y uso de la diversidad genética de las plantas domesticadas y sus parientes silvestres. *Revista Fitotecnia México*, *42*(4), 321-334.

- Minaya, E. (2013). San Isidro Labrador y la agricultura en la campiña de Moche. III congreso Nacional de Investigación en Antropología del Perú, 1-26.
- Miranda, M. A. (2001). Cultivos transgénicos: ¿Hacia dónde vamos? *Mundo agrario*, 1(2), 0-0.
- Montiel, S. M. A. (2015). Uso de agroquímicos en la producción intensiva de piña en Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, 15(25), 183-195).
- Montoro, Y., Moreno, R., Gomero, L., y Reyes, M. (2009). Características de uso de plaguicidas químicos y riesgos para la salud en agricultores de la sierra central del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(4), 466-472.
- Moreno, M. J. A., y López, L. M. G. (2005). Desarrollo agrícola y uso de agroquímicos en el valle de Mexicali. *Estudios Fronterizos*, 6(12), 119-153.
- Municipios.mx. (2021). Loma Bonita. Disponible en: <https://www.municipios.mx/oaxaca/loma-bonita/> Fecha de consulta: 14 de enero de 2022.
- Muñoz, L. J. L. (2001). Herencia piñera reseña histórica de Loma Bonita, Oaxaca. México, D. F. *Distribuidora y Editora Mexicana S. A. de C. V.*
- Muñoz, Q. M. T. (2011). Aspectos bioéticos en el control y aplicación de productos fitosanitarios en Chile. *Acta Bioethica*, 17(1), 95-104.
- Nogar, A. G., y Larsen, B. A. (2014). Análisis de riesgos en la salud de la población rural de la pampa argentina por uso de agroquímicos en cultivo de soja. *RIAA*, 5(2), 71-84.

- Ordoñez, B., V., Frías-Moreno, M. N., Parra-Acosta, H., y Martínez-Tapia, M.E. (2019). Estudio sobre el uso de productos fitosanitarios y su posible relación con daños a la salud. *Revista de Toxicología*, 36(2), 148-162.
- Ortega, M. L. D., Martínez, V. C., Huerta, P. A., Ocampo, M. J., Sandoval, C. E., y Jaramillo, V. J. L. (2014). Uso y manejo de plaguicidas en invernaderos de la región norte del estado de Puebla, México. *Acta Universitaria*, 24(3), 3.12.
- Ortíz, I., Avila-Chávez, M. A., y Torres, L. G. (2014). Plaguicidas en México: usos, riesgos y marco regulatorio: *Revisión. Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 5, 1-21.
- Paro, R., Tiboni, G. M., Buccione, R., Rossi, G., Cellini, V., Canipari, R. y Cecconi, S. (2012). El fungicida mancozeb induce efectos tóxicos sobre las células de la granulosa de los mamíferos. *Toxicología y farmacología aplicada*, 260(2), 155-161.
- Pazos, R. L. A., Marín, C. V., García, Y. E. M., Baez, A., Villalobos, L. M. A., Pérez, S. M., y Muñoz, R. J. (2016). Uso de microorganismos benéficos para reducir los daños causados por la revolución verde. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(7), 72-85.
- Perkins, J. H. (1990). The Rockefeller Foundation and the green revolution, 1941–1956. *Agriculture and Human Values*, 7(3), 6-18.
- Pichardo, G. B. (2006). La Revolución Verde en México. *Agrária, Sao Paulo*, (4), 40-68.

- Pierrie, F., y Betancourt, P. (2007). Residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, Venezuela. *Bioagro*, 19(2), 69-78.
- Polanco, R. A. G., Magaña, C. T. V., Cetz, I. J., y Quintal, L. R. (2019). Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola*, 46(2), 72-83.
- Profesional del Agro. (2020). Revolución industrial: el inicio de una nueva agricultura. Disponible en <https://profesionalagro.com/noticias/revolucion-industrial-revolucion-agricola.html> Consultado en noviembre de 2023.
- Ramírez, J. A y Lacasaña, M. (2001). Productos fitosanitarios: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Laborales*, 4(2), 67-75.
- Ramírez, M. F., Fournier, L. M. L., Ruepert, C., y Hidalgo, A. C. (2014). Uso de agroquímicos en el cultivo de papa en Pacayas, Cartago, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 339-345.
- Ramírez, T. L. A., Martínez, V. J., García, L. V. J., Bernal, G. M., García, G. R. S., Ramírez, B. L. I., Espinosa, A. B., Cano, R. M. I y Durán, D.B. (2017). Destino de los productos fitosanitarios en el ambiente. Un estudio de caso ara el programa de apoyo a proyectos para la innovación y el mejoramiento de la enseñanza. *Revista RD ICUAP*. 1-27.
- Rebolledo, M. A., Uriza, D.E.A y Rebolledo, M. L. (2000).The pineapple in Mexico: Currents Status and Prospects. *Acta Horticulturae*, (529), 85-88.

