

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y
DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE
RECURSOS NATURALES



TESIS

“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL
SUELO PRODUCIDA POR LA ACCIÓN DE LOS
INSECTICIDAS EMPLEADOS EN EL CULTIVO
DE GRANADILLA EN LA MICROCUENCA
SAN ALBERTO – OXAPAMPA”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

MARINA ROSARIO BERTO OSORIO

Callao, diciembre 2017
PERU

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

COMISION DE GRADOS Y TITULOS

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
N° 006-2017-JEDT-FIARN**

Siendo las 16:45 horas del día lunes 04 de diciembre de 2017, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales ubicado en la Av. Juan Pablo II 306-Bellavista-Callao; se dio inicio a la Sustentación de la Tesis presentada por la bachiller Marina Rosario Berto Osorio titulada: "EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO PRODUCIDA POR LA ACCIÓN DE LOS INSECTICIDAS EMPLEADOS EN EL CULTIVO DE GRANADILLA EN LA MICROCUENCA SAN ALBERTO – OXAPAMPA" para optar el título profesional de Ingeniera Ambiental y de Recursos Naturales; contando con la asistencia del Jurado Evaluador y Asesor a fin de dar cumplimiento a la Resolución N° 079-2017-D-FIARN de fecha 28 de noviembre del 2017:


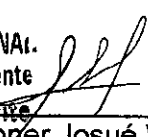
- | | |
|--------------------------------------|------------|
| ➤ Dr. Jorge Quintanilla Alarcón | Presidente |
| ➤ Ing. Abner Josué Vigo Roldán | Secretario |
| ➤ Blgo. Carlos Odorico Tome Ramos | Vocal |
| ➤ Ing. Américo Carlos Milla Figueroa | Asesor |

Terminada la exposición a las 17:25 horas y la absolución de las preguntas del Jurado Evaluador, se invita a la Bachiller y al público en general se retiren del Auditorio para las deliberaciones del caso.

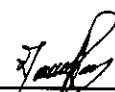
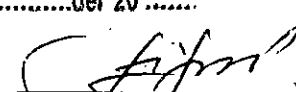
Luego de las deliberaciones, el Jurado Evaluador acuerda **APROBAR POR UNANIMIDAD**, con el calificativo de **MUY BUENO**; recomendando a la Tesista, en concordancia con el Art. 110 inciso i) del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, subsanar las observaciones efectuadas por el Jurado, dando así por terminado el acto de sustentación a las 18:15 horas.



En señal de conformidad firman el Jurado Evaluador y Asesor, siendo las 18:15 horas del día 04 de diciembre de 2017.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
OFICINA DE SECRETARIA GENERAL
EL SECRETARIO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO que suscribe, CERTIFICA: Que la presente es copia fiel del original. Se expide la presente certificación a solicitud del (s) interesado (s) para los fines que juzgue oportuno.
Callao,dedel 20

| | |
|--|---|
|  Dr. Jorge Quintanilla Alarcón Presidente |  Ing. Abner Josué Vigo Roldán Secretario |
|--|---|

05 FEB 2018

| | |
|---|---|
|  Blgo. Carlos Odorico Tome Ramos Vocal |  Américo Carlos Milla Figueroa Asesor |
|---|---|


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
Oficina de Secretaría General

Lic. César Guillermo Jáuregui Villafuerte
Secretario General

ASESOR INTERNO: Ing. Carlos Milla Figueroa

ASESOR EXTERNO: Dr. Federico Rizo Patrón Viale

Con el apoyo de:

Dra. Florencia Andrea Trama

DEDICATORIA

A Dios por el maravilloso regalo de la vida.

A mi madre Silvia por todo el esfuerzo para ser quien soy, por haberme enseñado las cosas más valiosas en mi vida y por toda la confianza depositada en mí. ¡Acuarianas!

A mi padre Bean por su apoyo y confianza.

A mis hermanas Beatriz y Patricia, porque estemos juntas siempre a pesar de las distancias, y mis sobrinos Christopher y Tessy mis cuasi-hijos. ¡Los amo!

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todo lo que me ha permitido vivir, por todo lo maravilloso que me regala día a día y sobre todo por permitirme culminar este proyecto de forma satisfactoria.

Al Dr. Federico Rizo Patrón Viale y a la Dra. Florencia Andrea Trama, gracias por todo el apoyo brindado, por la paciencia y por la dedicación para conmigo; gracias por hacer posible culminar este proyecto.

Al Ing. Carlos Milla Figueroa, por su amistad y su apoyo en todos los momentos desde que decidí iniciar con este proyecto, así como sus enseñanzas en las aulas de mi alma mater.

A mis padres, hermanas y a toda mi familia, gracias a todos por su apoyo incondicional, por su preocupación estando lejos y por toda la confianza que han tenido en mí.

Al Reverendo Pablo Sam Chu, que más que un sacerdote, fue como un segundo padre y un amigo para mí; gracias por confiar en mí, por todas esas tardes de tertulia y por apoyarme en la realización de esta tesis.

A Rolando, mi mejor amigo, mi compañero, gracias por todos esos días ayudándome en campo, por todas esas tardes asistiéndome en mis actividades de monitoreo, por esos días revisando la tesis y sobre todo por los momentos compartidos.

Al Parque Nacional Yanachaga Chemillén (PNYCh) por el apoyo brindado durante la etapa de planeación de la tesis. Al Instituto del Bien Común (IBC) por la facilidad de información de los parámetros climatológicos de la zona de estudio. Al Jardín Botánico Missouri (JBM), por el préstamo de equipos durante la determinación de los parámetros fisicoquímicos del suelo.

Agradecer de manera muy especial a todos los agricultores del Sector San Alberto – Oxapampa, que me brindaron información muy importante para la investigación; sobre todo al Sr. Edgar Taipe y al Ing. Michael Ortiz, quienes además me brindaron su amistad, me ayudaron durante toda la investigación, me facilitaron el acceso a sus parcelas de cultivo, la toma de muestras e incluso me ahorraron las largas caminatas.

INDICE

| | |
|--|----|
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTOS | 5 |
| INDICE | 7 |
| INDICE DE TABLAS | 9 |
| INDICE DE FIGURAS..... | 10 |
| INDICE DE GRÁFICOS | 11 |
| INDICE DE ANEXOS | 12 |
| ACRÓNIMOS..... | 13 |
| RESUMEN | 14 |
| ABSTRAC | 15 |
| CAPITULO I | 16 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | |
| 1.1 Determinación del problema..... | 16 |
| 1.2 Formulación del problema | 18 |
| 1.3 Objetivos de la investigación | 19 |
| 1.3.1 Objetivo general: | 19 |
| 1.3.2 Objetivos específicos: | 19 |
| 1.4 Justificación | 19 |
| 1.5 Importancia | 20 |
| CAPITULO II..... | 21 |
| MARCO TEORICO | |
| 2.1 Antecedentes del estudio..... | 21 |
| 2.2 Base teórica..... | 30 |
| 2.3 Definiciones de términos básicos..... | 40 |
| CAPITULO III..... | 41 |
| VARIABLES E HIPÓTESIS | |
| 3.1 Variables de la investigación | 41 |
| 3.2 Operacionalización de las variables | 41 |

| | | |
|----------------------------|---|-----|
| 3.3 | Hipótesis general..... | 43 |
| CAPITULO IV..... | | 44 |
| METODOLOGÍA | | |
| 4.1 | Tipo de investigación..... | 44 |
| 4.2 | Diseño de la investigación..... | 44 |
| 4.3 | Población y muestra..... | 44 |
| 4.4 | Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 48 |
| 4.5 | Procedimiento de recolección de datos..... | 52 |
| 4.6 | Procesamiento estadístico y análisis de datos..... | 69 |
| CAPITULO V..... | | 71 |
| RESULTADOS | | |
| 5.1 | Factores fisicoquímicos en las parcelas de monitoreo..... | 71 |
| 5.2 | Insecticidas..... | 74 |
| 5.3 | Pruebas biológicas..... | 81 |
| 5.4 | Encuesta realizada a los agricultores..... | 85 |
| CAPITULO VI..... | | 92 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS | | |
| CAPITULO VII..... | | 120 |
| CONCLUSIONES | | |
| CAPITULO VIII..... | | 123 |
| RECOMENDACIONES | | |
| CAPITULO IX..... | | 125 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | | |
| ANEXOS..... | | 136 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla N° 2.1: Mecanismos de acción de los insecticidas | 35 |
| Tabla N° 4.1: Parcelas de monitoreo en la microcuenca San Alberto | 45 |
| Tabla N° 5.1: Ingredientes activos detectados por el laboratorio en el parcela de monitoreo 1 (PM 1) | 76 |
| Tabla N° 5.2: Ingredientes activos detectados por el laboratorio en el parcela de monitoreo 2 (PM 2) | 76 |
| Tabla N° 5.3: Descripción de los ingredientes activos empleados y detectados en los parcelas de monitoreo..... | 77 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura N° 4.1: Parcelas de monitoreo seleccionados | 46 |
| Figura N° 4.2: Parcela de control | 46 |
| Figura N° 4.3: Aplicación de las entrevistas dirigidas a los agricultores | 53 |
| Figura N° 4.4: Determinación de parámetros fisicoquímicos | 55 |
| Figura N° 4.5: Organismos de prueba | 59 |
| Figura N° 4.6: Fuente de origen de los organismos de prueba..... | 59 |
| Figura N° 4.7: Recipientes de cultivo de los organismos de prueba | 60 |
| Figura N° 4.8: Toma de muestras | 62 |
| Figura N° 4.9: Organismos de prueba seleccionados para los bioensayos | 68 |
| Figura N° 4.10: Aplicación de los bioensayos | 68 |
| Figura N° 5.1: Perfil del suelo y determinación de horizontes en los PM1, PM2 y PC ... | 74 |
| Figura N° 5.2: Evaluación de resultados en los bioensayos con muestras de suelo | 82 |
| Figura N° 5.3: Evaluación de los organismos de prueba al finalizar los bioensayos | 83 |
| Figura N° 5.4: Observaciones realizadas a los organismos al finalizar los bioensayos en las pruebas de control positivo | 83 |
| Figura N° 5.5: Evaluación de los resultados en los bioensayos con sedimento | 85 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| Gráfico N° 4.1: Parcelas de monitoreo en la microcuenca San Alberto..... | 47 |
| Gráfico N° 5.1: Media y desviación estándar del pH en cada parcela de monitoreo al 95% de IC..... | 71 |
| Gráfico N 5.2: Interacciones de la temperatura durante los meses de octubre a diciembre..... | 72 |
| Gráfico N 5.3 Media y desviación estándar de los valores de temperatura al 95% de IC..... | 73 |
| Gráfico N 5.4: Mortalidad de la lombriz de tierra <i>Eisenia andrei</i> expresados en % | 81 |
| Gráfico N 5.5: Resultados obtenidos en los bioensayos con <i>Hyalellas</i> sp | 84 |
| Gráfico N 5.6: Media y desviación estándar de la mortalidad en cada parcela de monitoreo al 95% de IC y Tukey HSD..... | 84 |
| Gráfico N° 5.7: Tipo de plaguicida empleado en el sector San Alberto clasificado según la especie a combatir..... | 87 |
| Gráfico N° 6.1: Relación entre los plaguicidas detectados y los valores de EC ₅₀ en la PM 1..... | 111 |
| Gráfico N° 6.2: Relación entre los plaguicidas detectados y los valores de LC ₅₀ en la PM 1..... | 112 |
| Gráfico N° 6.3: Relación entre los plaguicidas detectados y los valores de EC ₅₀ en la PM 2..... | 113 |
| Gráfico N° 6.4: Relación entre los plaguicidas detectados y los valores de LC ₅₀ en la PM 2..... | 113 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo N° 1: Matriz de consistencia..... | 137 |
| Anexo N° 2: Ficha de descripción de la zona de estudio..... | 138 |
| Anexo N° 3: Ficha de datos para el monitoreo de parámetros fisicoquímicos del suelo..... | 139 |
| Anexo N° 4: Listado de plaguicidas analizados por el laboratorio..... | 141 |
| Anexo N° 5: Formato de encuesta aplicada en el área de estudio..... | 145 |
| Anexo N° 6: Procedimiento para el cultivo de granadilla..... | 148 |
| Anexo N° 7: Listado de agroquímicos empleados en el cultivo de granadilla en el sector San Alberto | 150 |
| Anexo N 8: Base de datos de los resultados del monitoreo de ph y temperatura en las parcelas de monitoreo | 152 |
| Anexo N 9: Base de datos de los resultados obtenidos de los bioensayos en las parcelas de monitoreo. | 153 |
| Anexo N 10: Panel fotográfico..... | 155 |

ACRÓNIMOS

| | |
|------------------|--|
| LOEC | Concentración mínima con efecto observado |
| NOEC | Concentración sin efectos observados |
| LC ₅₀ | Concentración letal media |
| EC ₅₀ | Concentración efectiva media |
| IC | Índice de combinación |
| CIA | Coefficiente de impacto ambiental |
| RAD | Dosis agrícola recomendadas |
| OCDE | Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico |
| OMS | Organización mundial de la salud |
| SERNANP | Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas |
| ANP | Área Natural Protegida |
| PNYCh | Parque Nacional Yanachaga Chemillén |
| ZA | Zona de amortiguamiento |
| RBOAY | Reserva de Biosfera Oxapampa Ashanika Yanesha |
| PM 1 | Parcela de monitoreo 1 |
| PM 2 | Parcela de monitoreo 2 |
| PC | Parcela Control |

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la contaminación del suelo generada por el uso de plaguicidas principalmente los de tipo insecticida, empleados en el cultivo de granadilla en la microcuenca San Alberto-Oxapampa. Además, se evaluó el tipo de manejo de agroquímicos realizado por los agricultores, a través de la aplicación de encuestas. Se seleccionaron las parcelas de monitoreo 1 y 2 (parcelas de cultivos de granadilla) y una parcela control (PC) libre de contaminantes. Se realizó análisis por cromatografía líquida y gaseosa para determinar la presencia de residuos de plaguicidas en el suelo. Así también se realizaron bioensayos en suelo y sedimento, empleando como organismos de prueba a la lombriz de tierra *Eisenia andrei* y anfipodos de agua dulce *Hyalettas* sp. respectivamente. Se detectaron 4 plaguicidas en la PM 1 y 16 en la PM 2. Los resultados de los bioensayos mostraron una mortalidad del 91.22% para PM 1 y 97.78% para la PM 2 en las pruebas con *Hyalettas* sp. Mientras que las pruebas con *Eisenia andrei* no presento resultados concluyentes en cuanto a la mortalidad, sin embargo, se observó diferencias en el desarrollo normal de los organismos expuestos. En tal sentido se concluye la contaminación del suelo dada la presencia de plaguicidas en el suelo, lo que a su vez estaría generando efectos negativos sobre los organismos desarrollados en él demostrado por la alta mortalidad resultante de los bioensayos. Se determinó también que la mayoría de los agricultores no utilizan medidas de protección personal durante el uso de agroquímicos, además realizan un manejo inadecuado de los envases químicos.

Palabras clave: Agroquímicos, plaguicidas, bioensayos, anfipodos.

ABSTRAC

The objective of this study was to evaluate the soil contamination generated by the use of pesticides, primarily the insecticides commonly used on the granadilla crops in the San Alberto-Oxapampa watershed. The study also assessed, through the application of surveys, the type of agrochemical management carried out by farmers. Two monitoring plots (PM) – plots of granadilla crops – were selected, as well as a plot of control (PC), free of contaminants. The analysis was realized by means of liquid and gas chromatography in order to determine the presence of pesticide waste in the soil. Additionally, soil and sediment bioassays were conducted, using as test organisms the earthworm *Eisenia andrei* and freshwater amphipods *Hyaellias sp*, respectively. The study detected 4 pesticides in PM 1 and 16 in PM 2. The results of the bioassays with *Hyaellias sp* showed a mortality rate of 91.22% for PM 1 and 97.78% for PM 2, while the tests with *Eisenia andrei* provided no conclusive results with regard to the rate of mortality. Nevertheless, differences in the normal development of the exposed organisms were observed. In that regard, it can be concluded that the soil contamination due to the presence of pesticides in the soil is inducing negative effects on the organisms living within, as is demonstrated by the high mortality rate in the bioassays. It was also determined that the majority of the farmers did not utilize personal protection equipment when handling the agrochemicals, nor did they demonstrate the adequate management of the chemical containers.

Keywords: Agrochemicals, pesticides, bioassays, amphipods.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Determinación del problema

El cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis juss*) es una actividad económica de importancia para el país. En el 2011, esta actividad agrícola ubicó al Perú en el puesto 14 a nivel mundial, con una producción de 150 mil toneladas, lo que representó el 0.8% de la producción mundial (Sierra Exportadora, 2012). El 70% de la producción de este fruto en nuestro país está concentrada en los departamentos de Pasco, Cajamarca, Huánuco y La Libertad. En este sentido en la ciudad de Oxapampa, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, el cultivo de granadilla es la principal actividad económica de la población, aportando ingresos a sus hogares. (Gobierno Regional de Pasco, 2010)

Sin embargo, la producción de granadilla se ve limitada por ciertos factores, como las plagas y enfermedades que atacan al fruto y la planta durante su proceso de producción, causando enormes pérdidas en el rendimiento y la calidad del fruto (Ugarte Aquino, 2011). Entre las principales enfermedades identificadas destacan: *Botrytis sp.*, *Fusarium sp.*, nematodos y plagas, como la mosca del botón floral (*Dasiops sp.*). Los agricultores frente a estas limitantes han recurrido a una serie de técnicas o prácticas agrícolas, como el uso de agroquímicos, tales como los insecticidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, abonos sintéticos, entre otros. Los agroquímicos, a pesar de tener varios efectos beneficiosos para la rentabilidad de la agricultura, son la base de algunos problemas de contaminación en el medio

ambiente; dado que representan una serie de peligros para la vida silvestre, la vida humana y los ecosistemas (Chakra Reddy & Venkateswara Rao, 2008).

Asimismo, los residuos de agroquímicos constituyen un potencial riesgo toxicológico para los organismos no objetivos y para los ecosistemas circundantes; posiblemente contribuyendo a la pérdida de la biodiversidad directa o causando efectos crónicos en niveles tróficos superiores (Rico, Sabater, & Castillo, 2016). Ugarte Aquino, (2011) refiere como principales riesgos toxicológicos: los daños de fitotoxicidad a la planta, las posibles causas de alteraciones fisiológicas, así como la probable comercialización de frutos tóxicos. La microcuenca San Alberto, ubicada en el distrito de Oxapampa, Provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, no es ajena a esta realidad.

Se considera que el uso excesivo de agroquímicos es un factor relevante para la contaminación del suelo (Berrospi Delgado, 2003), ya sea, aplicados directamente al suelo o se depositen por la escorrentía de las aplicaciones foliares (Wang et al., 2012) pudiendo afectar directamente a los procesos biológicos y fisicoquímicos en el suelo o indirectamente, a través de los organismos presentes en él (Jovana, Tanja, & Mirjana, 2014). Asimismo, el inadecuado uso de agroquímicos en la microcuenca de San Alberto, hace que se contamine el agua de la principal fuente de abastecimiento para la población de la ciudad de Oxapampa (Gobierno Regional de Pasco, 2010). De acuerdo a Lallana et al., (2008), probablemente esto se deba a que los cursos de agua de esta microcuenca, reciben una carga de contaminantes provenientes del "lavado" del suelo.

Sumado a ello; la escasa cultura ambiental, el débil sistema de organización entre los productores y pobladores locales, la producción agrícola deficiente en tecnología y la producción sin la asistencia técnica adecuada han sido las principales deficiencias de la actividad agrícola desarrollada en la ciudad de Oxapampa, lo cual se ha acelerado el proceso de degradación de los recursos naturales y de los servicios ambientales que esto generan (Gobierno Regional de Pasco, 2010)

Por todo lo anterior, es necesario generar registros de los efectos causados por las malas prácticas agrícolas. En este sentido, la presente investigación propone la evaluación de la contaminación del suelo producida por los insecticidas empleados en el cultivo de granadilla, mediante la aplicación de indicadores biológicos, con ello se hace referencia a los bioensayos. Para tal fin se ha seleccionado a la microcuenca de San Alberto, ubicada en la ciudad de Oxapampa, Provincia de Oxapampa, departamento Pasco; como la zona de estudio. Esta microcuenca es la más cercana al casco urbano de la ciudad de Oxapampa, representa la fuente principal de abastecimiento de agua para la ciudad y además se encuentra en los límites de Parque Nacional Yanachaga Chemillén, específicamente en su zona de amortiguamiento.

1.2 Formulación del problema

¿Los insecticidas utilizados en el cultivo de granadilla contaminan el suelo de la microcuenca de San Alberto - Oxapampa?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general:

Evaluar la contaminación del suelo producida por la acción de los insecticidas empleados en el cultivo de granadilla, en la microcuenca San Alberto – Oxapampa.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Determinar la presencia de residuos de insecticidas en el suelo agrícola de la microcuenca San Alberto – Oxapampa.
- Determinar los niveles de toxicidad en el suelo agrícola y sedimento producidos por la acción de los insecticidas empleados en el cultivo de granadilla en la microcuenca de San Alberto – Oxapampa; aplicando bioensayos con la lombriz de tierra *Eisenia* sp. y el anfípodo de agua dulce *Hyaella* sp. respectivamente.