- Reyes, G., Chaparro, G. A., y Ávila, K. (2010). Efecto ambiental de agroquímicos y maquinaria agrícola en cultivos transgénicos y convencionales de algodón. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 12(2), 151-162.
- Roede, J. R (2014) Mancozeb. In: Wexler P. *Encyclopedia of Toxicology*, 3(1) Elsevier Inc. Academic Press, 144-146.
- Romero, P. E. (2002). *Un siglo de agricultura en México*. Textos Breves de Economía. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, México.
- Rudd, R. L. (1964). Biocider och den levande naturen. *Wahlström and Wildstrand, Stockholm, Sweden*, 546.
- Rodríguez, E., y Quintanilla, A. L. (2019). Relación ser humano-naturaleza: Desarrollo, adaptabilidad y posicionamiento hacia la búsqueda de bienestar subjetivo. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 23(3), 7-22.
- SADER-SIAP. Panorama Agroalimentario 2020. Edición 2020. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Ciudad de México, México. 196.
- Salazar, M. J. A., Somoza, V. C. E., Pérez, A. B., Velásquez, S. M., Torres, G. G., Huerta, de la P. A. y Ortega, M. L. D. (2017). Uso de productos fitosanitarios en diferentes sistemas de producción de fresa en México. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 6, 27-42.
- Santoyo, J. J. A., y Martínez, A. C. O. (2011). Paquete tecnológico para la producción de piña en el sur de Sinaloa. Recuperado de: <file:///C:/Users/itzelanahi/Downloads/Paquete%20tecnologico%20para%20la>

%20produccion%20de%20pina%20en%20el%20sur%20de%20Sinaloa%20  
(1).pdf Consultado en Agosto 2023

Sarandón, S. J., y Flores, C. C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. *Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP)*

Schaaf, A. A. (2013). Pesticides use and toxicity: survey in the agricultural zone of San Vicente, Santa Fe, Argentina. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(2), 323-331.

Segrelles, S. J. A. (2013). El problema de los cultivos transgénicos en América Latina: una "nueva" revolución verde. *Entorno Geográfico*, (3).

Segura, M. A. M. (2015). Uso de agroquímicos en la producción intensiva de piña en Costa Rica. *Pensamiento Actual*, 15(25), 183-195.

Selva, B. V., y López, J. F. Revolución industrial. Disponible en <https://economipedia.com/definiciones/primera-revolucion-industrial.html>  
Consultado en noviembre de 2023.

Serrano, J. A. S. (2016). El problema de los cultivos transgénicos en América Latina: una "nueva" revolución verde. *Entorno Geográfico*, (3).

Serrano, M.D.C.D. (2009). Química verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente. *Educación química*, 20(4), 412-420.

Senanayake, N., y Karalliedde, L. (1987). Neurotoxic effects of organohosphorus insecticides. *New England Journal of Medicine*, 316(13), 761-763.

- Servicio Agrícola y Ganadero, SAG. (2019). Lista de productos fitosanitarios autorizados. Disponible en: [http://www.sag.cl/OpenDocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc51yargInstanciaId=51yargCarpetaId=327yargTreeNodosAbiertos=\(327\)\(51\)yargTreeNodoActual=327yargTreeNodoSel=7](http://www.sag.cl/OpenDocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc51yargInstanciaId=51yargCarpetaId=327yargTreeNodosAbiertos=(327)(51)yargTreeNodoActual=327yargTreeNodoSel=7).
- SIAP (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de consulta: marzo 2023
- SIAP (2022). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de consulta: agosto 2023
- Srivastava, P., y Singh, A. (2013). In vivo study of effects of dithiocarbamates fungicide (mancozeb) and its metabolite ethylenethiourea (ETU) on fresh water fish *Clarius batrachus*. *Journal of Biology and Earth Sciences*, 3(2), B228-B235.
- Taylor, J. B. (1997). A Core of Practical Macroeconomics. *American Economic Review, American Economic Association*, 8(2), 233-235.
- Tinoco, S. L. V. (2012). La primera Revolución Industrial. *Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias*, (14), 43-50.
- Toral, J. M. A., Uriza, Á. D. E., y López, C. J. (2013). Acolchado plástico y malla sombra: innovaciones tecnológicas en la producción de piña MD2 (*Ananas comosus var. comosus*) para el mercado de exportación. *Agroentorno, enero* (147), 15-18.

- Torres, Á. A., y Aguilar, Á. J. (2019). Dinámica de la producción de piña en México y en Costa Rica. *Acta Horticulturae*, (1239), 1–8.
- Traffano, D. (2012). Historias e imágenes del siglo XX: el Estado de Oaxaca desde sus regiones. *Cuadernos del Sur. Revista de Ciencias Sociales*, 17(32), pp. 9-28.
- Tuirán, R. (1998). La situación demográfica de México. *Papeles de Población*, 4(16), 17-38.
- Uriza, Á. D. E., Torres, Á. A., Aguilar, Á. J., Santoyo, C. V. H., Zetina, L. R. y Rebolledo, M. A. (2018). La piña mexicana frente al reto de la innovación. *Avances y retos en la gestión de la innovación*. Colección Trópica Húmeda. Chapingo, Estado de México, México: UACH. 484.
- Vallebuona, S. C., Solar, H. O., Grau, M. P., Suárez, Y. S., Concha, A. C., Winsler, C. M. E., Yáñez, B. C y Giuliano, M. J. (2007). *Norma técnica de vigilancia de intoxicaciones agudas por plaguicidas: REVEP*. (64-64).
- Vargas, G. G., Alvarez, R. V. D. P., Guigón, L. C., Cano, R. P., Jiménez, D. F., Vásquez, A. J., y García, C. M. (2016). Patrón de uso de plaguicidas de alto riesgo en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3(9), 367-378.
- Vargas, G. G., Alvarez, R. V. P., Guigón, L. C., Cano, R. P., y García, C. M. (2019). Impacto ambiental por uso de plaguicidas en tres áreas de producción de melón en la Comarca Lagunera, México. *Ciencia UAT*, 13(2), 113-127.
- Velasco, P. M. (2007). Contacto: sí mismo y entorno. Una forma de acercarse al medio ambiente. *Perfiles educativos*, 29(115), 93-112.

- Verma, N., y Bhardwaj, A. (2015). Biosensor Technology for Pesticide-A review. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 175(6), 3093–3119.
- Wu, F., y Butz, W. (2004). The future of genetically modified crops: Lessons from the Green Revolution. 1<sup>st</sup> ed. RAND Corporation.
- Zaragoza, B. A., Valladares, C. B., Ortega, S. C., Zamora, E. J., Velázquez, O. V., y Aparicio, B. J. (2016). Repercusiones del uso de los organoclorados sobre el ambiente y salud pública. *Abanico veterinario*, 6(1), 43-55.
- Zaragoza, F. M. (2009). Los límites del crecimiento. *TEMAS para el Debate*, 181, 10-16.
- Zepeda, J., I. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(1), 99-108.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN  
CAMPUS LOMA BONITA  
"ENCUESTA A PRODUCTORES DE PIÑA 2017"

Buenos días (tardes): Soy estudiante de la Universidad del Papaloapan, se está trabajando en un estudio que servirá para elaborar una tesis profesional acerca de los efectos del uso de productos fitosanitarios en el cultivo de piña, Loma Bonita. Sus respuestas serán confidenciales.

**INSTRUCCIONES:** Emplee un lápiz o un bolígrafo para responder el cuestionario. Si no puede contestar una pregunta o si la pregunta no tiene sentido para usted, por favor pregúntele a la persona que le entregó este cuestionario.