1.4 Justificación

Teniendo en cuenta que los agricultores que cultivan granadilla en los alrededores de la ciudad de Oxapampa, aplican técnicas agropecuarias no adecuadas, tales como el uso de agroquímicos en forma excesiva y sin asistencia técnica, se estaría generando la degradación del entorno, la pérdida de biodiversidad y la contaminación del medio ambiente. Por lo tanto, se considera necesario evaluar el impacto generado por estos agroquímicos, a través de análisis de contaminación en el suelo, a fin de dotar a las instituciones locales de información necesaria que permita la toma de decisiones.

Cabe resaltar que en la zona de estudio no se cuenta con datos de los niveles de toxicidad en el recurso suelo, enfocados en el uso de agroquímicos como principal fuente de contaminación. Además, no se han desarrollado bioensayos como una herramienta de medición del ecosistema o parte de este. Por ende, los resultados de esta investigación contribuirán al conocimiento de la calidad del suelo, no sólo a través de los componentes físicos y químicos, sino también biológicos. A su vez la aplicación de los bioensayos en la zona de estudio permitirá la adaptación de estas metodologías a especies locales y condiciones específicas de la zona, lo que representará un aporte a la ciencia e investigación.

1.5 Importancia

La presente investigación contribuye al conocimiento del estado actual del recurso suelo en un área donde la actividad agrícola juega un papel importante en la economía de la población local; cabe decir, que el área de estudio se encuentra en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Yanachaga Chemillén, por ambos motivos toma un valor preponderante la información aquí descrita, dado que contribuirá a la sostenibilidad de la actividad agrícola y a los objetivos de conservación del área natural protegida.

Asimismo, los resultados servirán como bases para futuras generaciones y representan indicios de como los demás productos químicos empleados podrían estar causando efectos tóxicos a la biota expuesta, la degradación de los recursos y poniendo el riesgo la continuidad de la actividad agrícola del sector.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes del estudio

Actualmente, los trabajos relacionados con la evaluación de los impactos generados por los compuestos tóxicos utilizados en las actividades agrícolas han tomado importancia, debido a los efectos que estos causan al medio ambiente, la vida silvestre y al hombre. Es así que diversos investigadores a lo largo de los años han abordado el tema, dada su importante repercusión sobre el medio ambiente y los recursos asociados a ellos. Entre los que podemos mencionar a De Lima Amaral, (2001); Rico, Sabater, & Castillo, (2016), Javidmehr, Kass, Deanovic, Connon, & Werner, (2015); Wang, Chen, Qian, Zhao, & Wang, (2015); Trama, (2014); Tecuapetla Vargas, (2014); Chakra Reddy & Venkateswara Rao, (2008); Pedersen, Palmqvist, Thorbek, Hamer, & Forbes, (2013); Jovana, Tanja, & Mirjana, (2014); Daam, Leitao, Cerejeira, & Paulo Sousa,(2011); Rizo Patrón Viale, (2003); Salcedo, (2014), entre otros.

De Lima Amaral, (2001), evaluó los riesgos ambientales asociados al uso de agroquímicos en las microcuencas de Cumarú y Caripi en la Amazonia Brasileña. Los resultados de su investigación muestran que la intensificación de la agricultura ha llevado al mayor uso de agroquímicos en las microcuencas mencionadas, caso que no es ajeno a nuestra realidad. Determinó que cerca de 83% de productores estudiados usan algún tipo de agroquímico, de los cuales el 55% constituirían las clases de mayor riesgo. En relación a la intensidad de uso de

los agroquímicos se observó que cerca del 75% de los productores realizaban más de cuatro aplicaciones al mes. El 29% de los casos efectuaban ocho aplicaciones al mes; aunque las recomendaciones técnicas sugieren aplicaciones espaciadas con al menos dos semanas. Además, observó que el 57% los productores usaban agroquímicos no recomendados para los problemas que trataban de solucionar.

Otra de las aplicaciones para la evaluación de la toxicidad de estos contaminantes y componentes de los residuos peligrosos refiere al uso de ensayos biológicos, los cuales actualmente están siendo considerados con mayor intensidad. Esto se debe a que las pruebas de toxicidad constituyen una herramienta eficaz para la predicción de niveles de concentración de compuestos tóxicos, en los que mediante la analítica clásica no se logra obtener efectos observables; extendiéndose estas evaluaciones al ámbito de poblaciones, comunidades o ecosistemas para la identificación de elementos biológicos en riesgo.

En este sentido, se han realizado un sinnúmero de investigaciones en cuanto a la contaminación del suelo, a través de la evaluación de la toxicidad, empleando como organismos de prueba a las especies propias de cada ecosistema.

Tal es el caso de, Rico, Sabater, & Castillo, (2016) quienes evaluaron los efectos letales y subletales de cinco plaguicidas utilizados en el cultivo de arroz, usando como organismo de prueba a la lombriz de tierra *Eisneia foetida*. Evaluaron la toxicidad de cinco de los plaguicidas utilizados normalmente en el cultivo de arroz (tricolorfón, dimetoato, carbendazim, tebuconazol y procloraz). Los puntos finales evaluados en esta prueba fueron: la conducta de evitación y mortalidad

después de un periodo de exposición de 2 días, pérdida de peso, las actividades enzimáticas (colinesterasa, lactato-deshidrogenasa y fosfatasa alcalina) y los efectos histopatológicos después de un periodo de exposición de 14 días. Los resultados mostraron que el Carbendazim era altamente toxico para *Eisenia foetida* ($CL_{50}=2$ mg/Kg de peso seco), lo que reduce significativamente el peso de las lombrices y que muestra una respuesta de evitación en concentraciones del suelo que están cerca de los previstos en los campos de cultivo de arroz y en los ecosistemas circundantes. El insecticida dimetoato mostró una toxicidad aguda moderada, mientras que el resto de los plaguicidas ensayados mostró bajo potencial de toxicidad (LC_{50} por encima de 100 mg / kg de peso seco). Para estos plaguicidas, sin embargo, la pérdida de peso fue identificado como un punto final sensible, con valores NOEC aproximadamente 2 veces o más bajos que los valores de LC_{10} calculados. Los efectos investigados en las actividades enzimáticas de *Eisenia foetida* y las alteraciones histopatológicas observadas (lesiones musculares longitudinal y circular, tejidos edematosos, degeneración endotelial y necrosis) demostraron ser biomarcadores sensibles para monitorear la contaminación por plaguicidas, por lo cual los autores los proponen como medidas alternativas para evaluar los riesgos de plaguicidas en los ecosistemas agrícolas.

Caso similar, podemos mencionar el estudio desarrollado por Tecuapetla Vargas, (2014), quien evaluó la toxicidad producida por agroquímicos empleados en el cultivo de *Gerbera jamesonii* en invernadero, en Villa Guerrero. Para su investigación aplicó los bioensayos con lombrices de tierra *Eisenia andrei*.

Calculó también el Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA) para estimar el riesgo ecotoxicológico producido por el uso de plaguicidas específicos en cada zona de estudio. Los resultados de su estudio mostraron que el suelo de los invernaderos resultó tóxico para los organismos de prueba, mientras que, en relación al impacto ambiental, resultó el mayor valor en la zona de estudio donde la cantidad y frecuencia de los productos aplicados fue más alta en relación a las otras.

Otro ejemplo es el estudio ejecutado por Jovana, Tanja, & Mirjana, (2014), el estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de tres plaguicidas sobre la lombriz de tierra *Eisenia foetida* en condiciones de laboratorio, bajo la evaluación de la mortalidad, la biomasa y la inhibición del crecimiento. Para lo cual expusieron a la lombriz *Eisenia foetida* al suelo artificial suplementado con diferentes concentraciones de los plaguicidas examinados en base a las dosis agrícolas recomendadas (RAD). Las formulaciones comerciales consistieron en: Galitión G-5 (insecticida, cuyo ingrediente activo es malatión y fenitrotión), terbis (herbicida cuyo ingrediente activo es terbutilazina), y Gardene (limacide cuyo ingrediente activo es metaldehído). La prueba de laboratorio se llevó a cabo de acuerdo con las directrices de la OCDE. Ninguna muerte se registró a la concentración más baja (1/4 RAD) del insecticida después de 7 y 14 días de exposición, ni en la concentración más alta ($4 \times$ RAD) del insecticida después de los 7 días de la exposición. En cuanto al herbicida, a este se le encontró como el más tóxico y ecológicamente peligroso para *Eisenia foetida*. Sus valores de LC_{50} (1.26 mg kg⁻¹) estuvieron muy cerca de la RAD y la inhibición del crecimiento

en todas las concentraciones fue significativamente positivo. Aunque *Eisenia foetida* se encontró susceptible al insecticida organofosforado Galitión, debido a la inhibición del crecimiento positivo significativo en la concentración más alta, el valor de LC₅₀ era más alto que su RAD. Por otro lado, se encontró a Gardena como ecológicamente seguro debido a que el valor de la LC₅₀ era mayor que su RAD.

Asimismo, Wang et al., (2012), evaluaron la toxicidad de 45 plaguicidas sobre la lombriz de tierra *Eisenia foetida*, Los plaguicidas evaluados, incluyeron insecticidas, acaricidas, fungicidas y herbicidas. Los resultados de la prueba de contacto de papel de filtro luego de 48 horas indicaron que clotianidina, fenpiroximato, y piridaben eran tóxicos para *Eisenia foetida*. Cuando se probó en el suelo artificial para un periodo de 14 días, la clotianidina y picoxistrobina mostraron la toxicidad intrínseca más alta contra *Eisenia foetida*, seguido de fenpiroximato. Sin embargo, los herbicidas fluoroglicofen, paraquat, y piraflufenetilo exhibieron las toxicidades más bajas.

El estudio de Chakra Reddy & Venkateswara Rao, (2008), evaluó la respuesta biológica de las lombrices de tierra *Eisenia foetida* a un plaguicida organofosforado, profenofos. Los parámetros a evaluar fueron la toxicidad aguda, las alteraciones morfológicas y los efectos histológicos sobre las lombrices de tierra, *Eisenia foetida*. Las pruebas se realizaron por contacto directo a través de un papel de filtro, por un período de 24 y 48 horas. Las observaciones morfológicas e histológicas mostraron rupturas del cuerpo, lesiones sangrientas, y la excesiva formación interna de la masa de células glandulares y la

desintegración de los músculos circulares y longitudinales, que no pudieron regular la presión interna celómico, lo que lleva a la fragmentación de las lombrices de tierra.

El estudio de los parámetros fisicoquímicos dentro de la evaluación de comunidades se presenta como una metodología complementaria. En este sentido, De Silva, Pathiratne, & van Gestel, (2009), evaluaron la influencia de la temperatura y el tipo de suelo sobre la toxicidad de los plaguicidas sobre otra especie de lombriz de tierra, en este caso con la lombriz *Eisenia andrei*. Se comparó la toxicidad de clorpirifos, carbofurano y carbendazim sobre las lombrices de tierra *Eisenia andrei* a dos temperaturas diferentes que reflejan las condiciones templadas y tropicales. La toxicidad de los tres plaguicidas, bajo esas condiciones disminuyó en el orden de carbendazim > carbofurano > clorpirifos. La supervivencia fue más sensible a la temperatura más alta, probablemente debido al aumento de la actividad de las lombrices. Los efectos sub-letales (reproducción y crecimiento), sin embargo, varían de manera incompatible con los tipos de temperatura y de suelo. Se concluyó, que la toxicidad de los plaguicidas en las zonas tropicales no puede predecirse a partir de los datos obtenidos en condiciones templadas, incluso dentro de la misma especie.

Caso similar es el estudio desarrollado por Daam, Leitao, Cerejeira, & Paulo Sousa,(2011) cuyo estudio se basó en la comparación de la sensibilidad de los invertebrados del suelo a los plaguicidas empleando como organismo de prueba a la lombriz de tierra *Eisenia foetida*. Evaluaron la tolerancia relativa para poder comparar los límites de toxicidad obtenidos de la base de datos de la US-EPA-

ECOTOX, utilizando como parámetro la temperatura relativa (T°_{rel}) para los principales grupos taxonómicos terrestres y tipos de plaguicidas de acción (insecticidas, fungicidas, herbicidas y otros) por separado. Los análisis confirmaron menor y mayor sensibilidad de los colémbolos a los fungicidas e insecticidas respectivamente. Asimismo, se halló que los arácnidos e isópodos eran más sensibles a los insecticidas y los nemátodos a los fungicidas, en comparación con *Eisenia foetida*.

Entre los organismos de prueba más empleados, se ha mencionado los estudios con lombriz de tierra *Eisenia foetida* y *Eisenia andrei*, sin embargo existen otras especies representativas también empleados en estos estudios; además de no limitarse a tan solo la evaluación de la contaminación del suelo, sino también en la evaluación de la contaminación de los sedimentos, la cual forma parte de esta investigación. Por tal motivo, se presentan a continuación algunas de las investigaciones realizadas en este sentido:

Tal es el caso de Bat & Akbulut, (2001), quienes desarrollaron el estudio sobre la evaluación de la toxicidad en sedimentos aplicando los bioensayos, empleando como organismos de prueba las larvas *Chironomus thummi*, la prueba consistió en un bioensayo estático donde fueron expuestas a una muestra contaminada con zinc, cobre y plomo. La mortalidad aumentó con concentraciones crecientes de zinc, cobre y plomo. Los resultados de esta investigación indicaron que Zn tenía la mayor toxicidad, seguido de Pb y Cu.

Continuando con las evaluaciones biológicas a nivel de organismos de prueba, en el estudio desarrollado por Trama, (2014), se evaluó el efecto de los agroquímicos utilizados en el cultivo de arroz, aplicando la metodología de evaluación de macroinvertebrados bentónicos para la evaluación de la calidad de sedimentos en la cuenca baja del río Piura y el Manglar de San Pedro de Vice (MSPV). Los resultados del estudio indicaron que las comunidades de macroinvertebrados cambiaron al avanzar el curso del agua en el sistema de riego y entre las tres parcelas de arroz. Asimismo, durante su investigación detectó el uso de 8 plaguicidas utilizados en el cultivo de arroz (cuenca baja del río Piura), de los cuales 7 fueron caracterizados como altamente peligrosos y uno (clorobencilato) está prohibido para el Perú desde el año 1999. Lo cual deja entrever la falta de intervención política e institucional para regular la comercialización y el uso de productos químicos tóxicos y perjudiciales para el medio ambiente y el entorno.

En este sentido, es importante reconocer también el trabajo desarrollado por Rizo Patrón Viale, (2003), quien realizó el estudio de poblaciones de macroinvertebrados bentónicos que habitaban en los sedimentos cercanos a los arrozales del Proyecto Tamarindo, ubicado junto al Parque Nacional Palo Verde en Guanacaste, Costa Rica. Los resultados de dicha investigación permitieron identificar que las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos, disminuyeron al bajar la calidad de los ecosistemas acuáticos, lo cual sucedió luego de pasar por los arrozales del proyecto Tamarindo.

Enfocándonos en el sector San Alberto, donde se ubica la zona de estudio, no se cuenta con investigaciones sobre la toxicidad (contaminación) producida por los

agroquímicos empleados en el cultivo de granadilla, para el recurso suelo específicamente. Sin embargo, existen investigaciones mediante las cuales se ha evaluado la calidad de agua y suelo en función a otras metodologías; los cuales servirán de base y contribuirán con información relevante para la presente investigación.

Tal es el caso expuesto por Salcedo, (2014), quien evaluó la biodiversidad de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, y por ende de sus sedimentos, en la microcuenca San Alberto – Oxapampa. El estudio se realizó en tres zonas de monitoreo, donde fueron colectados los macroinvertebrados bentónicos de acuerdo al sustrato: piedra y arena. Los resultados determinaron que la riqueza total de macroinvertebrados bentónicos fue de 123 taxones pertenecientes a 47 familias (101 taxa en la cuenca alta, 77 taxa en la cuenca media y 55 taxa en la cuenca baja) donde destacó que la mayor abundancia de macroinvertebrados se presentó en la cuenca media. Los resultados indicaron que la diferencia de calidad de hábitat ribereño y fluvial, así como de conductividad, sólidos disueltos y nitratos influyen negativamente sobre la calidad del agua y sedimentos, y ésta, sobre la comunidad de macroinvertebrados.

Si bien es cierto, los agroquímicos contribuyen al aumento de la rentabilidad agrícola; los autores coinciden en que el ámbito de riesgo ambiental, cuando la manipulación y aplicación son hechas de manera incorrecta, los resultados son negativos, pues afectan de forma grave al productor, contaminan el suelo, el agua y el aire. (De Lima Amaral, 2001), (Trama, 2014), (Tecuapetla Vargas, 2014).

Como se menciona en el párrafo anterior; el uso intensivo de agroquímicos, además de los riesgos ambientales inherentes, expone a los productores a riesgos de salud, tal como lo destacó De Lima Amaral, (2001) y según lo determinado en el estudio de Trama, (2014) quien halló que la mayoría de agricultores (según su área de estudio) no utilizaban medidas de protección para aplicar los plaguicidas, evidenció también la forma no adecuada en que son dispuestos los residuos (envases) de dichos productos.

Esta realidad es recurrente en muchos otros lugares, dentro y fuera de nuestro país; y toma especial interés para la presente investigación dado que se evidencian las mismas deficiencias y condiciones en el área de estudio determinada.

2.2 Base teórica

2.2.1 Contaminación del suelo

El suelo es un componente esencial del ambiente en el que se desarrolla la vida; es vulnerable, de difícil y larga recuperación (tarda desde miles a cientos de miles de años en formarse), y de extensión limitada, por lo que se considera un recurso natural no renovable (Silva & Correa, 2009). De acuerdo con Dorronsoro (2007), este recurso se utiliza para fines muy diversos: agricultura, ganadería, pastos y montes, extracción de minerales y de materiales para la construcción, soporte para las edificaciones, eliminación de residuos, actividades de ocio y recreo, entre otros.

En base a lo antes mencionado, la contaminación del recurso suelo, es una de las principales problemáticas en el ámbito ambiental y empresarial, dada la pérdida o

degradación de recursos naturales que compromete la generación de satisfactores sociales y económicos que brinda este recurso (Silva & Correa, 2009).

El término contaminación, según Cepeda (2003), hace referencia a la presencia en la atmósfera, el agua o el suelo, de sustancias no deseables, en concentraciones, tiempo y circunstancias tales, que puedan afectar significativamente la salud y bienestar de las personas y el ambiente; teniéndose en cuenta que aquellas sustancias se encuentran presentes en concentraciones superiores a los valores límite permisibles y tienen la capacidad de modificar o variar alguna condición de dichos recursos y generar alteraciones que perjudiquen la salud de las personas y el ambiente. En función de ello, se puede decir que un suelo está contaminado, cuando las características físicas, químicas o biológicas originales han sido alteradas de manera negativa, debido a la presencia de componentes de carácter peligroso para el ecosistema; en este caso, la productividad que el suelo tenía, se pierde total o parcialmente (Cepeda, 2003). Por consiguiente, la contaminación del suelo generada por actividades económicas puede presentarse de dos formas: degradación edáfica, proveniente de fuentes claramente delimitadas (contaminación local o puntual) y la causada por fuentes difusas. Martínez y otros (2005), plantean que la contaminación local (o puntual) va unida generalmente a actividades económicas como la minería, las instalaciones industriales y los vertederos; mientras que, la contaminación difusa es causada generalmente por el transporte de sustancias contaminantes, tanto solubles como particuladas, a lo largo de amplias zonas con frecuencia alejadas de la fuente de origen. Este tipo de contaminación está más relacionado con la deposición atmosférica, determinadas

prácticas agrícolas y el tratamiento y reciclaje inadecuado de los lodos de depuración y aguas residuales.

Ahora bien, entre los principales contaminantes con gran impacto sobre el suelo se encuentran los plaguicidas. Se reconoce que los plaguicidas son sustancias formadas por compuestos tóxicos que se han introducido deliberadamente en el medio ambiente para combatir plagas y enfermedades de las plantas; pudiendo acumularse en el suelo o bien filtrarse en las aguas subterráneas o evaporarse y posteriormente volver a depositarse en el suelo. Asimismo, pueden afectar la biodiversidad de este recurso debido a su escasa selectividad y por incorporarse en la cadena trófica. Evidentemente, la actividad tóxica del plaguicida sobre la especie objetivo no es considerada un problema, ya que en esa actividad se basa su eficacia y la razón de su utilización; sin embargo, los problemas se derivan de la falta de selectividad, ya que en la liberación de estas sustancias la toxicidad se extiende a otras especies no objetivos. Este posible efecto no intencionado sobre otros organismos obliga a realizar valoraciones previas a modo de minimizar los impactos sobre estos organismos y los diferentes hábitats (Enríquez, 2001).

En cuanto a los efectos desfavorables que generan los contaminantes en el suelo como sistema son la afectación de su ciclo biogeoquímico y su función de biofiltro; la disminución cualitativa y cuantitativa del crecimiento de microorganismos; la disminución del rendimiento de los cultivos; la contaminación de las aguas superficiales y freáticas por procesos de transferencia y, por último, la disminución de las funciones de soporte de actividades de ocio (Porta; López-Acevedo; Roquero 1994)

En resumen, puede decirse que el suelo es un recurso natural importante para la actividad económica, dado su papel de insumo esencial en actividades como la agricultura y la ganadería, sin embargo es un recurso altamente vulnerable, pues su sobreutilización por parte de dichas actividades puede llegar a afectarlo irreversiblemente. Esto puede generar, como consecuencia, la pérdida de sus funciones ambientales y, por ende, la disminución de sus bienes y servicios. Específicamente, el uso de sustancias tóxicas, como los plaguicidas, puede llegar a generar efectos negativos en el recurso suelo, debido a que sus características fundamentales como persistencia, vida media y toxicidad, entre otras, pueden destruir los componentes de este recurso y llevarlo a su destrucción (Silva & Correa, 2009).

2.2.2 Insecticidas

En primer lugar se definirá el término agroquímico, el cual abarca los conceptos de plaguicidas, así como hace referencia a los abonos y fertilizantes (Servicio Nacional de Sanidad Vegetal, 1988). Los primeros, los plaguicidas, específicamente, son definidos como “cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos (FAO, 2002). El término plaguicidas incluye las sustancias destinadas a utilizarse como

reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, agentes para reducir la densidad de fruta, o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra el deterioro durante el almacenamiento y el transporte (Montes y García, 2005).

Los plaguicidas se clasifican según la especie a combatir, pudiendo denominarse como insecticidas, herbicidas, fungicidas, acaricidas, nematocidas, entre otros.

Los plaguicidas, de tipo insecticida, que serán tema de la presente investigación, se definen como aquellas sustancias químicas utilizadas para el control de vectores. La acción tóxica de los insecticidas se produce cuando el agente químico alcanza el sitio de acción y ocasiona un daño bioquímico en el organismo del ser vivo expuesto, dicho daño se evidencia mediante señales y síntomas que caracterizan la intoxicación, es decir mediante la manifestación clínica de un estado fisiopatológico que varía según el tipo de agente químico usado y de la concentración del mismo en el sitio de acción. (Fernicolal, 1985).

En la actualidad las principales clases de insecticidas son: organoclorados (OCs), ciclodienos, organofosforados (OFs), carbamatos y piretroides, aunque comienzan a utilizarse en gran escala los insecticidas microbianos y los reguladores del crecimiento, al poder reducir sus costos de producción y mejorar sus formulaciones (Bisset, 2002).

Los insecticidas presentan diferentes mecanismos de acción (véase tabla N° 2.2), según los cuales variará el cuadro de intoxicación del organismo atacado.

TABLA N° 2.1

MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS INSECTICIDAS

| MECANISMO DE ACCIÓN | TIPO DE INSECTICIDAS |
|--|---|
| <p><i>Inhibidores de acetilcolinesterasa</i> Bloquean la acción de la enzima acetilcolinesterasa, interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las células nerviosas.</p> | <p>Carbamatos, organofosfatos</p> |
| <p><i>Antagonistas del canal de cloruro regulado por GABA:</i> Interfieren con los canales de cloruro en la membrana nerviosa, interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas.</p> | <p>Ciclodieno organoclorados, fenilpirazoles (fiproles)</p> |
| <p><i>Moduladores del canal de sodio:</i> Interfieren con los canales de sodio en la membrana nerviosa interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas.</p> | <p>Organoclorados, piretroides, piretrinas</p> |
| <p><i>Agonista/antagonista del receptor de Acetilcolina de tipo nicotínico:</i> Imita la acción de neurotransmisor acetilcolina bloqueando los receptores e interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las células nerviosas.</p> | <p>Neonicotinoides, nicotina, spinocin</p> |
| <p><i>Activadores del canal de cloruro:</i> Se adhieren y activan los canales de cloruro en la membrana nerviosa interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas.</p> | <p>Avermectin</p> |
| <p><i>Miméticos de la hormona juvenil:</i> Compiten, imitan e interfieren con las hormonas juveniles esenciales para el desarrollo del insecto.</p> | <p>Hormona juvenil análoga e imitadora</p> |
| <p>Componentes con un modo de acción desconocido o no específico (<i>bloqueadores selectivos de alimentación</i>).</p> | <p>Cryolite, pimetrozina</p> |
| <p><i>Interruptores microbianos de las membranas de los intestinos del insecto</i> (incluye cultivos transgénicos que expresan toxinas de <i>Bacillus thuringiensis</i>).</p> | <p>Especies de bacillus</p> |
| <p><i>Inhibidores de fosforilación oxidativa:</i> Interrumpe el transporte de</p> | <p>Diafentiuron,</p> |

| | |
|---|----------------------------------|
| electrones dentro de las células. | clorfenapir |
| <i>Inhibidores de la biosíntesis de quitina:</i> Inhibe la formación normal del exoesqueleto de los insectos. | Benzoilúreas, buprofezin |
| <i>Agonista de ecdisona / interruptores de muda de piel:</i> Interfiere con el proceso de muda del insecto. | Diacilhidrazinas, azadiractin |
| <i>Inhibidores del transporte del electrón del complejo I mitocondrial:</i> Interrumpe el transporte de electrones dentro de las mitocondrias. | Rotenona |
| <i>Bloqueadores del canal de sodio dependientes del voltaje:</i> Interfieren con los canales de sodio en la membrana nerviosa interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas. | Indoxacarb |

Fuente: Rev. Perú Med. Exp Salud Pública, 2008.

2.2.3 Bioensayos

El concepto de bioensayo deriva de la toxicología clásica, el cual ha sido adaptado y aplicado al diagnóstico ambiental, considerándose como un complemento de la caracterización fisicoquímica convencional.

Los bioensayos son consideradas pruebas de toxicidad, que permiten determinar el efecto de agentes físicos y químicos sobre organismos de prueba bajo condiciones experimentales específicas y controladas, constituyendo una herramienta eficaz para la predicción de los niveles de concentración de compuestos tóxicos (Valerio, García, & Peinado, 2007), en los que mediante la analítica clásica no se logra obtener efectos observables.

La toxicidad evaluada en estas pruebas, hace referencia a la capacidad de una sustancia para ejercer un efecto nocivo sobre un organismo o la biocenosis, y

dependerá tanto de las propiedades químicas del compuesto como de su concentración, según sea la duración y frecuencia de la exposición al tóxico y su relación con el ciclo de vida del organismo; las pruebas podrán ser de tipo agudo o crónico. El objetivo es cuantificar el grado de daño que la muestra puede ocasionar en los organismos expuestos a ella.

Los efectos de dichas pruebas pueden ser tanto de inhibición como de magnificación, evaluados por la reacción de los organismos, tales como muerte, crecimiento, proliferación, multiplicación, cambios morfológicos, fisiológicos o histológicos. Los efectos pueden manifestarse a diferentes niveles, desde estructuras subcelulares o sistemas de enzimas, hasta organismos completos, poblaciones o comunidades. Por lo que las evaluaciones se extienden al ámbito de poblaciones, comunidades o ecosistemas para la identificación de elementos biológicos en riesgo. En una muestra sin toxicidad los organismos expuestos a la muestra al 100%, no manifestarán daño o no habrá diferencias significativas en el parámetro medido respecto al grupo control (Zagal & Sadzawka, 2007). En evaluaciones de toxicidad aguda el efecto medible es la mortalidad y en evaluaciones de toxicidad crónica los efectos son subletales que comúnmente se determinan mediante la reducción del crecimiento o la variación en el número de descendientes. En ambos casos se definirán índices de toxicidad obtenidos mediante el análisis estadístico de los resultados de los bioensayos (CL_{50} , CE_{50} , NOEC, LOEC).

Cabe decir, que el potencial nocivo de una sustancia tóxica puede ser contrarrestado por el sistema biológico a través de diferentes estrategias, tales

como reacciones metabólicas de detoxificación, excreción de tóxicos, etcétera. Por tanto, la toxicidad aparente evaluada en un ensayo biológico será el resultado de la interacción entre la sustancia y el sistema biológico. Además, se debe considerar que el efecto tóxico sobre los sistemas biológicos es ejercido por la acción combinada de todas las sustancias nocivas presentes en el medio, incluso aquellas que no son tóxicas en sí, pero que afectan las propiedades químicas o físicas del sistema, y consecuentemente las condiciones de vida de los organismos. Por otra parte, las evaluaciones ecotoxicológicas realizadas en ecosistemas deben tener en cuenta características como: interacciones entre poblaciones de distintas especies, cambios estructurales y cambios funcionales, observables en el contexto del ecosistema. Inversamente, los ensayos biológicos también incluyen el efecto de los organismos sobre las sustancias, como la degradación microbiana o biodegradabilidad.

En cuanto a los organismos de prueba, debe considerarse que no existe ningún organismo ni biocenosis que pueda ser usado para evaluar todos los efectos posibles sobre el ecosistema bajo las diversas condiciones abióticas y bióticas presentes. En la práctica, solamente unas pocas especies (especies modelo), que representen funciones ecológicas relevantes, pueden ser ensayadas. Además de estas limitaciones fundamentales y prácticas en la selección de organismos de ensayo, la muestra a ser ensayada puede también plantear problemas experimentales para la realización de la prueba (Morales, 2015).

En general, los criterios de selección de especies se fundamentan en los siguientes aspectos:

- Alta y constante sensibilidad a tóxicos.
- Alta disponibilidad y abundancia.
- Estabilidad genética y uniformidad en las poblaciones.
- Representatividad de su nivel trófico.
- Significado ambiental en relación con el área de estudio.
- Amplia distribución e importancia comercial.
- Facilidad de cultivo y adaptabilidad a las condiciones de laboratorio.

Es importante destacar que no siempre puede cumplirse con todos los requerimientos señalados y, en algunos casos, la selección aparentemente mostrará algunas contradicciones. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que en algunos procesos de selección, los investigadores, de acuerdo con cada situación, darán mayor o menor peso a ciertos criterios de selección (Dutka, 1996).

La diversidad de organismos que se encuentran en la naturaleza se refleja en la variedad de procesos metabólicos y compuestos químicos de los cuales depende la vida en sus diferentes niveles de expresión, desde bacterias a plantas y animales superiores. Una sustancia con propiedades tóxicas puede serlo para un tipo de organismo, pero no para otro, dependiendo con que compuestos de la célula interactúa. Por ello, se considera que tres (3) es el mínimo de especies con las cuales se debe evaluar la toxicidad de una muestra, incluyendo representantes de organismos fotosintéticos y animales de dos niveles de complejidad, un invertebrado y un vertebrado (Zagal & Sadzawka, 2007).

2.3 Definiciones de términos básicos

- Índices de toxicidad: Expresan los resultados de diferentes ensayos de toxicidad como un único valor numérico que clasifica, según categorías, a la muestra. No existen reglas fijas para la designación de los índices (Morales, 2015).
- CL_{50} : Concentración de agente tóxico que causa letalidad del 50% de la población expuesta, en relación a un tiempo de exposición (t).
- CE_{50} : Concentración de agente tóxico que causa inhibición del 50% en un determinado parámetro, en relación a un tiempo de exposición (t).
- NOEC: Concentración más alta de agente tóxico usada en el ensayo donde no se observan efectos adversos en la población expuesta.
- LOEC: Concentración más baja del agente tóxico a la cual se registran efectos adversos en un determinado parámetro.

CAPITULO III

VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Variables de la investigación

3.2.1 Variable independiente

Insecticidas empleados en el cultivo de granadilla

Definición conceptual: Los insecticidas son todas aquellas sustancias químicas utilizadas para el control de vectores, cuya acción tóxica se produce cuando el agente químico alcanza el sitio de acción y ocasiona un daño bioquímico en el organismo del ser vivo expuesto (Fernicolal, 1985).

Definición operacional:

X₁: Tipo de insecticida (organoclorado, organofosforado, piretroide, carbamato, etc.)

X₂: Características del insecticida (grado de toxicidad e ingrediente activo)

X₃: Grado de persistencia del agroquímico (persistente, no persistente)

X₄: Dosis de aplicación del insecticida (mg o mL)

X₅: Frecuencia de uso del insecticida (veces/mes)

3.2.2 Variable dependiente

Contaminación del suelo

Definición conceptual: La contaminación del suelo se da cuando existe presencia de cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza

propia del suelo, o cuya concentración excede a del nivel susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente.

Definición operacional:

Y₁: Nivel de toxicidad según el índice de mortalidad de lombrices de tierra *Eisenia andrei*. (% Mortalidad = Lombrices muertas/Total de lombrices x 100)

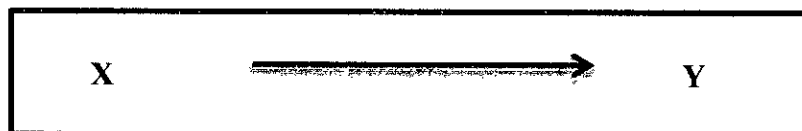
Y₂: Nivel de toxicidad según el índice de mortalidad de anfípodos de agua dulce *Hyalella* sp. (% Mortalidad = Anfípodos muertos/Total de anfípodos x 100)

Y₃: Concentración de residuos agroquímicos (mg/Kg)

Y₄: Variables fisicoquímicas del suelo:

- a. Textura (clase textural)
- b. Temperatura (°C)
- c. Materia orgánica (g/g)
- d. Densidad aparente (g/cm³)
- e. Infiltración (in/hr)
- f. Potencial de hidrogeno (pH)

3.2.3 Operacionalización de las variables



3.2 Hipótesis general

Los insecticidas empleados en el cultivo de granadilla contaminan los suelos en la microcuenca San Alberto- Oxapampa.

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

De acuerdo a la naturaleza de la investigación, es de tipo explicativa.

4.2 Diseño de la investigación

El estudio presenta un diseño de tipo experimental.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población se considera al total de suelos expuestos a los agroquímicos empleados en el cultivo de granadilla en la microcuenca San Alberto, el cual abarca un total de 60 a 65 ha de cultivos de granadilla aproximadamente (a la fecha) de acuerdo a las entrevistas realizadas durante la fase de pre-muestreo, y una quebrada principal denominada San Alberto la cual es alimentada por quebradas secundarias.

4.3.2 Muestra

La muestra está compuesta por tres parcelas de cultivo (véase tabla N° 4.1 y gráfico N°4.1) que cubren un área aproximada total de 5.5 ha. Las dos primeras con actividad agrícola convencional en las cuales se cultiva granadilla (véase figura N° 4.1) mientras que la tercera fue un área de cultivo orgánico, representando un área libre de contaminante, en la cual se desarrolla agricultura orgánica e investigación enfocada al desarrollo sostenible, con presencia nula de

productos químicos perjudiciales para la salud o el medio ambiente desde que fue adquirido el predio en el año 2009 (véase figura N° 4.2). Estas áreas fueron seleccionadas en función a datos recogidos en campo durante la fase de pre-muestreo, tales como su ubicación, cercanía a fuentes de agua superficial y acceso a información, los cuales permitieron establecer similitudes en el manejo de los cultivos y el uso de productos químicos. Constituyéndose en tanto, dos parcelas problema y una parcela de control.

4.3.2.1 Área de estudio

TABLA N° 4.1
PARCELAS DE MONITOREO EN LA MICROCUENCA SAN
ALBERTO

| PARCELA DE MONITOREO | COORDENADAS UTM, DATUM WGS 84 | ÁREA DEL PREDIO (ha) | ALTITUD (msnm) |
|----------------------|-------------------------------|----------------------|----------------|
| PM 1 | 457679 E, 8831870 N | 2.5 | 1964 |
| PM 2 | 459201 E, 8833923 N | 2 | 2192 |
| CONTROL | 459389 E, 8834205 N | 2 | 2197 |

Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 4.1: PARCELAS DE MONITOREO SELECCIONADOS. a.
Parcelas de monitoreo 1 (PM 1). b. Parcela de monitoreo 2 (PM 2).

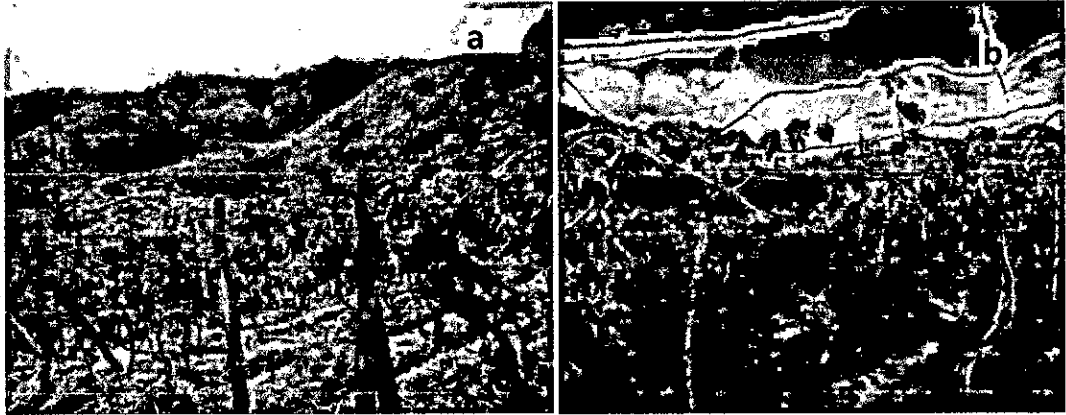


FIGURA N° 4.2: PARCELA DE CONTROL (BLANCO CONTROL)

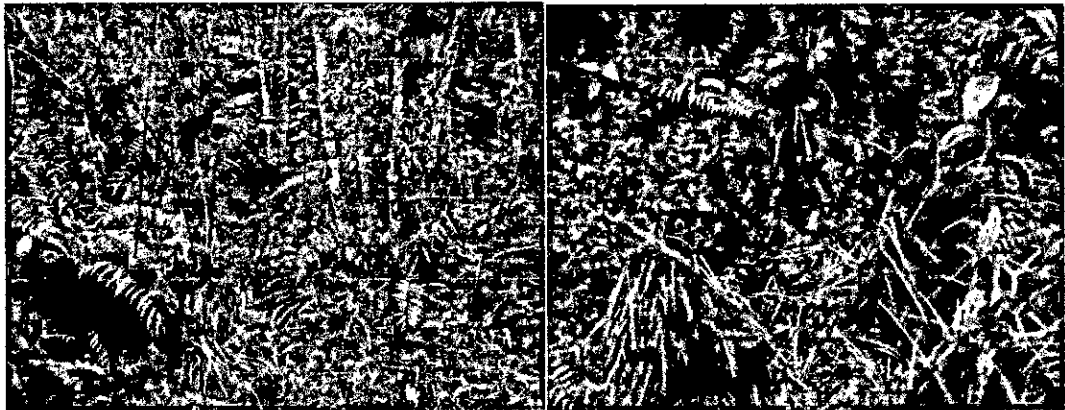
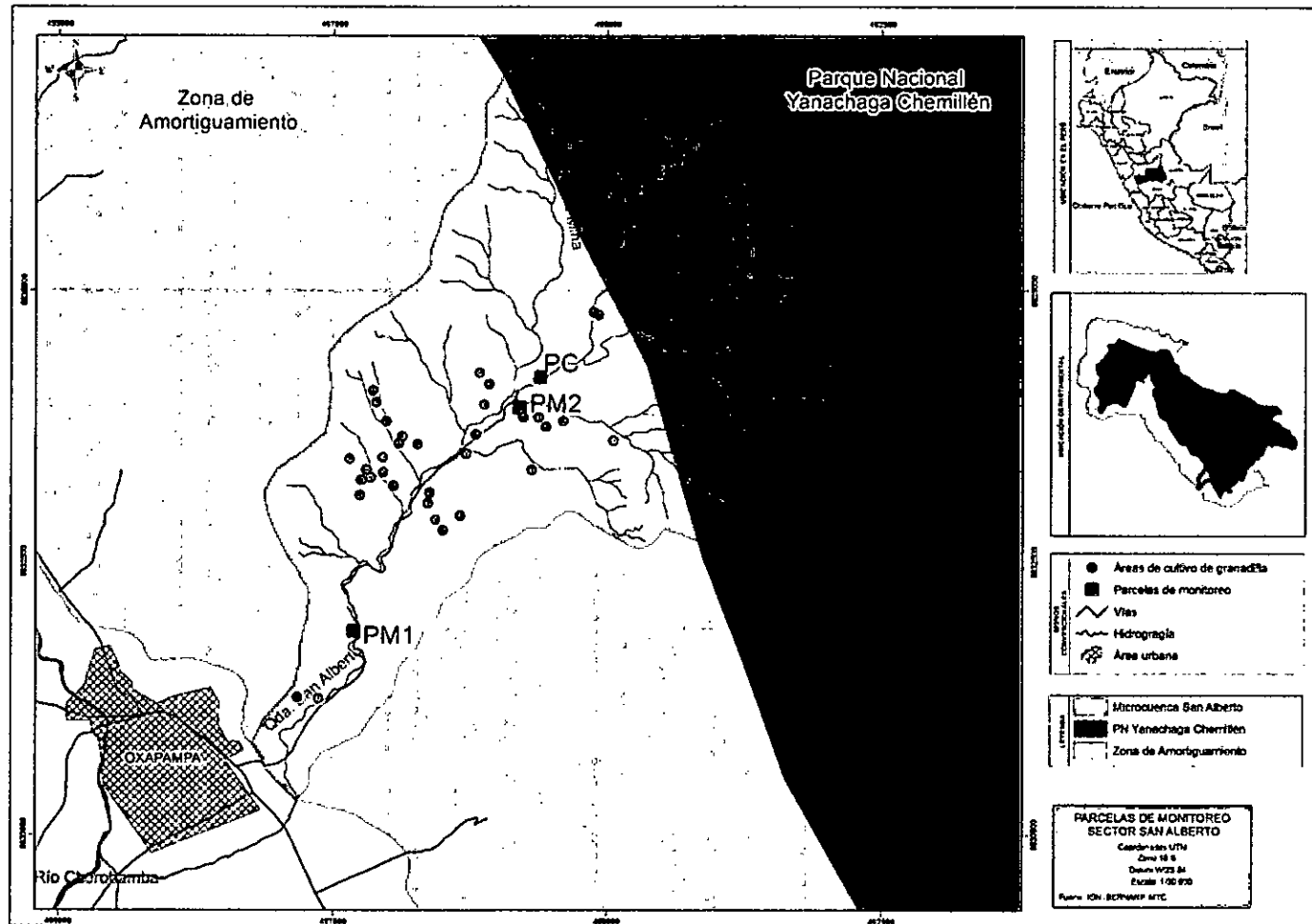


GRÁFICO N° 4.1
 PARCELAS DE MONITOREO EN LA MICROCUENCA SAN ALBERTO



4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Etapa del pre-muestreo, determinación de las parcelas de muestreo y descripción del área de estudio:

Para el proceso de recolección de información se empleó las fichas de “Descripción de zona de estudio” (véase anexo N° 2) y las “Encuestas sobre el uso de productos agroquímicos en el cultivo de granadilla” (véase anexo N° 5). La primera ficha se aplicó mediante las técnicas de observación en campo, mientras que la segunda se empleó mediante la técnica de entrevista, dirigida a cada agricultor dentro de la zona de estudio a fin de conocer a detalle la actividad agrícola del cultivo de granadilla, el tipo y la dosis de los agroquímicos empleados, y el manejo de sus residuos. Así también para la determinación de las parcelas de monitoreo se empleó un equipo de posicionamiento global (GPS) marca Garmin, modelo GPS map 62S y una cámara fotográfica marca Panasonic, modelo Lumix.