A) Datos sociodemográficos:

- 1.-Edad: \_\_\_\_\_
- 2.-Género:  Hombre  Mujer
- 3.-Escolaridad:  Sin estudios  Primaria  Secundaria  Media Superior  Superior

B) Unidad de producción:

- 4.-Comunidad: \_\_\_\_\_
- 5.-Número total de hectáreas: \_\_\_\_\_
- 6.-Número de hectáreas destinadas a piña: \_\_\_\_\_
- 7.-Número de hectáreas destinadas a piña:  MD2  Cayena Lisa|
- 8.-Nº de plantas por hectárea: \_\_\_\_\_
- 9.-Rendimiento por hectárea (m<sup>2</sup> de toneladas): \_\_\_\_\_

C) Nivel de tecnificación:

- 10.- ¿Cuenta con tractor? Sí  No
- 11.- ¿Cuenta con riego? Sí  No
- 12.- ¿Cuenta con acolchado plástico? Sí  No
- 13.- ¿Cuenta con malla sombra? Sí  No
- 14.- ¿Cuenta con ~~enramadora~~? Sí  No
- 15.- ¿Cuenta con rastra? Sí  No
- 16.- ¿Cuenta con surcadora? Sí  No
- 17.- ¿Cuenta con spray boom? Sí  No

D) Uso de productos fitosanitarios

#### 18.-NEMATOCIDAS

NOMBRE COMERCIAL (INGREDIENTE ACTIVO)	Si-No	Dosis aplicada por ha.		Número de aplicaciones durante el ciclo productivo		Frecuencia de aplicación		Forma de aplicación	Efectividad
		MD2	CL	MD2	CL	MD2	CL		
<del>Nemacur 400 (Fenamifos)</del>									
<del>Soligo (Ahamectina + Tiametoxam)</del>									
<del>Counter FC (Torbufos)</del>									
Vydata ( <del>Cyramil</del> 24%)									
Otro:									

19.-INSECTICIDAS-ACARICIDA

NOMBRE COMERCIAL (INGREDIENTE ACTIVO)	St.No	Dosis aplicada por ha.		Número de aplicaciones durante el ciclo productivo		Frecuencia de aplicación		Forma de aplicación	Efectividad
		MD?	CL	MD?	CL	MD?	CL		
Malathion (Malathion)									
Malphos ( Malathion )									
Lupathion (Malathion)									
Diazinon (Diazinon)									
Kumari 350 SC (Imidacloprid)									
Muralis Max (Imidacloprid + BetaCyfluthrin)									
Singular 350 SC (Imidacloprid)									
Foley Rey (Clopirifos Etil)									
Lupoban 450 CE (Clopirifos etil)									
Chlorban 450 EC (Clopirifos Etil: 44.5%)									
Cartucho (Clopirifos etil + Permetrina)									
Avalanch (Ahamectina)									
Ahamar (Ahamectina)									
Garrillo (Ahamectina + Bifentrina)									
Afidax 40 CE (Dimetato)									
Mugur (Dimetato)									
Rogar (Dimetato)									
Counter (Terbufos)									
Lupatec 5G (Terbufos)									
Engoo (Tiametoxam + Lambdacthalotrina)									
Marañón 50 PS (Metamido: el 50%)									
Merrifos 600 (Metamido: 48%)									
Monompal (Monocrotofos)									
Penclima 5GS (benzoato de omamectina)									
Quick Fume (Fosforo de Aluminio)									
Sovin 80 PH (Carbaryl)									
Otro:									

20.-FUNGICIDAS

NOMBRE COMERCIAL (INGREDIENTE ACTIVO)	St.No	Dosis aplicada por ha.		Número de aplicaciones: durante el ciclo productivo		Frecuencia de aplicación		Forma de aplicación	Efectividad
		MD2	CL	MD2	CL	MD2	CL		
<b>Alista</b> (Fosetil-Al)									
<b>Azoxas</b> (Tiofanato metílico)									
<b>Carfentin 70</b> (Tiofanato metílico 70%)									
<b>Famstar</b> (Tiofanato metílico)									
<b>Penstar</b> (Tiofanato metílico)									
<b>Cyzo Forte</b> (Carbendazim)									
<b>Fuscelo 30 WG</b> (Fosetil aluminio)									
<b>Lucorah 30 PH</b> (Mancozeb 80%)									
<b>Byzo</b> (Mancozeb + Azoxystrobin)									
<b>Edistanil</b> (Clotralolol 72% + Metaxil 9% Ph )									
Otro:									