4.4.2 Determinación de parámetros fisicoquímicos:

Para la determinación de parámetros fisicoquímicos se empleó la técnica de observación experimental y como instrumento las fichas de registro de datos.

En cuanto a los materiales y la metodología empleados para cada parámetro fisicoquímico *in situ* se detallan a continuación:

- Para la determinación de temperatura en suelo se empleó un termómetro digital de suelo marca Boeco Germany con rango de medición de -50 a +300 °C, precisión ± 1 °C y longitud de 225 mm, la metodología empleada

fue insertar el termómetro en un hoyo previamente hecho en el suelo del área a monitorear, por el lapso de 1 minuto, transcurrido el tiempo se toma nota de la temperatura mostrada en la pantalla del termómetro. En cuanto a la determinación de temperatura en agua se empleó un termómetro de vidrio marca Brixco, longitud 8 pulgadas, con columna de mercurio y rango de medición -10 a +110 °C; la metodología de empleo consistió en sumergir el termómetro en la solución por el lapso de 1 minuto, transcurrido el tiempo se observó el nivel del mercurio en el termómetro y se tomó nota. En cuanto a la determinación del pH se empleó tiras de papel pH-metro marca Universal con rango de medición de 0-14 pH; la metodología empleado fue sumergir el papel pH-metro en la solución a medir por el lapso de 30 segundos, transcurrido ese tiempo se retira el papel pH-metro y se compara con la escala de colores para determinar el pH.

- Para la determinación de infiltración y toma de muestras para la posterior determinación de densidad aparente del suelo, se empleó un anillo metálico de 3 pulgadas y otro de 6 pulgadas de diámetro, un cronómetro digital, una espátula de jardinería y una regla metálica. La metodología empleada para la determinación de infiltración consistió en la limpieza de la superficie del suelo del área de muestreo, luego se realizó el clavado del anillo de 6 pulgadas hasta una profundidad de 3 pulgadas, seguidamente se realizó el afirmado del suelo en el área de los bordes internos del anillo, luego se cubrió el anillo con una envoltura de plástico, seguidamente se

agregó 444 mL de agua destilada sobre la envoltura y se retiró rápidamente la envoltura, dejando el agua dentro del anillo; para finalizar se registró el tiempo (en minutos) que requiera el agua para penetrar en el suelo. El proceso se repite dos veces de ser necesario.

En cuanto a la metodología para determinar densidad aparente del suelo se realizó el siguiente procedimiento: se clavó el anillo de 3 pulgadas en el suelo hasta una profundidad de 7.62 cm, luego con la ayuda de una espátula se removió el anillo conteniendo la muestra del suelo en su interior, para finalizar su muestreo se almacenó en una bolsa con cierre hermético y se rotuló para su posterior empleo en laboratorio. Para determinar la densidad aparente del suelo, la muestra tomada en campo debió ser pesada empleando una balanza analítica, posterior a ello se extrajo una submuestra de aquel suelo (1/8 de taza), la cual fue pesada y registrada, luego se procede con el secado de la muestra para lo cual se empleó la secadora, finalmente se pesó la submuestra seca y se registró. Se emplearon los cálculos matemáticos para determinar la densidad aparente (véase anexo N° 3).

- Para la toma de muestras de suelo para determinación de materia orgánica se empleó cuatro envases de vidrio de boca ancha de 1000 mL de capacidad cada uno. Se colectó la muestra en campo, se conservó a 4 °C y se rotuló para su posterior análisis por parte del laboratorio contratado para dicho análisis.

4.4.3 Determinación de residuos de plaguicidas

Para la toma de muestras para determinación de residuos de plaguicidas en suelo, se empleó dos envases de vidrio de boca ancha de 1000 mL de capacidad cada uno; las muestras se conservaron a 4 °C, se rotularon y almacenaron para su posterior transporte hacia el laboratorio contratado para el análisis. La metodología empleada para la determinación de residuos plaguicidas fue realizada por terceros, lo cual consta en el anexo N° 5 en el cual se detalla el tipo de análisis empleado y el listado de plaguicidas analizados por el laboratorio.

4.4.4 Pruebas biológicas:

Para el cultivo y mantenimiento de los organismos de prueba se emplearon recipientes de vidrio de 8 L y 15 L; dos oxigenadores marca Mibazar modelo Jet – 001, voltaje 120/220/230/240 V, frecuencia 50/60 Hz.

Mientras que, para la toma de muestras para la aplicación de los bioensayos, se empleó un recipiente de vidrio de boca ancha de 720 cm³ y 220 cm³, en cada parcela de monitoreo.

En cuanto a la aplicación de los bioensayos, se empleó envases de vidrio de boca ancha de 458 cm³ y 425 cm³, placas Petri de 100 mm de diámetro, pipetas volumétricas de 5 mL, pipetas Pasteur, etiquetas, cinta adhesiva, tela sintética, tijera y ligas.

Finalmente, para el trabajo de gabinete, se hizo uso de una computadora portátil marca HP modelo Notebook, procesador Intel(R) Core(TM) i3 – 5005 U para la sistematización y almacenamiento de información, asimismo se empleó el software IBM SPSS Statistics 24 y el programa Microsoft Excel 2016 para el

análisis y procesamiento de los datos. Mientras que, para la elaboración de los mapas de trabajo, se empleó el software ArcGis versión 10.1.

4.5 Procedimiento de recolección de datos

4.5.1 Etapa de pre-muestreo y determinación de parcelas de monitoreo

La fase de pre-muestreo consistió en primer lugar de visitas a campo para reconocimiento del área e identificación de los principales cultivos de la zona, así también la presentación con los agricultores. En esta primera fase se determinaron las parcelas de muestreo (véase tabla N° 4.1, en la página 44) y se estableció el contacto con los titulares del cultivo, para lo cual se empleó la ficha de “Descripción de la zona de estudio” (véase anexo N° 2, en la página 156). La fase de identificación de la zona y presentación con los agricultores se realizó durante los meses de marzo a mayo del 2016.

En esta fase también se aplicaron las entrevistas (véase anexo N° 5), estas fueron dirigidas a los agricultores de granadilla en el sector San Alberto, a fin de recabar información sobre el manejo de los cultivos y el procediendo para el control de las plagas y enfermedades, uso de productos químicos, factores sociales y económicos, así también conocer los impactos sobre la salud y el medio ambiente que se pudiera generar tras el uso de dichos productos, según sus observaciones o experiencias (véase figura N° 4.3). Las entrevistas fueron aplicadas durante los meses de mayo a octubre del 2016.

También, se hizo seguimiento a 2 de las parcelas de cultivo de granadilla, en donde fueron seleccionados las parcelas de monitoreo.

Durante la aplicación de las encuestas se aprovechó para hacer recorridos por las parcelas a fin de observar el manejo de los residuos de envases agroquímicos empleados.

FIGURA N° 4.3: APLICACIÓN DE LAS ENTREVISTAS DIRIGIDA A LOS AGRICULTORES.



4.5.2 Descripción del área de estudio

El área de estudio es la microcuenca San Alberto, ubicada en el distrito de Oxapampa, provincia de Oxapampa; tiene sus nacientes dentro de los límites del Parque Nacional Yanachaga Chemillén. Sus principales tributarios son la “Quebrada la Mina” y “Quebrada Chávez” que atraviesan la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional hasta su desembocadura al río Chorobamba (véase gráfico N° 4.1, en la página 46); asimismo, en la parte baja de la microcuenca se ubica el centro poblado del mismo nombre. La microcuenca San Alberto tiene un área de aproximadamente 1779 ha, determinada en el Software ArcGis versión 10.1, utilizando para ello la Carta Nacional a escala 1/25000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

En la zona de estudio se desarrollan principalmente agricultura convencional destacando el cultivo de granadilla en mayor proporción y menores cantidades los cultivos de rocoto y zapallo; cubriendo un área total aproximada de 75 ha, además de ganadería en menor escala.

Entre las características climáticas de la zona, esta registra una precipitación anual de 2502 milímetros y de temperatura anual media 13 °C, las temperaturas varían generalmente entre el 10 – 19 °C. La estación lluviosa se presenta entre los meses de octubre a abril, mientras que la estación seca entre mayo a septiembre. La pendiente es escarpada de 30 a 80° e inestable, dando por resultado derrumbes frecuentes, erosión intensa, y respuesta hidrológica rápida a los acontecimientos de la precipitación. De acuerdo al sistema de zonas de vida de Holdridge, se encuentra en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (Salcedo, 2014).

4.5.3 Determinación de parámetros fisicoquímicos

En cada parcela de monitoreo se determinaron los siguientes parámetros del suelo: pH por el método de colorimetría haciendo uso de papel tornasol y temperatura (°C) mediante el termómetro digital (véase figura N° 4.4); mientras que infiltración, densidad aparente, textura y perfil del suelo se ejecutó según la metodología detallada en el ítem 4.4.2 y se empleó la Ficha de Datos de suelo (véase anexo N° 3, en la página 157). Cabe decir que, en cuanto a los análisis de infiltración, densidad aparente y determinación de textura y materia orgánica en

suelo, se realizaron en pruebas únicas. La determinación de los parámetros fisicoquímicos se realizó durante el mes de agosto del 2016.

Para la evaluación del contenido de materia orgánica en suelo, se procedió con la colecta de muestras en envases de vidrio de boca ancha, se colectó 1 Kg de muestra en cada parcela seleccionada, las muestras colectadas se conservaron refrigeradas para su posterior análisis, contratando los servicios del Laboratorio Andes Control. La metodología empleada por el laboratorio contratado fue detallada en el ítem 4.4.2. La evaluación de materia orgánica por parte del laboratorio se realizó durante el mes de diciembre del 2016.

FIGURA N° 4.4: DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS. a.

Observación del perfil del suelo b. Determinación de pH en suelo.



4.5.4 Determinación de residuos de plaguicidas

Se colectaron muestras de suelo en envases de vidrio de boca ancha, se colectó 1Kg de suelo en cada parcela de monitoreo (PM1, PM2 y PC), los cuales se conservaron refrigerados para su posterior traslado al laboratorio donde se

realizará el respectivo análisis, contratando los servicios del Laboratorio Andes Control. Las muestras de suelo fueron colectadas durante los meses de noviembre y diciembre (época lluviosa).

La evaluación de los plaguicidas se realizó por parte de la empresa contratada para esos servicios, cabe mencionar que los métodos empleados fueron la cromatografía gaseosa (GC MS-MS) y cromatografía líquida (HPLC MS-MS) según el listado de ingredientes activos que se adjunta en el anexo N° 4, en la página 151. El muestreo de suelo y la determinación de plaguicidas en suelo se realizaron durante el mes de diciembre del 2016.

4.5.5 Pruebas biológicas

a. Cultivo de organismos de prueba

Previo a la toma de muestras para la aplicación de los bioensayos, se procedió con el cultivo de los organismos de prueba en laboratorio, tomándose en cuenta las condiciones y procedimiento que estos requerían. El cultivo de los organismos de prueba se realizó entre mayo a diciembre del 2016.

- Cultivo de anfipodos de agua dulce *Hyaella* sp.

Se empleó una especie de *Hyaella* de la zona, teniendo en cuenta que el uso de un organismo acostumbrado a las características del ambiente local, puede proporcionar resultados mucho más cercanos a la realidad que los obtenidos con una especie exótica. (J. Silva, Fuentealba, Bay-schmith, & Larrain, 2007). Aunque la falta de información no permitió la asignación de la especie de *Hyaella*

empleada en los ensayos; por lo cual en adelante se denominará *Hyalella* sp. (véase figura N° 4.5, en la página 59).

El cultivo de los anfípodos de agua dulce *Hyalella* sp. se inició con la recolección de este organismo acuático presente en un ojo de agua natural ubicado en la zona alta de la microcuenca San Alberto, en un sector sin influencia humana (desde el año 2009), libre de contaminantes o uso de productos químicos que pudieran alterar la calidad del hábitat. (véase figura N° 4.6, en la página 59).

Tomando en cuenta las condiciones y procedimientos recomendados en la guía canadiense “Biological Test Method: Test for survival and growth in sediment and water using the freshwater amphipod *Hyalella azteca*”, se procedió con la cría y mantenimiento de los organismos de ensayo en laboratorio, adaptando el protocolo a las condiciones y requerimientos de esta zona y de la especie local empleada.

Para el cultivo de los individuos de *Hyalella* sp., estos fueron colocados en un estanque de vidrio de 15 L, utilizándose como medio de cultivo, agua no clorada procedente del mismo hábitat de la *Hyalella*, así también, se usó como sustrato y alimento las plantas colectadas en el mismo lugar, previo lavado. Asimismo, a fin de mantener un adecuado nivel de oxigenación en los envases de cultivo, se procedió con la instalación de los oxigenadores. (véase figura N° 4.7, en la página 60).

Los recipientes fueron conservados en sombra, expuesta a un fotoperiodo de 16 horas luz y 8 horas oscuridad. Entre los parámetros fisicoquímicos evaluados en

los cultivos, se midió la temperatura y pH al inicio. Asimismo, la temperatura se monitoreó de forma interdiaria, mientras que el pH se midió de forma mensual. La renovación de agua se realizó de forma interdiaria, mientras que la limpieza de los recipientes se realizó de forma quincenal, a fin de evitar la acumulación de algas que dificulten la reproducción de los organismos de prueba (hecho que se observó durante las primeras pruebas de cultivo).

- Cultivo de lombrices de tierra

Las lombrices de prueba pertenecieron a la especie de *Eisenia andrei*, la cual se caracteriza por su color rojo violáceo uniforme, también llamadas lombrices rojas californianas (véase figura N° 4.5, en la página 59).

Los ejemplares de lombrices de tierra de la especie *Eisenia andrei*, fueron adquiridas del área de lombricultura de la ONG PROSOYA, ubicada en el distrito de Huancabamba, provincia de Oxapampa. (véase figura N° 4.6, en la página 59).

Para su posterior cultivo en laboratorio, se tomó en cuenta las condiciones y procedimientos detallados la guía titulada “OECD Guideline for the testing of chemicals”. Tomando en cuenta dichas consideraciones se procedió con el cultivo, haciendo uso de un recipiente de vidrio de 30 cm de ancho por 50 cm de largo, cubierto con organza para permitir la oxigenación de los organismos de prueba. (véase figura N° 4.7, en la página 60).

La alimentación consistió en la adición de residuos de cocina, excluyendo los residuos cítricos, con una frecuencia de alimentación semanal. Asimismo, la

temperatura se midió de forma interdiaria desde el inicio del cultivo hasta la culminación de las pruebas. El pH se monitoreo al inicio y en forma mensual en los recipientes de cultivo.

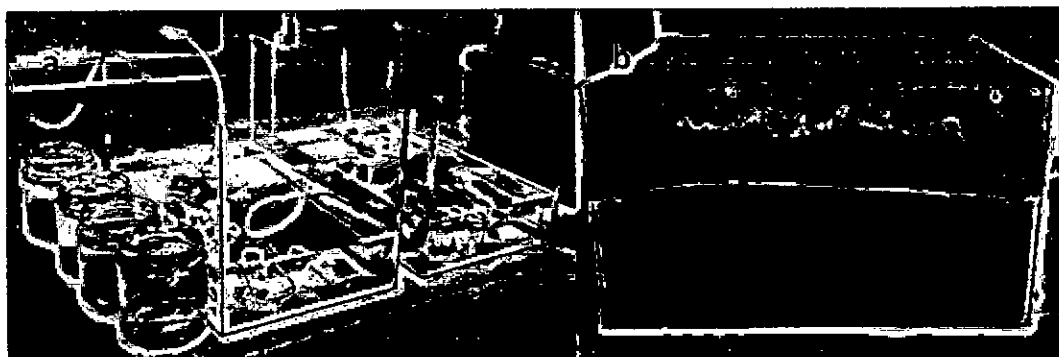
FIGURA N° 4.5: ORGANISMOS DE PRUEBA. a. Anfibodo de agua dulce *Hyaella* sp. b. Lombriz de tierra *Eisenia andrei*.



FIGURA N° 4.6: FUENTE DE ORIGEN DE LOS ORGANISMOS DE PRUEBA. a. Fuente de agua natural donde desarrollan los anfipodos de agua dulce *Hyaella* sp. b. Compostera de la ONG PROSOYA de donde fueron adquiridas las Lombriz de tierra *Eisenia andrei*.



FIGURA N° 4.7: RECIPIENTES DE CULTIVO DE LOS ORGANISMOS DE PRUEBA. a. Pecera para la cría y mantenimiento de los anfipodos de agua dulce *Hyaella* sp. b. Terrario para la cría y mantenimiento de las lombrices de tierra *Eisenia andrei*.



b. Toma de muestras

La toma de muestras para la aplicación de los bioensayos, se realizó entre los meses de setiembre a diciembre del año 2016, durante dicho periodo se realizó también la toma de datos y recolección de información.

Se consideró entre las condiciones de la investigación, que el muestreo se realice posterior a la fumigación y lluvia, con un periodo de tiempo no mayor a 48 horas entre la fumigación y el muestreo.

- Para la ejecución de los bioensayos con la lombriz de tierra *Eisenia andrei*, se eligió al azar una zona en cada parcela seleccionada, en la cual se realizó el muestreo de 1 Kg de suelo superficial en envases de vidrio con boca ancha en cada parcela seleccionada. (véase figura N° 4.8).
- Para la ejecución de los bioensayos con *Hyaella* sp. se ubicó una quebrada secundaria dentro o adyacente a los predios seleccionados, el procedimiento de muestreo consistió en extraer 0.5 Kg de sedimento de

la parte superficial del lecho aguas abajo de la dicha quebrada. (véase figura N° 4.8)

Se realizaron un total de 3 muestreos en cada parcela de monitoreo (PM1 y PM2), con periodos de muestra entre 15 días a 1 mes. Adicional a ello se realizaron muestras de control positivo, la cual consistió en la adición de una mezcla de plaguicidas formulados comercialmente, agregados directamente del producto utilizado por los agricultores durante sus fumigaciones en una muestra de suelo proveniente de la parcela de control (PC) y un control negativo (blanco control). Lo que significó un total de 12 muestreos en campo (PM1, PM2, PC positivo y PC negativo), para ambas pruebas (suelo y sedimento) y según las parcelas seleccionadas.

FIGURA N° 4.8: TOMA DE MUESTRAS. a. Muestreo de suelo. b. Determinación de parámetros fisicoquímicos *in situ*. c. Muestreo de agua. d. Muestreo de sedimento.



c. Aplicación de los bioensayos

Las pruebas biológicas se ejecutaron durante los meses de setiembre a diciembre. Para la aplicación de los bioensayos se procedió según los detalles descritos en la metodología, para cada tipo de prueba:

- Bioensayo con lombriz de tierra en suelo:

Por cada parcela de monitoreo se realizaron 3 muestreos. Las muestras obtenidas en cada muestreo, fueron empleadas en tres envases para la realización de los bioensayos, es decir, se consideró 3 réplicas por prueba, lo que significó un total

de 9 bioensayos por parcela de monitoreo durante todo el período de investigación.

Los organismos de prueba fueron expuestas a las muestras de suelo extraídas de las parcelas de cultivo, con exposición de 14 días y evaluación de la supervivencia como puntos finales a los 7 y 14 días.

Las pruebas se realizaron con las muestras colectadas en campo en cada parcela de monitoreo (PM 1, PM 2) de forma directa sin realizar diluciones.

Las pruebas control fueron establecidas como blancos o controles negativos utilizando como sustrato muestras de suelo extraídas de zonas de cultivo orgánico (PC), en la cual no se hace uso de productos químicos en el control de plagas y enfermedades. El criterio de aceptabilidad fue de una supervivencia del 90% de los organismos en las muestras de control negativo.

Las pruebas de control positivo, consistieron en muestras de suelo proveniente de la parcela de control (PC) a las cuales se incorporó una mezcla de agroquímicos empleados por los agricultores durante sus fumigaciones, cabe decir que estas se constituyen de mezclas formuladas comercialmente; las concentraciones de los principales ingredientes activos empleadas fueron estimadas en 33.3 mg/Kg de Azoxistrobina, Permetrina, Imidacloprid y Difenconazole (pruebas A y B), de dicha mezcla empleada, solo Permetrina representa un plaguicida de tipo insecticida, los tres restantes representan fungicidas, y 133 mg/Kg de Mancozeb, 66.7 mg/kg de Metomilo y 83.3 mg/kg de Carbendazina (prueba C), de dicha

muestra solo Metomilo representa un plaguicida de tipo insecticida, mientras que los restantes representan funguicidas.

Los organismos de prueba, fueron seleccionados del cultivo de laboratorio, en edades aproximadas de 2 meses, lo cual iba definido por el tamaño, grosor y presencia de clitelo (véase figura N° 4.9).

Como recipientes de ensayos se utilizaron envases transparentes de vidrio de 500 mL de boca ancha. Se realizaron 3 réplicas por prueba, en cada envase se colocaron 250 gr de suelo y 10 organismos de prueba. Posteriormente se cubrió con tela sintética a fin de evitar la pérdida de humedad y para permitir la circulación de aire dentro de los recipientes (véase figura N° 4.10).

Antes de iniciar las pruebas, se separaron las lombrices seleccionadas para las pruebas y se depositaron en cajas de Petri sobre papel filtro humedecido con agua destilada durante 5 horas, dado que las lombrices deben vaciar sus intestinos antes de ser introducidas en los recipientes de ensayo. Transcurrido ese tiempo, las lombrices fueron lavadas empleando para ello agua destilada, vertidas sobre ellas evitando dañarlas, posterior a ello las lombrices fueron trasladadas hacia otro recipiente cubierto con papel toalla con el fin de retener la humedad de los organismos de prueba. Terminado dicho proceso, los organismos de prueba se incorporaron en los recipientes de prueba según la cantidad mencionada líneas arriba.

Se determinó en cada prueba, tanto el tiempo inicial como final de exposición, el pH del suelo, y se monitoreó de forma continua la temperatura y la humedad.

Considerando para ello, que, en cada réplica, la temperatura debía permanecer entre 20 ± 2 °C. Asimismo, la humedad se mantuvo entre 35 a 45% aproximadamente, durante todo el período de prueba. Para realizar las mediciones de temperatura se usó el termómetro de mercurio. Durante la duración de las pruebas no se suministró alimento a los organismos de prueba.

Transcurridos los primeros 7 días, se vació el contenido de cada réplica y se evaluó el comportamiento, así como los movimientos de las lombrices ante estímulos de tacto, como sinónimo de vitalidad. Las lombrices fueron nuevamente depositadas en los contenedores originales para continuar las pruebas durante los 7 días restantes. Al término de los 14 días de prueba, las lombrices fueron retiradas de los recipientes y se determinó la mortalidad, para lo cual se cuantificó el número de organismos vivos y muertos, el movimiento y las reacciones ante los estímulos de tacto.

- Bioensayo en sedimento con anfípodo de agua dulce *Hyalella* sp. en sedimento:

Por cada parcela de monitoreo se realizaron 3 muestreos. Las muestras obtenidas en cada muestreo, fueron empleadas en tres envases para la realización de los bioensayos, es decir, se consideró 3 réplicas por prueba, lo que significó un total de 9 bioensayos por parcela de monitoreo durante todo el periodo de investigación.

Los organismos de prueba fueron expuestas a las muestras de sedimento extraídas de los cauces superficiales de las parcelas de monitoreo, con exposición de 14 días y evaluación de la supervivencia como puntos finales. La prueba con el anfípodo

de agua dulce *Hyalella* sp. consistió de 3 réplicas por muestra, por parcela de monitoreo, con duración de 2 semanas por prueba.

Los ensayos de toxicidad se realizaron adaptando la metodología EPS1/RM/33 estandarizada por Environment Canada, (2013) diseñado para ser utilizado en la evaluación de la supervivencia y el crecimiento del anfípodo *Hyalella azteca* en pruebas de toxicidad en sedimento y agua.

Las pruebas se realizaron con las muestras tomadas en campo en cada parcela de monitoreo (PM 1, PM 2), de forma directa sin realizar diluciones.

De igual forma que en las pruebas biológicas en suelo, las pruebas control fueron establecidas como blancos o controles negativos utilizando como sustrato muestras de sedimento extraídas de la fuente de agua superficial (de la cual fueron extraídas los propios organismos biológicos *Hyalella* sp). El criterio de aceptabilidad fue de una supervivencia $\geq 80\%$ de los organismos en las pruebas de control negativo.

Las pruebas de control positivo, consistieron en muestras de sedimento obtenidas de la parcela control (PC) a las cuales se incorporó de una submuestra de la mezcla de agroquímicos empleados por los agricultores durante el proceso de fumigación, cabe mencionar también que estas se constituían de mezclas formuladas, las concentraciones de los principales ingredientes activos empleados fue de 13.3 mg/Kg de Macozeb, 6.6 mg/Kg de Methomil, 8.3 mg/Kg de Carbendazin (prueba A), de dicha mezcla empleada solo Methomil representa un

plaguicida de tipo insecticida, y 6.6 mg/Kg de Carbendazin (prueba B), la cual representa un plaguicida de tipo funguicida.

Los organismos en esta prueba, fueron organismos provenientes del cultivo en laboratorio, de aproximadamente 2 a 9 días de edad, lo cual iba definido por el tamaño y color de las especies de prueba (véase figura N° 4.9)

Como recipientes de ensayo se utilizaron envases transparentes de vidrio de 300 mL de boca ancha. El proceso de esta prueba consistió en adicionar aproximadamente 100 mL de una capa de sedimento, 175 mL de agua suprayacente y 20 organismos de prueba por envase (véase figura N° 4.10).

Se determinó en cada prueba, tanto a tiempo inicial como final de exposición el pH, y se monitoreo de forma continua la temperatura. Considerando que, en cada réplica, la temperatura debía permanecer entre 23 ± 1 °C, mientras que el pH solo podía variar entre 6 y 8. Para realizar las mediciones de temperatura se usó el termómetro digital de suelo, mientras que las mediciones de pH se emplearon papeles pH-metro. Asimismo, a fin de mantener los niveles de oxígeno disuelto en el rango establecido, se renovó el agua suprayacente de forma interdiaria para permitir la oxigenación en la prueba, usando para ello agua natural filtrada.

En cada prueba se suministró alimento de forma interdiaria, la cual consistía en hojas recolectadas de la fuente natural de agua (de donde fueron recolectados los mismos organismos de prueba cultivadas en laboratorio).

Al término de los 14 días de prueba, se procedió con la determinación de mortalidad a través de la observación; para lo cual se vertió el contenido de las pruebas en placas Petri y se cuantificó el número de organismos vivos y muertos.

FIGURA N° 4.9: ORGANISMOS DE PRUEBA SELECCIONADOS PARA LOS BIOENSAYOS. a. Anfipodos de agua dulce *Hyaella* sp. b. Lombrices de tierra *Eisenia andrei*.

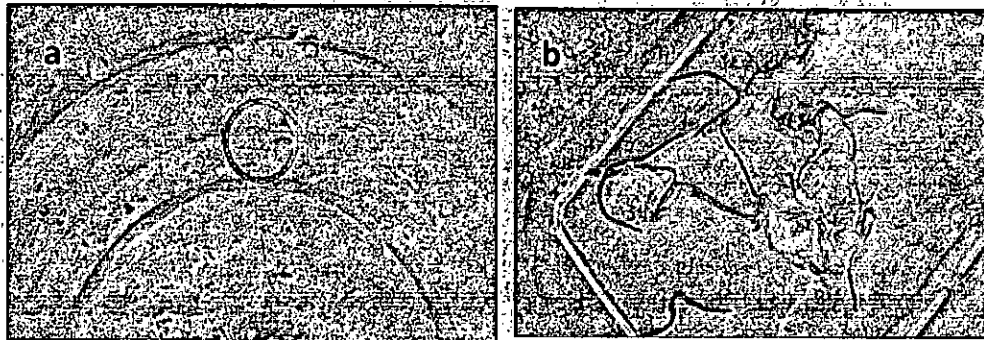
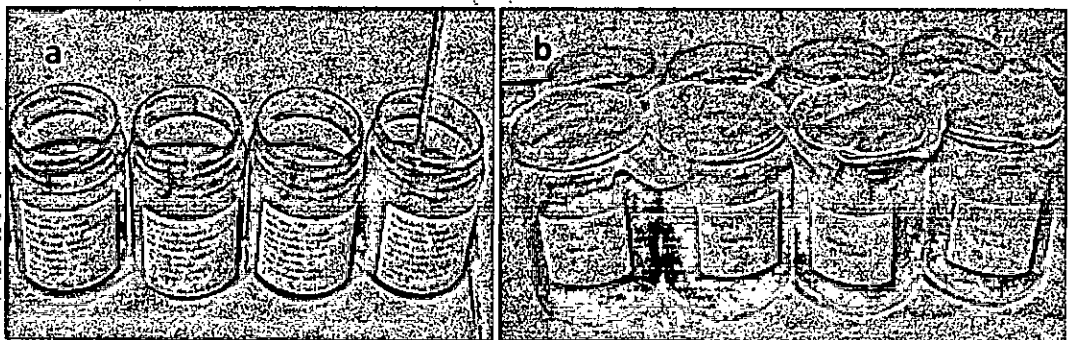


FIGURA N° 4.10: APLICACIÓN DE LOS BIOENSAYOS. a. Bioensayo con anfipodos de agua dulce *Hyaella* sp. b. Bioensayo con lombrices de tierra *Eisenia andrei*.



4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos

4.6.1 Parámetros fisicoquímicos, materia orgánica y plaguicidas:

Los datos fisicoquímicos, materia orgánica y residuos de plaguicidas se compararon entre las parcelas de monitoreo seleccionados, por medio de un análisis de varianza y gráficos de tendencia.

Para el caso de los plaguicidas se realizó una base de datos con los plaguicidas mencionados en las entrevistas, los detectados en los análisis de suelo y los mencionados en el seguimiento de los puntos de muestreo, se incluyó información del nombre comercial, ingrediente activo, familia química, grado de peligrosidad según la OMS, mecanismo de acción, entre otros.

4.6.2 Bioensayos

Para el análisis de los bioensayos se aplicarán los siguientes cálculos estadísticos:

En los bioensayos con lombrices de tierra (*Eisenia andrei*) se evaluó:

- El porcentaje de mortalidad, en cada réplica, incluyendo las muestras control.
- La media y desviación estándar para los porcentajes de lombrices sobrevivientes al finalizar la prueba de 14 días, en cada tratamiento incluyendo los controles.

Así como una descripción de cambios físicos o patológicos observados en los organismos.

En los bioensayos con anfípodo de agua dulce (*Hyaella* sp.) se evaluó:

- El porcentaje de mortalidad, en cada réplica, incluyendo las muestras control.
- La media y desviación estándar para los porcentajes de anfípodos sobrevivientes a la exposición de 14 días, en cada tratamiento incluyendo los controles.

Los resultados fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANOVA) de un factor y una evaluación Post Hoc con el método Tukey HSD, con un intervalo de confianza de 95%; dichos análisis permitieron determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Cabe decir que la aplicación del análisis de contraste es fundamental en el análisis de resultados experimentales, dado que interesa comparar los resultados de n tratamientos o n factores con respecto a las variables dependientes o de interés.

4.6.3 Entrevistas

Para analizar la información recabada durante las entrevistas, cada pregunta se evaluó por separado calculando porcentajes de acuerdo a las repuestas brindadas, luego se graficaron y analizaron los resultados.

CAPITULO V

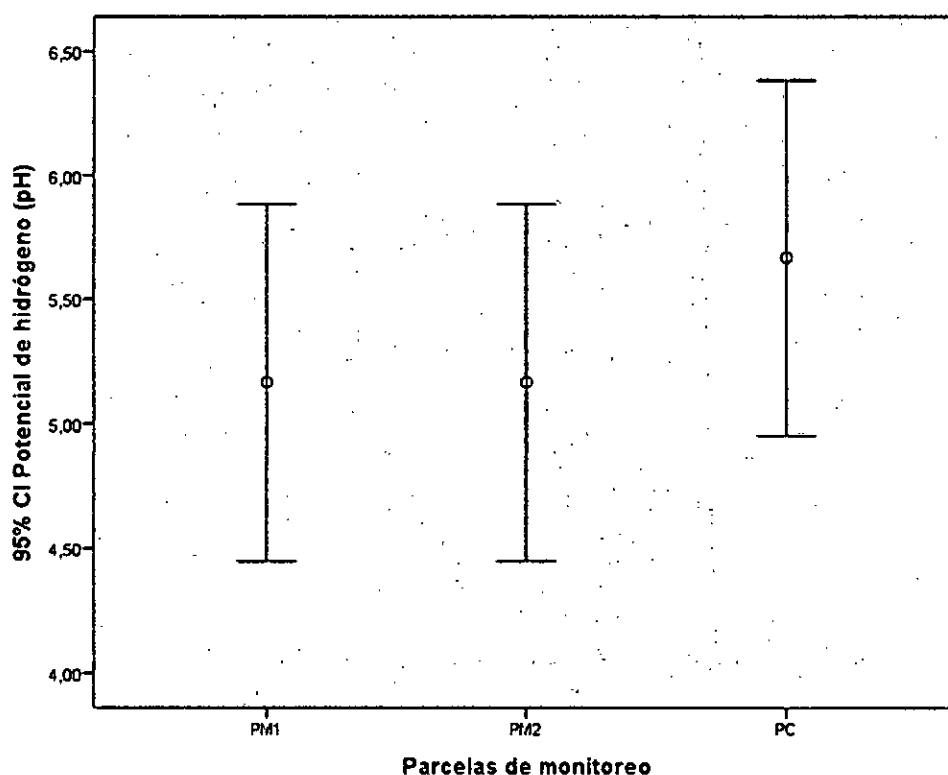
RESULTADOS

5.1 Factores fisicoquímicos en las parcelas de monitoreo

5.1.1 pH

El potencial de hidrogeno (pH) del suelo obtuvo un valor de 5.16 para las parcelas de monitoreo 1 y 2, y valor medio de 5.67 para la parcela control (véase la base de datos los resultados obtenidos durante el monitoreo, en el Anexo N° 8). El pH no mostró diferencias significativas con respecto a las parcelas de monitoreo ($F= 3$, $gl= 2$, $P = 0.125$). Sin embargo, los valores de la parcela control muestran una tendencia a tener un pH más básico que las parcelas de monitoreo.

GRÁFICO N° 5.1
MEDIA Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL pH EN CADA PARCELA DE
MONITOREO AL 95% DE IC



5.1.2 Temperatura

La temperatura del suelo, obtuvo un valor máximo de 22.47 °C (PC) y mínimo de 17.2 °C (PM2) (véase la base de datos de los resultados obtenidos durante el monitoreo, en el Anexo N° 8), evidenciando una disminución durante los meses de prueba, octubre a diciembre. La temperatura no presentó diferencias significativas entre las parcelas de monitoreo ($F=1,643$, $gl=2$, $P=0.270$), con valores medios que variaron en cada parcela de monitoreo, siendo menor en el punto denominado PM 2=18.18, seguido de la PM 1= 20.55 y PC= 20.65 (Gráfico 5.2 y 5.3).

GRÁFICO N° 5.2
INTERACCIONES DE LA TEMPERATURA DURANTE LOS MESES
DE OCTUBRE A DICIEMBRE

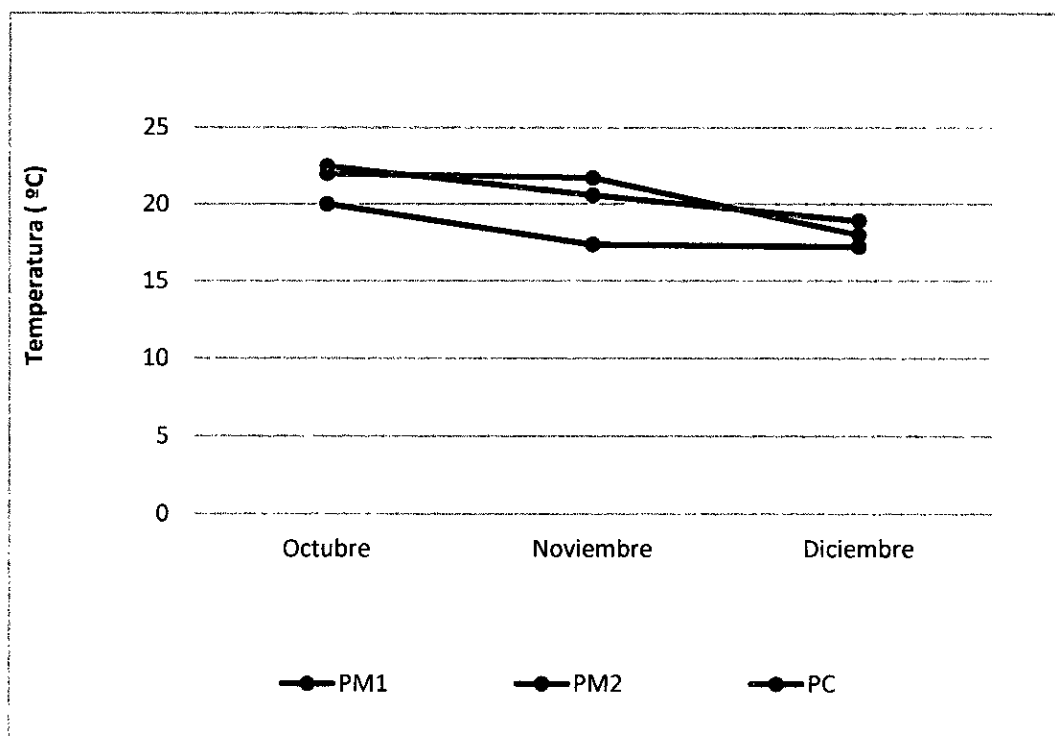
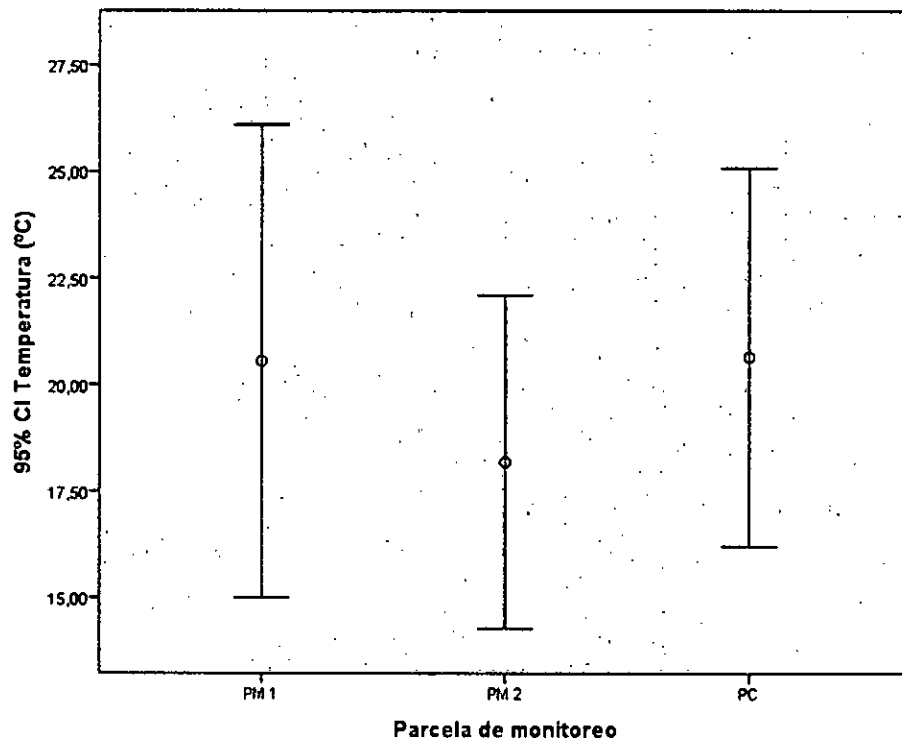


GRÁFICO N° 5.3
MEDIA Y DESVIACIÓN ESTANDAR DE LOS VALORES DE
TEMPERATURA AL 95% DE IC.



5.1.3 Infiltración, densidad aparente, materia orgánica y determinación del tipo del suelo.

El grado de infiltración en la PM 1 fue de 17.76 in/hr, mientras que en la PM2 obtuvo un valor mayor con 81.8 in/hr y en la PC fue de 12.8 in/hr. En referencia a la densidad aparente, la PM1 presentó un valor de 2.07 g/cm³, la PM2 igual a 2.06 g/cm³ y finalmente la PC un valor de 2.04 g/cm³.

Según el estudio del perfil del suelo, se observó sólo la presencia del horizonte O y horizonte A en las tres parcelas de monitoreo evaluadas. En la PM1 se observó 1 cm de horizonte O, mientras que en el PM2 se evidenció una mayor presencia del horizonte O con 7cm, finalmente en el PC se observó 2 cm de horizonte O. En

cuanto a los análisis de determinación de materia orgánica emitidos por el laboratorio, dieron como resultados una mayor presencia de materia orgánica en la PM 2= 20.983g/100g, seguido de la PC=10.518 g/100g y finalmente la PM 1 = 8.621g/100g.