21.-BACTERICIDA

NOMBRE COMERCIAL (INGREDIENTE ACTIVO)	St.No	Dosis aplicada por ha.		Número de aplicaciones: durante el ciclo productivo		Frecuencia de aplicación		Forma de aplicación	Efectividad
		MD2	CL	MD2	CL	MD2	CL		
<b>Kasumin</b> (Kasugamicina)									
<b>Cupriocin 500</b> (Estragramicina + Oxitetraciclina +Cobre )									
Otro:									

22.-HERBICIDAS

NOMBRE COMERCIAL (INGREDIENTE ACTIVO)	Sí-No	Dosis aplicada por ha.		Número de aplicaciones durante el ciclo productivo		Frecuencia de aplicación		Forma de aplicación	Efectividad
		MD2	CL	MD2	CL	MD2	CL		
Coloso Total 360 (Glifosato)									
Takle (Sal Isopropilamina De Glifosato)									
Rival (Glifosato)									
Lañam (Sal Isopropilamina De Glifosato)									
Faena Fuerte (Glifosato: 35.6%)									
Paraquat 25 (Paraquat 25%)									
Cerillo (paraquat dicloruro)									
Gramoxone (Paraquat)									
Gramocil (Paraquat + Diquat)									
Fusión (Paraquat + Diquat)									
Karnes XP (Diquat 80%)									
Lucauron 80 (Diquat)									
Diquatraz ( Diquat)									
Diquat 80 WG (Diquat)									
Disha 80 WG (Diquat)									
Pendigan (Diquat)									
Ametrex 80 WG (Ametrina 80%)									
Caña Z Plus (Ametrina + Atrazina + Diquat)									
Novamina 480 (2,4-D Amina)									
Atrazina (Atrazina 80%)									
Sansón (Atrazina 45%)									
Galant-Ultra (Haloxypyr-r-metil éster)									
Sencor 480 SC (Metribuzin 480)									
Hyvar (Bromacil)									
Select Ultra (Cletodim)									
Tomahawk 200 EC (Fluroxipir-Mepil)									
Otro:									

23.- ¿Usted aplica los productos fitosanitarios y/o contrata personal? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

## Anexo 2



**UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN**  
**CAMPUS LOMA BONITA**  
**"ENCUESTA A JORNALEROS DE PIÑA 2012"**

Buenos días (tardes): Soy estudiante de la Universidad del Papaloapan, se está trabajando en un estudio que servirá para elaborar una tesis profesional acerca de los efectos del uso de productos fitosanitarios en el cultivo de piña, Loma Bonita. Le pido de su ayuda para que contestar algunas preguntas que no le tomarán mucho tiempo. Sus respuestas serán confidenciales.

**INSTRUCCIONES:** Emplee un lápiz o un bolígrafo para responder el cuestionario. Si no puede contestar una pregunta o si la pregunta no tiene sentido para usted, por favor pregúntele a la persona que le entregó este cuestionario.

**A) Datos sociodemográficos**

- 1.-Edad: \_\_\_\_\_
- 2.-Género:  Hombre  Mujer
- 3.-Escaridad:  Sin estudios  Primaria  Secundaria  Media Superior  Superior

**B) Equipo de protección**

- 4.- Marque con una cruz con qué frecuencia utiliza los siguientes elementos de protección:

Elemento de Protección	Siempre	La mayoría de las veces si	Algunas veces si, algunas veces no	La mayoría de las veces no	Nunca
Guantes					
Camisa					
Mascara respiratoria					
Delantal impermeable					
Protector de ojos					
Botas					
Gorro impermeable o capucha					
Otro:					

**C) Manejo de envases y/o equipo**

- 5.- Marque con una cruz cuál es el destino final de los envases utilizados:

Elemento de Protección	Siempre	La mayoría de las veces si	Algunas veces si, algunas veces no	La mayoría de las veces no	Nunca
Lo tiro al río					
Lo tiro en el terreno					
Lo quemo					
Lo transporto hasta la casa					
Lo reutilizo (Bidones de agua)					
Lo realizo el triple lavado					
Lo almaceno en un area bajo llave en el terreno					
Lo llevo a un centro de acopio					
OTRO:					

- 6.- ¿Con que frecuencia realiza algunas de las siguientes acciones con el producto restante o sobrante?