El tipo de suelo en las tres parcelas seleccionadas fue determinado como areno franco.

FIGURA N° 5.1
PERFIL DEL SUELO Y DETERMINACIÓN DE HORIZONTES EN LAS PM 1, PM 2
Y PC.



5.2 Insecticidas

5.2.1 Plaguicidas empleados en las parcelas de muestreo

Según la información recabada durante las visitas a cada una de las parcelas de monitoreo durante el periodo de muestreo (octubre – diciembre), se emplearon un total de 16 plaguicidas (Tabla N° 5.3). De los cuales, el 43.75 % a insecticidas y un 56.25 % corresponden a fungicidas.

En la PM 1, se realizaron tres aplicaciones, en las cuales emplearon 3 insecticidas cuyos ingredientes activos fueron Cipermetrina, Abamectin e Imidacloprid.

En la PM 2, se realizaron 4 fumigaciones en las cuales se emplearon 4 insecticidas cuyos ingredientes activos fueron Permetrina, Clorpirifos, Metomil y Dimetoato.

5.2.2 Insecticidas detectados en los análisis

Según los análisis realizados por el laboratorio Andes Control fueron detectados 18 ingredientes activos (Tabla N° 5.3), de las cuales el 27.8 % correspondía a insecticidas, mientras que el resto a fungicidas (72.2%).

Específicamente en la PM1 se habrían detectado 4 ingredientes activos, de los cuales dos corresponden a plaguicidas de tipo insecticida y el resto a plaguicidas de tipo fungicida (véase tabla N° 5.1); y en la PM2 se habrían detectado 16 ingredientes activos, de los cuales 4 corresponden a plaguicidas de tipo insecticida, mientras que el resto representa plaguicidas de tipo fungicida (véase tabla N° 5.2). Cabe decir, que debido a que este estudio se basa en la evaluación de los efectos de los insecticidas, en los cuadros posteriores solo se detalla información sobre estos tipos de plaguicidas.

Por otro lado, de los 5 ingredientes activos que constituyen plaguicidas de tipo insecticidas detectados en los análisis, solo 3 de ellos habrían sido usados con anterioridad menor a 48 horas de su muestreo: Imidacloprid (PM1) y Clorpirifos, Dimetoato (PM2); uno habría sido empleado con no más de 30 días de anterioridad: Cipermetrina (PM 1); mientras que Sulfotod aunque no fue empleado durante el periodo de muestreo, pudo haber sido usado con anterioridad al periodo de estudio.

TABLA N° 5.1

INGREDIENTES ACTIVOS CORRESPONDIENTE A PLAGUICIDAS DE TIPO
INSECTICIDA DETECTADOS POR EL LABORATORIO EN LA PARCELA DE
MONITOREO 1 (PM1)

| INGREDIENTE ACTIVO DETECTADO EN LA PM 1 | TIPO DE PLAGUICIDA | CONCENTRACIÓN DETECTADA EN LA PM 1 |
|--|-----------------------|---------------------------------------|
| Imidacloprid | Insecticida | 0.03 mg/Kg |
| Cipermetrina | Insecticida | 0.08 mg/Kg |

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados emitidos por el laboratorio.

TABLA N° 5.2

INGREDIENTES ACTIVOS CORRESPONDIENTES A PLAGUICIDAS DE TIPO
INSECTICIDA DETECTADOS POR EL LABORATORIO EN LA PARCELA DE
MONITOREO 2 (PM 2)

| INGREDIENTE ACTIVO DETECTADO EN LA PM 2 | TIPO DE PLAGUICIDA | CONCENTRACIÓN DETECTADA EN LA PM 2 |
|--|-----------------------|---------------------------------------|
| Clorpirifos | Insecticida | 26 mg/Kg |
| Dimetoato | Insecticida | 0.21 mg/Kg |
| Cipermetrina | Insecticida | 0.31 mg/Kg |
| Sulfotod | Insecticida | 0.08 mg/Kg |

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados emitidos por el laboratorio.

TABLA N° 5.3

DESCRIPCIÓN DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS CORRESPONDIENTES A PLAGUICIDAS DE TIPO INSECTICIDAS EMPLEADOS Y DETECTADOS EN LAS PARCELAS DE MONITOREO

| Tipo de plaguicida | Ingrediente activo | Familia química | Nombre comercial | Clasificación toxicológica | Mencionado por los agricultores | Detectado por el laboratorio | Mecanismo de acción | Efecto sobre la naturaleza | Proceso de descomposición |
|--------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--|---------------------------------|------------------------------|---|--|--|
| Insecticida | Abamectin | Abamectinas, Milbectinas | DK-Tina | nd (OMS); nd (EPA) | Si | No | Actúa como activador del canal de cloruro, por lo que se adhieren y activan los canales de cloruro en la membrana nerviosa interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas. Paraliza ácaros e insectos, al inhibir los neurotransmisores. | Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,0032 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dafnidos 0,00012 mg/L; anfibios: nd; aves: mediana; insectos (abejas): extrema; lombrices de tierra: mediana; algas: alta, CE50 (72h) Pseudokirchneriella subcapitata 1,59 mg/L; plantas: helecho acuático: alta. Muy tóxico para organismos acuáticos. Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. Su metabolito 8a-hidroxivermectina es medianamente tóxico para la trucha arco iris y las lombrices de tierra. | Abamectina se degrada rápidamente en el suelo. En la superficie del suelo, que está sujeta a una fotodegradación rápida, con una vida media de 8 horas 1 día reportado. Cuando se aplica a la superficie del suelo y no a la sombra, en suelo la vida media es de aproximadamente 1 semana. En condiciones de oscuridad, herbicidas, en suelo la vida media fue de 2 semanas a 2 meses. La pérdida de abamectina de suelos se piensa que es debido a la degradación microbiana. La velocidad de degradación se redujo significativamente en condiciones anaeróbicas. Debido a que la abamectina es casi insoluble en agua y tiene una fuerte tendencia a unirse a las partículas del suelo, es inmóvil en el suelo y es poco probable que se filtre o contamine las aguas subterráneas. Los compuestos producidos por la degradación de la abamectina también son inmóviles y poco probable de contaminar el agua subterránea. Abamectina se degrada rápidamente en agua. Después de la distribución inicial, su vida media en el agua del estanque artificial fue de 4 días. Su vida media en el estanque de sedimentos fue de 2 a 4 semanas. Se somete a fotodegradación rápida, con una vida media de 12 horas en agua. Cuando se somete a niveles de pH comunes a aguas superficiales y subterráneas (pH 5, 7 y 9), abamectina no se hidroliza. Sus metabolitos la 8a-hidroxivermectina B1a y la 8a-oxo-avermectina B1a son medianamente persistentes y ligeramente móviles en el suelo. |
| Insecticida | Cipermetrina | Piretroide | Colgotrin | Plaguicida de uso restringido (EPA). Moderadamente peligroso, chse II (OMS); nd (EPA). | Si | Si | Actúa como modulador del canal de sodio, interfiriendo con los canales de sodio en la membrana nerviosa e interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas. Sobre el insecto se origina una excitación primaria del SNP, que hace que el insecto agite sus miembros y alas, alejándose del lugar de tratamiento (flushing-out). Luego se absorbe a través del exoesqueleto quitinoso de los artrópodos, por lo cual se estimula el sistema nervioso central. Una vez ingresado el insecticida al cuerpo del insecto, provoca una parálisis del SNC (período de residencia) y el insecto queda paralizado, lo que origina su muerte por inanición al no poder alimentarse durante más de 120 horas. | Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,00069 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dafnidos 0,00015 mg/L; anfibios: nd; aves: ligera; insectos (abejas): extrema; lombrices de tierra: mediana; algas: alta, CE50 (72h) Selenastrum capricornutum >0,1 mg/L; plantas: helecho acuático: nd. Muy tóxico para organismos acuáticos. Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. | Tiene una persistencia moderada en los suelos. Bajo condiciones de laboratorio, la cipermetrina se degrada más rápidamente en suelos arcillosos arenosos y arenosos que en suelos arcillosos, y más rápidamente en suelos con bajo contenido de materia orgánica. En condiciones aeróbicas sobre el suelo, su semivida es de 4 días a 8 semanas. No es soluble en agua y tiene una fuerte tendencia a adherirse a las partículas del suelo. |

| | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------------------|--------|--|----|----|---|---|---|
| Insecticida | Clorpirifos | Organofosforado, clorado | Tifon | Moderadamente peligroso, clase II (OMS); Moderadamente tóxico, clase II (EPA) | Si | Si | Actúa como inhibidor de la acetilcolinesterasa, bloqueando la acción de la enzima acetilcolinesterasa, interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las células nerviosas. La enzima acetilcolinesterasa, es responsable de la degradación de la acetilcolina (la acumulación de la misma resulta tóxica para insectos y plagas). | Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,007-0,051 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dafnidos 0,0001 mg/L; anfibios: extrema a alta; aves: alta a mediana; insectos (abejas): extrema a alta; lombrices de tierra: mediana; algas: alta. CE50 (72h) especie desconocida 0,48 mg/L, plantas. helecho acuático: nd. Muy tóxico para invertebrados acuáticos y otros organismos acuáticos. Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. | Moderadamente persistente en los suelos. La vida media en el suelo suele ser entre 60 y 120 días, pero puede variar de 2 semanas a más de 1 año, dependiendo del tipo de suelo, el clima y otras condiciones. Clorpirifos se adiere fuertemente a las partículas del suelo y no es fácilmente soluble en agua. Este insecticida es inestable en el agua, y la velocidad a la que se hidroliza aumenta con la temperatura, disminuyendo entre 2,5 y 3 veces con cada 10 °C de temperatura. |
| Insecticida | Dimetoato | Organofosforado | Ciclon | Moderadamente peligroso, clase II (OMS); Moderadamente tóxico, clase II (EPA). | Si | Si | Actúa como inhibidor de la acetilcolinesterasa, bloqueando la acción de la enzima acetilcolinesterasa, interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las células nerviosas. La enzima acetilcolinesterasa, es responsable de la degradación de la acetilcolina (la acumulación de la misma resulta tóxica para insectos y plagas). | Toxicidad aguda: peces: mediana, CL50 (96h) trucha arco iris 24,5 mg/L; crustáceos: alta, CE50 (48h) dafnidos 2 mg/L; aves: alta; insectos (abejas): alta; lombrices de tierra: mediana; algas: mediana, CE50 (72h) Raphidocelis subcapitata 90,4 mg/L; plantas: helecho acuático: nd. Muy tóxico para especies de invertebrados acuáticos. Moderadamente a extremadamente tóxico para anfibios. Incluido en la lista del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) de plaguicidas reportados como disruptores endocrinos y/o con efectos reproductivos. | Baja persistencia en el medio ambiente del suelo. Se han informado semividas del suelo de 4 a 16 días, o hasta 122 días, pero un valor representativo puede ser del orden de 20 días. Debido a que se descompone rápidamente por los microorganismos del suelo, se descompondrá más rápido en suelos húmedos. Es muy soluble en agua, y se adsorbe muy débilmente a las partículas del suelo por lo que puede estar sujeto a la lixiviación considerable. Sin embargo, se degrada por hidrólisis, especialmente en suelos alcalinos, y se evapora de las superficies secas del suelo. |
| Insecticida | Imidacloprid | Neonicotinoides | Argon | Moderadamente peligroso clase II (OMS); Moderadamente tóxico, clase II (EPA). | Si | Si | Actúa como agonista/antagonista del receptor de Acetilcolina de tipo nicotínico. Imita la acción de neurotransmisor acetilcolina, bloqueando los receptores e interrumpiendo la transmisión de impulsos de entre las células nerviosas. Específicamente, causa un bloqueo en un tipo de vía neuronal (nicotínica) que es más abundante en insectos que en animales de sangre caliente; lo que conduce a la acumulación de acetilcolina, un importante neurotransmisor, causando la parálisis del insecto, y finalmente la muerte. | Toxicidad aguda: peces: ligera, CL50 (96h) trucha arco iris 211 mg/L; crustáceos: mediana, CE50 (48h) dafnidos 85 mg/L; aves: alta a ligera; insectos (abejas): extrema; lombrices de tierra: alta; algas: mediana a ligera, CE50 (72h) Scenedesmus subspicatus >10 mg/L, >100 mg/L; plantas: helecho acuático: nd. Muy tóxico para organismos acuáticos. Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. | Vida media de 48 a 190 días sobre el suelo, se descompone más rápido en los suelos con cobertura vegetal. Moderadamente soluble, y tiene una afinidad de unión moderada a materiales orgánicos en suelos. La vida media en agua es mucho mayor a 31 días a pH 5, 7 y 9. |

| | | | | | | | | | |
|-------------|------------|------------|-----------|---|----|----|---|--|---|
| Insecticida | Metomil | Carbamatos | Lannasolt | Altamente peligroso, clase IB (OMS); Altamente tóxico, clase I (EPA) | Si | No | Actúa como inhibidor de la acetilcolinesterasa, bloqueando la acción de la enzima acetilcolinesterasa, interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las células nerviosas. La enzima acetilcolinesterasa, es responsable de la degradación de la acetilcolina (la acumulación de la misma resulta tóxica para insectos y plagas) | Toxicidad aguda: peces: extrema a alta, CL50 (96h) trucha arco iris 3.4 mg/L; pez sol de branquias azules 0,63 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dafnidos 0,0076 mg/L; aves: alta; insectos (abejas): alta, lombrices de tierra: mediana; algas: mediana, CE50 (72h) especie desconocida 60 mg/L; plantas: helecho acuático: nd. Muy tóxico para organismos acuáticos. Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. Es medianamente tóxico para anfibios. Incluido en la lista del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) de plaguicidas reportados como disruptores endocrinos y/o con efectos reproductivos. | El metomilo tiene una baja persistencia en el medio ambiente del suelo, con una semivida notificada de aproximadamente 14 días. Debido a su alta solubilidad en agua y baja afinidad por la unión metomilo suelo puede tener potencial para la contaminación de aguas subterráneas. Es muy móvil en suelos franco arenosos y franco arcilloso limoso, pero sólo se observó una ligera lixiviación en un franco limoso y en un suelo arenoso. Metomilo se degrada rápidamente por los microorganismos del suelo. Residuos de metomil no se espera que estén en el suelo tratado después de la temporada de cultivo en el que se aplica. Se ha informado de soluciones acuosas de metomilo a descomponerse más rápidamente en la aireación, en la luz solar, o en medios alcalinos. El estimada acuosa vida media para el insecticida es de 6 días en las aguas superficiales y más de 25 semanas en las aguas subterráneas. En un experimento, las vidas medias de hidrólisis de metomilo en soluciones con pH de 6.0, 7.0 y 8.0 fueron 54, 38 y 20 semanas, respectivamente. En el agua pura, la hidrólisis vida media se ha estimado en 262 días. |
| Insecticida | Permetrina | Piretroide | Pounce | Moderadamente peligroso, clase II (OMS); Ligeramente tóxico, clase III (EPA). | Si | No | Actúa como modulador del canal de sodio, interfiriendo con los canales de sodio en la membrana nerviosa e interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas. | Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,0025 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dafnidos 0,0006 mg/L; aves: ligera, insectos (abejas): extrema, lombrices de tierra: baja; algas: extrema, CE50 (72h) especie desconocida 0,0125 mg/L; plantas: helecho acuático: nd. Muy tóxico para organismos acuáticos. R53: Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. En Suecia se ha informado de la muerte de peces por uso de permetrina. De extrema a medianamente tóxico para anfibios. Incluido en la lista del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) de plaguicidas reportados como disruptores endocrinos y/o con efectos reproductivos. NOEC para algas (96h) = 0,87 µg/L. | La permetrina es de baja a moderada persistencia en el medio ambiente del suelo, con vidas medias de 30 a 38 días. La permetrina se descomponen fácilmente, o degradada, en la mayoría de los suelos, excepto los tipos orgánicos. Los microorganismos del suelo juegan un papel importante en la degradación de la permetrina en el suelo. La adición de nutrientes a la tierra puede aumentar la degradación de la permetrina. Se ha observado que la disponibilidad de sodio y fósforo disminuye cuando se añade la permetrina al suelo. La permetrina está estrechamente vinculada por los suelos, sobre todo por la materia orgánica. Muy poca lixiviación de permetrina ha informado. No es muy móvil en una amplia gama de tipos de suelo. Debido a que la permetrina se une muy fuertemente a las partículas del suelo y es casi insoluble en agua, no se espera que se filtre o para contaminar el agua subterránea. Los resultados de un estudio cerca de las zonas de estuario mostró que la permetrina tenía una vida media de menos de 2,5 días. Cuando se expone a la luz solar, la vida media fue de 4,6 días. La permetrina se degrada rápidamente en el agua, aunque puede persistir en los sedimentos. Hubo una pérdida gradual de la toxicidad tras la permetrina envejecido durante 48 horas en la luz del sol en 0,05 mg / L en el agua. |

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------|-----------------|---|--|----|----|--|---|---|
| Insecticida | Sulfotep | Organofosforado | - | Extremadamente peligroso, clase IA (OMS), Altamente tóxico, clase I (EPA). | No | Si | Actúa como inhibidor de la acetilcolinesterasa, bloqueando la acción de la enzima acetilcolinesterasa, interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las células nerviosas. La enzima acetilcolinesterasa, es responsable de la degradación de la acetilcolina (la acumulación de la misma resulta tóxica para insectos y plagas). | Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,0036 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dáfnidos 0,002 mg/L; aves: alta; insectos (abejas): nd; lombrices de tierra: nd; algas: alta, CE50 (72h) Scenedesmus subspicatus 7,2 mg/L; plantas: helecho acuático: nd. Muy tóxico para organismos acuáticos. Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. Extremadamente tóxico para anfibios. | Tiene baja solubilidad en agua. Ligera a no persistente persistencia en el suelo. Ligera movilidad en el suelo. Persistencia en agua sedimento: nd. Bioacumulación: nd. El metabolismo es hidrolítico y oxidativo. Los productos generados son fosfato dietil, fosfato monoetil y ácido fosfórico. Es ligeramente soluble en el agua y tiene bajo potencial de lixiviación. |
|-------------|----------|-----------------|---|--|----|----|--|---|---|

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de EXTTOXNET PIP, Pesticide Properties DataBase, Manual de plaguicidas de Centroamérica y las Hojas de Seguridad (HDS) de cada ingrediente activo.

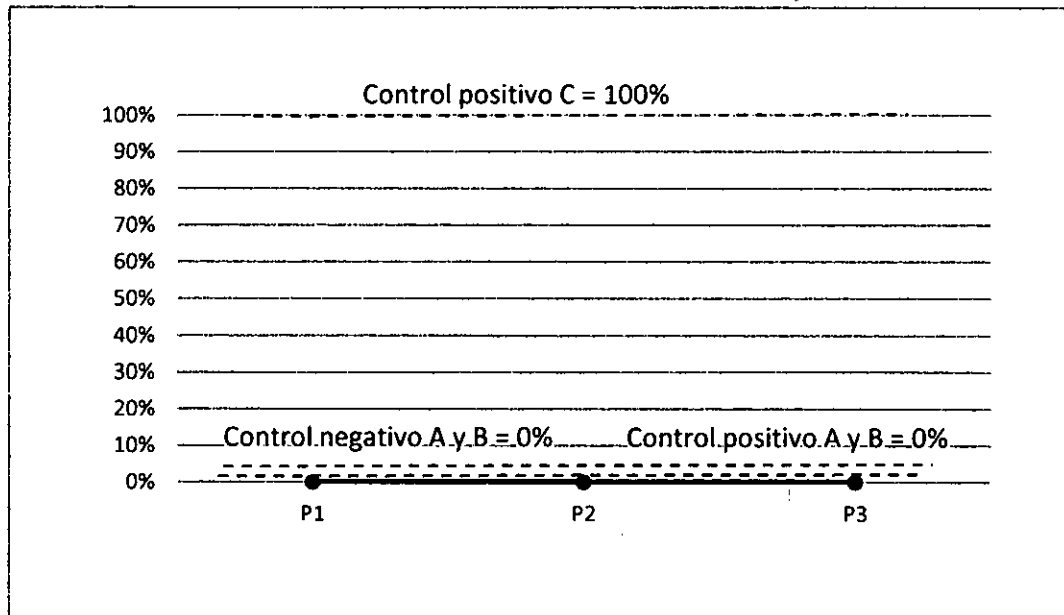
5.3 Pruebas biológicas

5.3.1 Determinación de mortalidad de lombrices *Eisenia andrei* en los bioensayo de suelo:

Los bioensayos realizados en las muestras de suelo, en las cuales se empleó lombrices *Eisenia andrei* como organismos de prueba dieron como resultado un índice de mortalidad del 0% a condiciones normales y sin manipulación externa de las muestras para las PM1 y PM2, y en cada una de sus réplicas. Las parcelas de monitoreo positivo mostraron un índice de mortalidad de 0% para las pruebas A y B, mientras que en el caso de las muestras de control positivo C, se obtuvo una mortalidad de 100% de las lombrices expuestas, dado que esta se encontraba a mayor concentración con respecto a las muestras de control positivo A y B. Las muestras de control negativo resultaron en un índice de mortalidad de 0% (véase base de datos de los resultados en Anexo N° 9).