Elemento de Protección	Siempre	La mayoría de las veces si	Algunas veces si, algunas veces no	La mayoría de las veces no	Nunca
Lo desecho al río					
Lo aplico al cultivo					
Lo resguardo en casa					
Lo dejo en el terreno					
Lo desecho al suelo					

Lo vende					
Otro:					

E) Intoxicaciones agudas

7.- Marque con una cruz con qué frecuencia sufre los siguientes malestares después de aplicar los productos fitosanitarios.

Elemento de Protección	Siempre	La mayoría de las veces sí	Algunas veces sí, algunas veces no	La mayoría de las veces no	Nunca
Teo					
Dolor de cabeza					
Ardor en los pies					
Ardor en la piel					
Ojos llorosos					
Ardor en las manos					
Nauseas					
Dolor de huesos					
Dolor de espalda					
Otro:					

8.- Marque con una cruz con qué frecuencia realiza las siguientes actividades:

Elemento de Protección	Siempre	La mayoría de las veces sí	Algunas veces sí, algunas veces no	La mayoría de las veces no	Nunca
Lee las etiquetas del producto					
Deposita la ropa de aplicación en un área específica					
Toma un baño					
Se lava las manos después de aplicar					
Ingiera un vaso de leche					
Ingiera un vaso de agua					
Deja la ropa que utilizo en el cesto ropa familiar					
Quema la ropa usada					

E) Enfermedades crónico-degenerativas

9.- Si se ha intoxicado, ¿Con qué frecuencia recurre?:

Elemento de Protección	Siempre	La mayoría de las veces sí	Algunas veces sí, algunas veces no	La mayoría de las veces no	Nunca
Médico particular					
Centro de Salud					
Toma de remedios caseros					
Otro:					

10.- Marque con una cruz si, ¿usted o algún familiar a sufrido algún tipo de cáncer?

<input type="checkbox"/>	Cáncer nasal	<input type="checkbox"/>	Cáncer de hueso	<input type="checkbox"/>	Cáncer de estómago	<input type="checkbox"/>	Cáncer de próstata
<input type="checkbox"/>	Cáncer de piel	<input type="checkbox"/>	Cáncer de páncreas	<input type="checkbox"/>	Cáncer de pulmón	<input type="checkbox"/>	Leucemia

11.- ¿Por la intoxicación de aplicación de plaguicida cuenta con algún familiar que haya fallecido por cáncer?

<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	No
--------------------------	----	--------------------------	----

Anexo 3

**UNIVERSIDAD DEL PAPALOPAN**  
**CAMPUS LOMA BONITA**  
**"ENCUESTA A COMERCIOS DE AGROQUIMICOS"**

Buenos días (tarde): Estamos trabajando en un estudio que servirá para elaborar una tesis profesional acerca de los efectos del uso de pesticidas en el cultivo de piña de la Universidad del Papaloapam. Quisiéramos pedirle su ayuda para que conteste algunas preguntas que no le tomarán mucho tiempo. Sus respuestas serán confidenciales.

**INSTRUCCIONES:** Emplee un lápiz o un bolígrafo de tinta negra para responder el cuestionario.

A) Datos sociodemográficos

1.-Nombre completo: \_\_\_\_\_

2.-Edad: \_\_\_\_\_

3.-Género: \_\_\_\_\_ Hombre \_\_\_\_\_ Mujer

4.-Escolaridad: \_\_\_\_\_ Primaria \_\_\_\_\_ Secundaria \_\_\_\_\_ Media Superior \_\_\_\_\_ Superior

5.-Ocupación: \_\_\_\_\_

B) Empresa

6.-Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

7.- Ubicación: \_\_\_\_\_

C) Plaguicidas

8.- Mencione que productos vende para el control de malezas en piña:

Maleza a combatir	Nombre del producto	Compañía

9.- Mencione que productos vende para el control de enfermedades en piña:

Enfermedad a combatir	Nombre del producto	Compañía

10.- Mencione que productos vende para el control de plagas en piña:

Plaga a combatir	Nombre del producto	Compañía