GRAFICO N° 5.4

MORTALIDAD DE LA LOMBRIZ DE TIERRA *Eisenia andrei*., EXPRESADO EN %



Con respecto a las observaciones obtenidas durante las pruebas, se observó una disminución del desarrollo y crecimiento, diferencia de coloración y disminución a estímulos mecánicos de las lombrices de tierra en las pruebas PM 1, PM 2 y pruebas de control positivo con respecto a las pruebas de control negativo (véase figura N° 5.4).

FIGURA N° 5.2
EVALUACIÓN DE RESULTADOS EN LOS BIOENSAYOS CON MUESTRAS DE SUELO



FIGURA N° 5.3
EVALUACIÓN DE LOS ORGANISMOS DE PRUEBA AL FINALIZAR LOS BIOENSAYOS. a. Movilidad de los organismos. b. Desarrollo del clitelio y crecimiento de la lombriz.

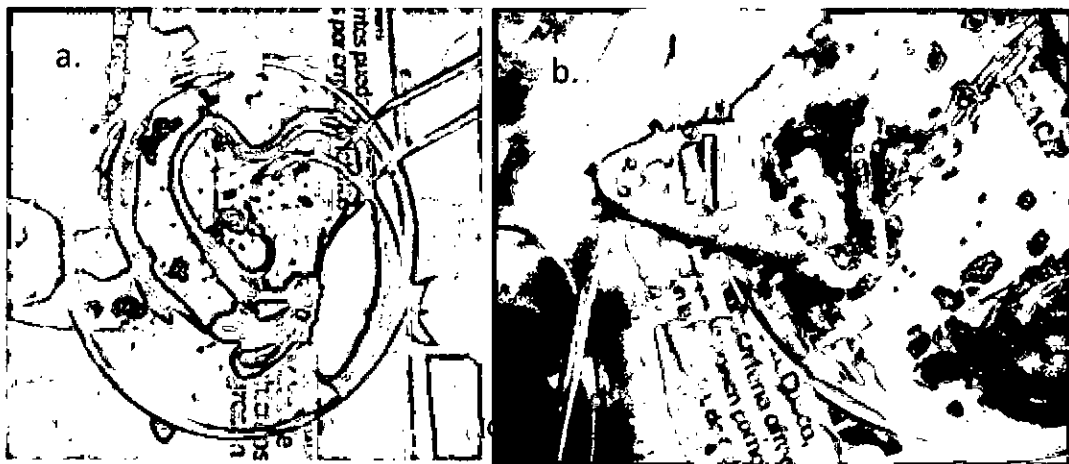


FIGURA N° 5.4

OBSERVACIONES REALIZADAS A LOS ORGANISMOS AL FINALIZAR LOS BIOENSAYOS EN LAS PRUEBAS DE CONTROL POSITIVO. a. Bajo nivel de desarrollo en los organismos. b. Bajo nivel de movilidad en los organismos.



5.3.2 Determinación de la mortalidad de macroinvertebrados bentónicos

Hyalellas sp. en bioensayo con sedimento:

Con respecto a las pruebas biológicas en las cuales se empleó como organismos de prueba a los anfípodos de agua dulce *Hyalella* sp., los valores medios de mortalidad fueron del 91.22% para PM 1, 97.78% para el PM 2, y 14.17% para la PC (control negativo, prueba libre de contaminante). Mientras que las pruebas de control positivo dieron como resultado un índice de mortalidad del 100% para las pruebas A y B (véase base de datos de los resultados en Anexo N° 9)

Tras aplicarse el análisis de ANOVA de un factor y el análisis post hoc con la metodología Tukey HDS al 95% de intervalo de confianza entre las medias de cada par de datos, se obtuvo como resultados que existe una baja mortalidad para la PC (menor al 20%), la que difiere de las PM1 y PM2 las cuales presentaron una alta y similar mortalidad (mayores a 80%), teniendo en cuenta las diferencias significativas que presentaron las parcelas de monitoreo 1 y 2, con respecto al control tras la evaluación estadística ($F=129.738$, $gl=2$, $p=0.0001$).

GRAFICO N° 5.5
 RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS BIOENSAYOS CON *Hyaella* sp.

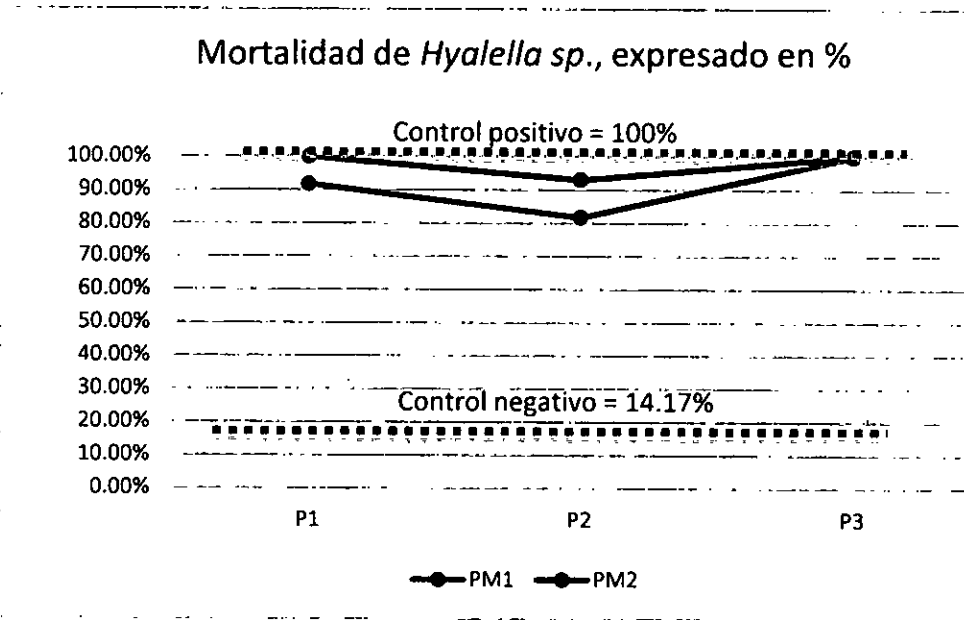


GRAFICO N° 5.6
 MEDIA Y DESVIACIÓN ESTANDAR DE LA MORTALIDAD EN CADA PARCELA DE MONITOREO AL 95% DE IC

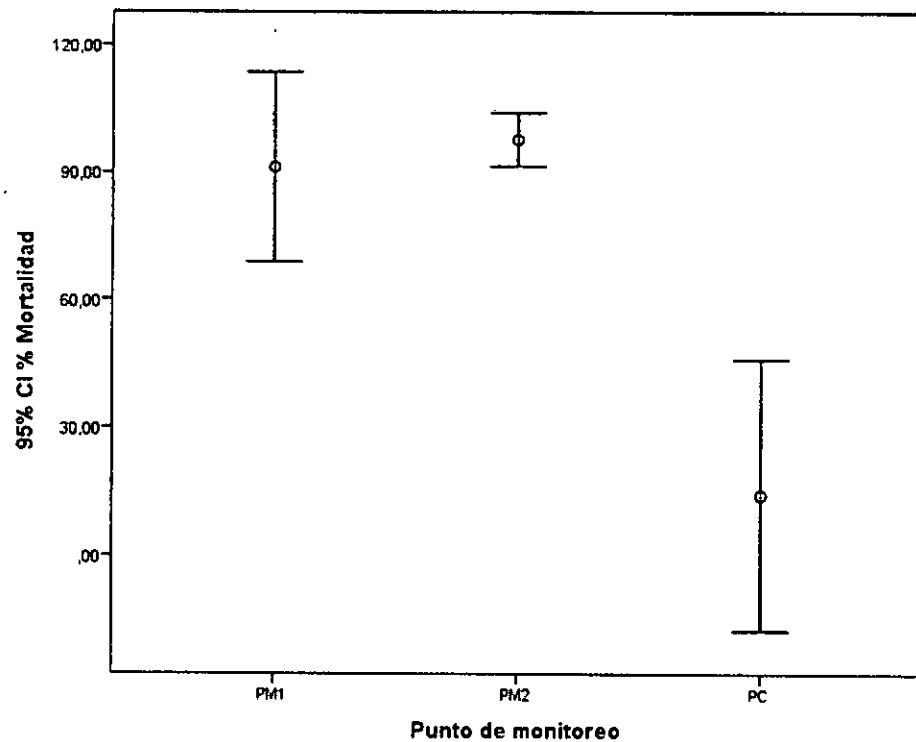
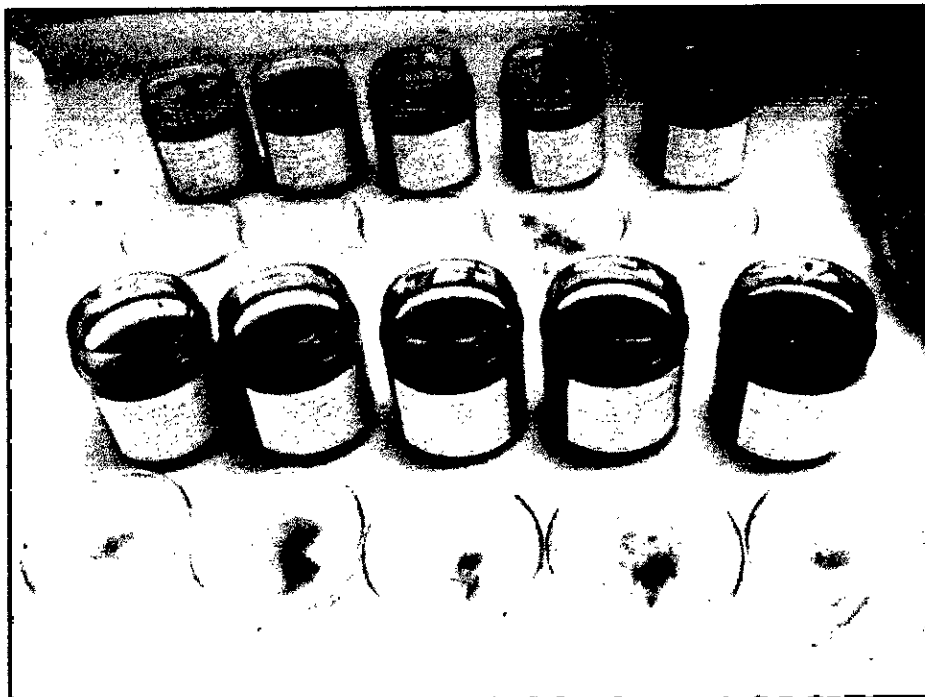


FIGURA N° 5.5

EVALUACIÓN DE RESULTADOS EN LOS BIOENSAYOS CON SEDIMENTO



5.4 Encuesta realizada a los agricultores

Los resultados indican que cerca del 65% de los agricultores se encuentran en edades de 30 y 50 años, mientras que solo el 14% representa agricultores en edades de 20 a 30 años, y los 21% restantes representan agricultores mayores de 50 años. En su mayoría las personas que trabajan en campo se constituyen por varones (93%) y sólo el 7% restante son mujeres. En relación a la situación actual del predio más del 50% constituye predios propios, mientras que el restante representa predios alquilados.

Según los datos obtenidos a la fecha de las encuestas habría aproximadamente 55 ha de cultivo en todo el sector San Alberto, sin embargo, a la fecha de culminación de la investigación se estimó un crecimiento de la actividad agrícola

que llegaría a los 60-65 ha, considerado en base a la observación y la información recabada en campo. Cada agricultor posee aproximadamente entre 0.5 a 2 ha de cultivo de granadilla, los cuales varían entre 4 y 10 años de antigüedad del cultivo. Por otro lado, según el tipo de cultivo se obtuvo que el 100% de predios desarrolla prácticas de monocultivo, en los cuales siembran principalmente granadilla.

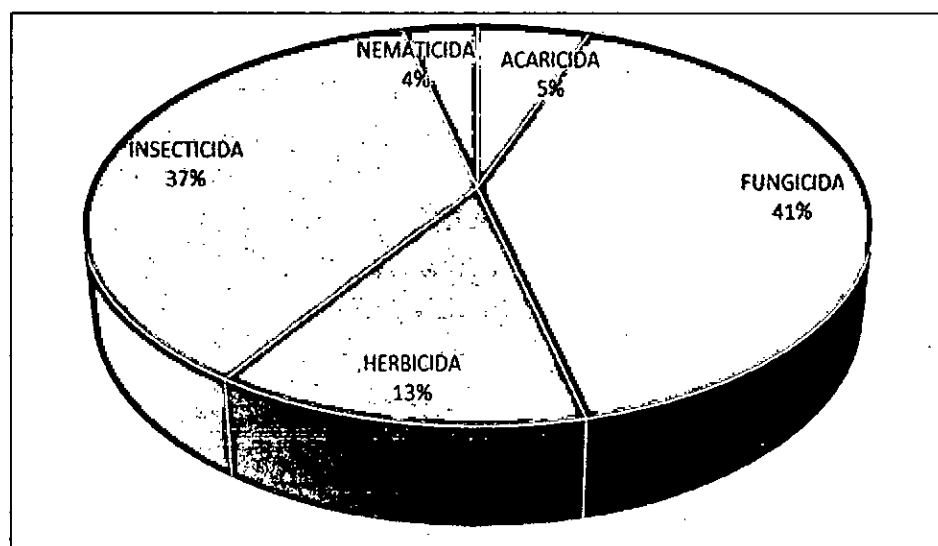
La pregunta 1, estuvo relacionada a los años que cada agricultor tiene realizando dicha actividad, según los datos obtenidos más del 50% ha realizado la actividad entre 6 y 10 años, mientras que el porcentaje restante (44%) entre 1 a 5 años. Con respecto a la frecuencia con que se dedica a esta actividad, el 81% de los agricultores realiza las actividades agrícolas permanentemente, mientras que el 19% restante de forma frecuente o eventual.

El cultivo de granadilla, demanda un trabajo constante y requiere de más de una persona para actividades como sembrado, cosecha, desmalezado, fumigación, poda, entre otras actividades. Por tanto, mediante la pregunta 2 y 3, se consultó la cantidad de personas que contrata el agricultor para estas actividades, la frecuencia de trabajo y especificar si se trataba de personal externo o propio de la familia. Con respecto a la cantidad de personal este oscila entre 2 y 4. Los resultados indican que el 50% de los casos refiere a personal contratado externo y el otro 50% propio de la familia. En cuanto a la frecuencia de sus labores, éstas son de manera eventual en el 75% de los casos para el personal externo (no familiares), y 63% permanentes y 25% eventuales para el caso de personal propio de la familia.

Mediante la pregunta 4, se consulta el procedimiento del cultivo de granadilla según lo indicado por los encuestados se detalla dicho procedimiento en el anexo N° 6.

La pregunta 5, estuvo relacionada a los productos químicos que los agricultores emplean en el cultivo de granadilla, en el anexo N° 7 se menciona un listado de todos los productos mencionados por los encuestados en el sector San Alberto, los cuales representan un total de 46 plaguicidas; distribuidos entre acaricidas, herbicidas, fungicidas, insecticidas y nematocidas. Además de los abonos sintéticos, coadyuvantes agrícolas y demás nutrientes de elaboración química que emplean en sus cultivos de granadilla.

GRÁFICO N° 5.7: TIPO DE PLAGUICIDA EMPLEADO EN EL SECTOR SAN ALBERTO CLASIFICADO SEGÚN LA ESPECIE A COMBATIR.



Según se evidencia los mayores porcentajes son representados por los fungicidas e insecticidas con el 41% y 37% respectivamente en relación al total de plaguicidas empleados. Cabe mencionar que entre los productos mencionados se encuentran

aquellos que tienen como ingrediente activo el “Paraquat” y el “Methamidafos”, los cuales son plaguicidas agrícolas de uso restringido para el Perú, tal como lo establece la autoridad competente SENASA.

La pregunta 6, estuvo enfocada en conocer la opinión de los agricultores con respecto a las aplicaciones que realizan para el control de plagas y enfermedades en sus cultivos, consultándoles si consideraban que dichas aplicaciones serían necesarias. El 100% de los encuestados asegura que, sí lo son, mencionando que en caso de no hacerlas sus cultivos se verían gravemente afectados por las enfermedades y no podrían producir los beneficios económicos que ellos requieren.

La pregunta 7, hizo referencia al conocimiento que los agricultores pudieran tener sobre otras alternativas para el control de plagas y enfermedades en sus cultivos. El 62% de los encuestados no conoce de otras alternativas, sin embargo el 38% restante si ha escuchado o conoce de otras alternativas, pero no han probado ninguna de ellas.

En la pregunta 8, se consultó a los agricultores como realizan el manejo de los residuos de los productos agroquímicos usados; es decir contenedores, recipientes, bolsas, etc. El 43% de los encuestados refiere que quema los residuos en sus predios de granadilla, el 22% los arroja cerca de los cultivos o las quebradas aledañas a sus predios, el 14% los entierra en sus propios predios, mientras que el 21% restante los dispone como residuos sólidos municipales entregándolos al vehículo recolector cuando este pasa por sus hogares.

De la pregunta 9, sobre el uso de equipos de protección personal durante las actividades de fumigación. El 100% de los encuestados usa la ropa de todos los días, el 21% de ellos indicó que usa guantes, el 57% mascarillas y el 50% protección en los ojos; sin embargo, en las vistas a campo se pudo evidenciar que el 100% de los visitados no usaba ningún equipo de protección personal durante la fumigación.

La pregunta 10, se consultó a los agricultores si han presentado algún efecto negativo sobre su salud tras la exposición a los agroquímicos. A lo cual el 57% de los encuestados refiere no haber presentado fuertes consecuencias, mientras que el 43% menciona que tras la exposición han presentado una sintomatología caracterizada por la presencia de dolores de cabeza, en algunos casos nauseas, dolor abdominal, vómitos, vértigo, debilidad, irritación ocular y dermal si ocurre contacto con los ojos o la piel.

La pregunta 11, consultó si el personal contratado ha presentado algún efecto negativo sobre su salud tras la exposición a los agroquímicos. En caso del personal contrato, mencionan que sólo el 13% presentó en algún momento consecuencias sobre su salud.

La pregunta 12, estuvo relacionada a recabar información sobre algún hecho ocurrido en referencia al uso inadecuado o la exposición a los agroquímicos. Entre algunos hechos ocurridos al respecto, el 47% menciona que han ocurrido casos de grave intoxicación que han llevado a los involucrados a un tratamiento médico, tras alguna exposición a productos agroquímicos de mayor peligrosidad.

Así también, la pregunta 13, hizo referencia a si ha observado animales muertos tras las fumigaciones, el 31% de los encuestados menciona que, tras las fumigaciones, se han observado animales menores muertos, tales como abejas, avispas y otros organismos benéficos.

Con respecto a los impactos sobre el medio ambiente, mediante la pregunta 15, se consultó si habían notado la disminución de la producción a lo largo de los años. Se obtuvo como respuestas que, a lo largo de los años el 60% de los agricultores han observado notoria disminución de la producción, disminución de los nutrientes en el suelo evidenciado por un mayor requerimiento de abonos sintéticos y nutrientes para su producción, asimismo han evidenciado mayor requerimiento de aplicaciones químicas para el control de las plagas y enfermedades, en mayores dosis en referencia a las dosis aplicadas años atrás, y/o el empleo de productos químicos más potentes.

La pregunta 17, sobre la inversión realizada en la compra de productos agroquímicos para los cultivos de granadilla, se obtuvo que, en promedio se invierte S/180 por aplicación por hectárea (S/180/aplicación/ha); los que significa un valor de S/ 2 520/año/ha, considerando que las aplicaciones de agroquímicos se realizan de forma mensual en época seca y húmeda, y cada 15 días en época de floración, lo que regularmente se da dos veces por año, significando un total de 16 aplicaciones al año.

La pregunta 18, en la cual se consultó si la actividad agrícola desarrollada, les genera suficientes beneficios económicos, los encuestados consideran que los

beneficios económicos de esta actividad agrícola no les generan alta rentabilidad, cubriendo sólo sus gastos mínimos y de sus hogares.

En la pregunta 19, al ser consultados también sobre cuántos años más planea continuar con esta actividad, el 64% de los encuestados no ha definido aún, mientras que el 36% restante pretende cambiar de actividad entre los 2 y 5 años posteriores.

La pregunta 20, en la cual se consultó si habrían recibido asistencia técnica o capacitaciones, el 100% de los agricultores respondió que no ha recibido ninguna asistencia técnica o asesoría durante el desarrollo de su actividad.

Asimismo, en referencia al uso de los agroquímicos, mediante la pregunta 21, se consultó cuantas veces toman en cuenta las recomendaciones de uso y dosis de aplicación especificadas en las etiquetas y envases de los productos agroquímicos que aplican en sus cultivos; a lo cual solo el 21% toman en cuenta las recomendaciones que indican los envases sobre las dosis de uso, mientras que el 72% toma en consideración su experiencia en la actividad y los que les indica el proveedor.

Finalmente, la pregunta 22 sobre si les gustaría recibir capacitaciones o talleres sobre estos temas, el 100% respondió de forma afirmativa, mostrando su deseo de participar y conocer más sobre el tema.

CAPITULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de la hipótesis con los resultados

6.1.1 Parámetros fisicoquímicos

En la presente investigación se evaluó determinados parámetros fisicoquímicos, lo que permitan valorar la influencia de los cultivos de granadilla sobre la calidad del suelo, considerando posibles impactos positivos o negativos de los cambios en el uso y de las prácticas de manejo en la microcuenca San Alberto.

En este sentido, la evaluación del potencial de hidrogeno en las parcelas de monitoreo, evidenció un pH con valores promedios de 5.16 para la PM 1 y PM 2, mientras que un valor medio de 5.67 para parcela control, por lo que deduce que en general el suelo en el área estudiada fue moderadamente ácido (NOM-021-RECNAT- 2000).

El bajo valor de pH en las parcelas evaluadas, reflejaría ser una limitante para la disponibilidad de los macronutrientes y para la actividad microbiana de vital importancia en el ciclo de los nutrientes, principalmente de las bacterias que están relacionadas con procesos de fijación simbiótica y asimbiótica del nitrógeno, con la solubilización del fósforo y las que están involucradas en los procesos de nitrificación, las cuales por lo general, para su normal funcionamiento necesitan que el medio edáfico presente un pH mayor a 5.5. (Jaramillo, 2002).

Los similares valores de pH que presentaron las parcelas de monitoreo 1 y 2 probablemente son el resultado del manejo agrícola que se le da a los cultivos de granadilla, lo cual se evidencia por la utilización de cal dolomita y de la cantidad utilizada, para modificar el pH durante el establecimiento inicial de los cultivos.

Mientras que en la parcela control este tuvo un valor mayor a las dos parcelas anteriores, y superior a 5.5 (considerado valor límite inferior) para representar mejores condiciones del medio edáfico, y por consiguiente una mejor actividad microbiana y de los procesos que se desarrollan en él; estas condiciones estarían relacionadas al manejo diferencial que se desarrolla en esta área, en la cual no se hace incorporación de productos químicos, sino un manejo propio de agricultura orgánica, caso contrario a las otras dos parcelas (PM1 y PM2).

En cuanto a la temperatura superficial del suelo, este parámetro mostró una tendencia a disminuir durante el periodo de muestreo, octubre a diciembre, considerado este periodo dentro de la estación lluviosa, caracterizada por un aumento de la presencia de lluvias, y disminución de la temperatura ambiental; lo que a su vez habría influido sobre la temperatura del suelo, sin embargo estas oscilaciones habrían sido amortiguadas rápidamente en función de la profundidad, lo cual se produce de forma natural a fin de mantener una temperatura estable para el desarrollo de la vida y el metabolismo edáfico.

Cabe decir que los resultados de temperatura entre las parcelas de monitoreo y la parcela control, no presentó diferencias significativas, teniendo en cuenta que las tres parcelas de monitoreo se encuentra en la misma área geográfica y presentan

similitud en su clima, aunque existe una diferencia de altitud esta no fue significativa. Cabe decir que, la zona de vida donde se encuentra el área de estudio, se caracteriza por presentar una fisonomía perhúmeda y una asociación atmosférica (bosque nublado), que permanece gran parte del año (CEPES, 2011)

Con respecto a la velocidad de infiltración del agua en el suelo, se determinó un mayor grado de infiltración en la PM 2 con valores de 81.8 in/hr y un menor grado en la PM 1 y en la PC, con valores de 17.76 in/hr y 12.8 in/hr respectivamente. Lo que representa mejores condiciones de estructura superficial, del movimiento del aire y del agua en el suelo en la PM 2, con respecto a la PM 1 y PC. (Murray, Orozco, Hernandez, Lemus, & Najera, 2014)

En cuanto al factor "densidad aparente" del suelo (peso seco del suelo /volumen) para las tres parcelas evaluadas, mostró resultados similares con diferencias no significativas, con un valor promedio aproximado de 2 g/cm³. Según los datos de densidad de la bibliografía los suelos de tipo areno franco (con el cual se caracterizaron los suelos evaluados), deberían presentar una densidad aparente <1.6 g/cm³ para considerar un crecimiento ideal de las raíces (USDA, 2015), sin embargo, con los valores obtenidos, se estima una densidad aparente que afecta el crecimiento de las raíces (>1.8 g/cm³), lo que indica baja porosidad y compactación del suelo, a causa probable de tipo de actividad agrícola desarrollada.

En cuanto a la materia orgánica, la evaluación dio como resultados una mayor presencia de materia orgánica en la PM 2, seguido de la PC y finalmente la PM 1

con valores de 20.98 g/100g, 10.518 g/100g y 8.621g/100g respectivamente; la cual guarda proporcionalidad con la presencia del horizonte O. Se evidencia también una relación proporcional entre la velocidad de infiltración y la cantidad de materia orgánica. Significa

El bajo contenido de materia orgánica que presentó la parcela de monitoreo 1, puede ser el resultado de haberse realizado la quema de la vegetación para posibilitar el establecimiento del sistema de cultivo en el área, lo cual habría contribuido a acelerar el proceso de mineralización de la materia orgánica. Además, las altas temperaturas a que fue sometido el suelo durante la quema posiblemente afectaron negativamente los macros y microorganismos del mismo, sin los cuales el proceso de humificación del material orgánico fresco y el reciclaje de nutrientes son muy lentos o inexistentes. Sumado a ello, la incorporación de productos químicos y el poco empleo de abonos naturales y mecanismos de incorporación de materia orgánica que ayuden a la regeneración del suelo son posibles contribuyentes a estos resultados.

Mientras que el alto contenido de materia orgánica que presentó la parcela de monitoreo 2, puede tener relación directa con el tipo de actividad desarrollada en esa área, que, por sus años de cultivo, ha permitido la recuperación tanto de la materia orgánica, como de la estructura del suelo, gracias al secuestro del carbono y a la acción de las raíces. Cabe decir, que la mayor concentración de materia orgánica detectada en esta parcela, pudo estar condicionado a la previa incorporación de abono que se realiza como parte de las actividades agrícolas, sin

embargo estos resultados no reflejan altos contenidos de materia orgánica, pero si mejores condiciones que la parcela anterior.

En cuanto al tipo de suelo determinado, se estableció que el suelo de la zona de estudio es areno franco, lo que significa que esta área presenta un suelo de textura relativamente suelta propiciada por la arena, una fertilidad adecuada aportada por los limos y una adecuada retención de humedad favorecida por la arcilla. Se estima, que estos serían los mejores suelos para realizar agricultura, sin embargo, los demás parámetros evaluados reflejan deficiencias para un adecuado desarrollo, hecho que habría sido condicionado por el tipo de agricultura que se viene desarrollando en el área, trayendo consigo un efecto negativo sobre el recurso suelo, y por ende para el óptimo crecimiento de las plantas y su aprovechamiento.

En general, los suelos de la zona de estudio se caracterizaron principalmente por su pobreza y contenidos medios de materia orgánica, pH moderadamente ácido, alto grado de densidad aparente, con posibles problemas de compactación y baja porosidad, pero en general se observó que son suelos de fertilidad media para el cultivo de granadilla, además una estructura moderadamente estable y de texturas moderadas. Cabe decir, que las diferencias entre las propiedades físicas del suelo, se deben en parte al aporte de nutrientes externos, tiempo de aprovechamiento del recurso suelo, periodos de descanso entre cultivos, así como la hojarasca proveniente de las distintas especies agroforestales consideradas en cada zona de cultivo, que, a su vez, originan diferencias en los porcentajes de materia orgánica edáfica en las parcelas evaluados.

6.1.2 Insecticidas empleados y detectados

Se detectó presencia de residuos de insecticidas en el suelo de las parcelas de cultivo de granadilla evaluados, pese a que las fumigaciones tienden a ser dirigidas hacia las vías de crecimiento de la planta de granadilla y no directamente al suelo. Lo cual puede explicarse teniendo en cuenta que cuando un plaguicida es aplicado, este tiene la posibilidad de llegar al suelo, al espejo de agua o directamente a las plantas; siendo el agua que fluye a través de las parcelas, quien lava los restos de los agroquímicos que puedan estar presentes en ese momento (Rizo Patrón Viale, 2003; Castillo, Ruepert, & Solis, 2000), en tal sentido esta habría sido una de las principales fuentes de transporte de los residuos de insecticidas, considerando que el periodo de estudio estuvo caracterizado por una época de lluvia.

De los 4 ingredientes activos detectados en la Parcela de Monitoreo 1 (PM 1), dos representan plaguicidas de tipo insecticidas, y ambos habrían sido empleados durante el periodo de muestreo.

Si bien los dos insecticidas presentan en promedio moderada permanencia en suelo y entre moderada a fuerte adhesión a las partículas de sedimento, su característica de nula a baja movilidad en el suelo (Universidad de Hertfordshire, 2016; Universidad Nacional de Costa Rica, 2017) sumado a las características propias de la zona de estudio que presentó altos índices de compactación y baja porosidad del suelo habrían favorecido su detección, condicionando, su acumulación en la parte superficial del suelo. Teniendo en cuenta también, que los

valores de vida media de estos plaguicidas fueron en la mayoría de casos mayores al tiempo transcurrido entre las fumigaciones y los análisis de detección (el cual habría sido aproximadamente de 30 a 45 días). Un factor importante en esta evaluación, es el grado de bioconcentración, determinados a partir de sus valores de Log K_{ow} , de los cuales Cipermetrina presenta altos valores, mientras que Imidacloprid, presenta un valor bajo de bioconcentración (Universidad de Hertfordshire, 2016). Los altos valores de bioacumulación indica una posible adsorción en tejidos grasos, suelo y sedimentos, así como su escasa movilidad lo que favorece la toxicidad de estas sustancias y por tanto es probable su bioconcentración o bioacumulación; lo que finalmente conllevaría a la bioacumulación de contaminantes en los tejidos de la biota, lo que puede conducir a biomagnificación a través de la cadena trófica; este parámetro había favorecido también la detección de estos plaguicidas en el suelo al haberse adherido a las partículas de mismo, y aunque Imidacloprid posee un bajo valor de bioacumulación, lo que indica posibilidad de movilidad y transporte, el tipo de suelo determinado para el área así como su bajo grado de infiltración jugaron un papel importante en su retención.

Asimismo, en la Parcela de Monitoreo 2, de los 14 ingredientes activos detectados, 4 representan plaguicidas de tipo insecticida: Clorpirifos, Dimetoato, Cipermetrina y Sulfotep. De estos insecticidas detectados, Clorpirifos y Dimetoato si habría sido empleados durante el periodo de estudio, mientras que Cipermetrina y Sulfotep no habrían sido empleados durante el periodo de estudio, pero si anterior a este.

En su mayoría estos insecticidas presentan niveles bajos de solubilidad en agua, excepto el Dimetoato; así también presentan entre moderada a extrema persistencia en suelo y entre fuerte a muy fuerte para adherirse al sedimento, así como una vida media superior a 30 días. Estas son algunas de las características principales que habrían condicionado que estos insecticidas permanezcan en el ambiente, pese al tiempo transcurrido y la presencia de lluvias durante la época de muestreo. Cabe decir que la mayor cantidad de materia orgánica determinada en esta parcela con relación a la Parcela de Monitoreo 1, habría favorecido también la detección de una mayor cantidad de insecticidas al haberse adherido en estas partículas, teniendo en cuenta también que de los insecticidas detectados en esta área, la mayoría presenta valores altos de Log K_{ow} , (excepto Dimetoato, que presentan valores bajos de bioconcentración) (Universidad de Hertfordshire, 2016) lo que habría favorecido su posible adsorción a las partículas del suelo. Cabe decir que aquellos insecticidas con valores bajos de Log K_{ow} , que posiblemente presentaron una mayor movilidad y transporte; fueron retenidos gracias las características de la zona, cuya baja porosidad y compactación habrían limitado su pérdida en las fuentes de agua superficial o subterránea, incluso a pesar de la escorrentía tras las lluvias.

Finalmente la relación entre las características de bioacumulación, solubilidad, persistencia en suelo y otras propiedades de cada uno de los insecticidas empleados, da como resultado que aquellos insecticidas descritos como altamente solubles y con baja persistencia en el suelo fueron detectados a lo mucho en los límites de cuantificación, pudiendo haber sido disueltos por el agua de lluvia y

trasladados hacia las fuentes de agua superficiales, lo cual no fue el área del presente estudio; mientras que aquellos insecticidas con valores altos de $\text{Log } K_{ow}$ y propiedades de moderada a alta persistencia en los suelos, así como con moderada a fuerte tendencia a adherirse a las partículas del suelo y/o adhesión a los sedimentos, las partículas en suspensión o las plantas; fueron detectados con valores muy superiores a los límites de detección, excediendo en muchos casos los valores de EC_{50} (obtenidos en pruebas experimentales de laboratorios) (Universidad de Hertfordshire, 2016; Universidad Nacional de Costa Rica, 2017) y cuyas vidas medias fueron en muchos casos mayores al periodo de estudio, por lo cual fueron detectados incluso insecticidas que no habrían sido mencionado por los agricultores durante las fumigaciones en las fechas de muestreo, sino anteriores a estas.

Por otro lado, el hecho que determinados insecticidas hayan sido detectados en el suelo, conduce a hacer referencia a los metabolitos de estos, formados por la descomposición de sus ingredientes activos en el ambiente, los cuales en muchos casos pueden llegar a ser más perjudiciales que el mismo ingrediente principal. Además, en muchos casos, los análisis que se hacen normalmente con respecto a los plaguicidas se restringen a buscar la molécula entera pero no se evalúa la concentración de los metabolitos secundarios. (Rizo Patrón Viale, 2003)

En este sentido, en el caso del Carbendazim, dos son sus principales metabolitos: el 2-aminobenzimidazol y el 5-hidroxi-2-aminobenzimidazol. En el caso del dimetoato, el metoato, es su principal metabolito, el cual es extremadamente

tóxico para crustáceos (EXTOXNET, 1996). En general estos metabolitos pueden estar liberando en el ambiente, sin ser detectados.

Finalmente, se demostró a través de los análisis en las muestras del suelo, la influencia de las actividades antrópicas sobre todo por el uso de agroquímicos, para el caso del presente estudio, reflejado por la presencia de insecticidas en las muestras evaluadas, de las zonas de cultivo de granadilla con respecto a la zona control. Y la posible influencia que estos pueden tener sobre los procesos del suelo y su calidad.

6.1.3 Pruebas biológicas

Por otro lado, los resultados de los bioensayos en las pruebas con suelo, en la cual se expusieron a las lombrices de tierra *Eisenia andrei*, no presentó mortalidad en las lombrices expuestas a las muestras de suelo presuntamente contaminadas tras los 14 días de evaluación. Sin embargo, las pruebas de control positivo sí dieron indicios de que a mayores concentraciones de los insecticidas habrían efectos letales sobre estos organismos, sobre todo aquellos cuyas concentraciones superaron los valores referenciales de LC₅₀ de pruebas similares (Universidad de Hertfordshire, 2016), como el caso del insecticida Metomilo, que evidenció efectos sobre la mortalidad a los 7 días (90%) y 14 días(100%). Este insecticida habría actuado sobre el sistema nervioso de los organismos expuestos, inhibiendo la acción de la enzima acetilcolinesterasa e interrumpiendo la transmisión de impulsos nerviosos. Este efecto se habría dado desde que las lombrices estuvieron en contacto directo con el suelo contaminado o se alimentaron de los nutrientes

del suelo contaminado. Principalmente, estas sustancias tóxicas habrían pasado a través de la piel alcanzando el líquido celómico y de este modo se habrían transportado a través del cuerpo, este hecho es sustentado a partir de estudios previos en las cuales se consideran estos parámetros como una ruta importante para la absorción de sustancias tóxicas (Saxe, 2001; Jager, Fleuren, Hogendoorn, & Korte, 2003; Vijver, Vink, Miermans, & Gestel, 2003). Con lo cual se concluye que la acción de este insecticida habría causado la muerte de estos organismos, sobre todo considerando la alta concentraciones a la que fueron expuestas.

Aunque las pruebas realizadas para las parcelas de monitoreo evidenciaron que no habrían efectos letales sobre los organismos del suelo bajo las condiciones actuales, en específico sobre las especies de lombrices, no se puede descartar los posibles efectos agudos no letales, crónicos a mediano y largo plazo, considerando que, durante las pruebas, se observaron también otras características en los organismos, tales como la disminución a estímulos mecánicos, cambio de coloración, bajo desarrollo y crecimiento de las lombrices expuestas a las muestras contaminadas en relación a las muestras control.

Así también, las pruebas biológicas realizadas con muestras de sedimento, en las que se emplearon como organismos de prueba a la *Hyalella* sp. presentaron valores altos de mortalidad (superior al 80%) para ambas parcelas de monitoreo (PM 1 y PM 2), lo que significa un alto índice de mortalidad para el suelo agrícola bajo las condiciones de cultivo de granadilla en la cuenca San Alberto.

Teniendo en cuenta que en las parcelas seleccionadas se habrían empleado una variedad de plaguicidas y que los análisis de laboratorio evidenciaron la presencia de 18 diferentes tipos de ingredientes activos en el suelo, de los cuales 4 representan plaguicidas de tipo insecticida, los cuales por consiguiente habrían estado presente en estas pruebas, y actuado a través de sus diferentes mecanismos de acción, los cuales se darán a conocer líneas abajo.

Cipermetrina habría actuado como modulador del canal de sodio, interfiriendo con los canales de sodio en la membrana nerviosa e interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas, lo que origina su muerte por inanición.

Clopirifos, Dimetoato y Sulfotod habrían actuado como inhibidor de la acetilcolinesterasa, responsable de la degradación de la acetilcolina (la acumulación de la misma resulta tóxica para insectos y plagas); los tres primeros bloqueando la acción de la enzima acetilcolinesterasa, y el ultimo imitando la acción de neurotransmisor acetilcolina, y con lo cual se interrumpe la transmisión de impulsos entre las células nerviosas.

Dichos insecticidas, habrían afectado de forma directa a los organismos expuestos, considerando que la ruta de ingreso de los contaminantes al organismo pudo haber sido directamente por pasaje de las sustancias tóxicas disueltas a través de las membranas, ruta principal de exposición para la mayoría de los organismos bentónicos, pero también puede ser mediante la ingestión de partículas de sedimento contaminado (National Academy of Science, 2003); por lo cual se

estima que dichas partículas contaminadas tuvieron contacto directo con los organismos de prueba, ya sea por simple contacto y/o ingestión, causando como resultado la alta mortalidad.

En función de los resultados de las pruebas biológicas en sedimento, se postula que la mortalidad de los organismos de prueba (*Hyaella* sp.) tiene relación directa con la presencia de las partículas de sedimentos contaminadas asociadas a los plaguicidas, que por sus propiedades se habrían adherido al sedimento, así como sus vidas medias superiores al periodo de estudio; lo que favoreció su permanencia en el sedimento. Así también, se evidencia diferencias no significativas en los resultados obtenidos en las parcelas de monitoreo, lo que sugiere que un potencial efecto tóxico en estos organismos se podría estar dando por igual para las parcelas muestreadas, y es indicio para considerar las mismas condiciones en las demás zonas de cultivo del área de estudio y para el resto de biota expuesta.

Por otro lado, las pruebas de control positivo en estas mismas pruebas, evidenciaron la sensibilidad de estos organismos acuáticos frente a los insecticidas, dado que el 100% de los organismos expuestos presentó mortalidad al finalizar las pruebas. En estas pruebas se habría adicionado el insecticida Metomil en altas concentraciones, el cual habría actuado como inhibidor de la acetilcolinesterasa. En contraste con ello, las pruebas de control (blancos control) demostraron que, bajo condiciones normales, sin adición de plaguicidas la mortalidad en las *Hyaellas* no supera ni el 20%, lo que significa un índice de mortalidad bajo, caracterizado por condiciones normales de mortalidad en

organismos de prueba, teniendo en cuenta que el sedimento y el agua de recambio en estas pruebas se obtuvo de una fuente de agua natural donde se reproducen las *Hyalelas sp.*, por lo cual la mortalidad no se vio afectada por factores externos, sino por condiciones naturales.

Se demuestra en tanto, que la mortalidad tiende a aumentar proporcionalmente a los niveles de concentración de los plaguicidas, así como con el tiempo de exposición. (Jovana et al., 2014). Sin embargo, considerando que no sólo el hecho de que los insecticidas que habrían excedido los valores de EC_{50} podrían haber generado los efectos negativos sobre la biota, debe tenerse en cuenta también que las interacciones toxicológicas de estos productos químicos, deduciendo que el sinergismo presenta en la mayoría de las aplicaciones por las mezclas de insecticidas, acaricidas, fungicidas, entre otros; especialmente en los bajos niveles, podría haber tenido implicaciones en el medio terrestre real (Wang et al., 2015)

Si bien el género *Hyalella*, en particular la *H. azteca* ha sido una de la especies más empleadas en las pruebas biológicas similares, dada su facilidad de cultivo, así como su rápido crecimiento y su corto ciclo de vida (Borgmann & Munawar, 1989; Canfield, Brunson, Dwyer, Ingersoll, & Kemble, 1998, (Pascoe, Carroll, & Bowker, 2004). En el caso de esta investigación, se empleó una especie de *Hyelalla* local, aunque por la poca información existente no pudo ser determinada su especie, esta cumple el papel de organismos representativo del ámbito acuático y sobre todo representa la zona de estudio, dado que se desarrolla bajo las características propias del área, lo que permite por consiguiente evaluar los

efectos de agentes externos sobre su propio hábitat natural. Demostrándose también la aplicación de los bioensayos a especies locales, y la adaptación de los protocolos y las metodologías ya estandarizadas bajo estas condiciones.

Cabe decir que en ambas pruebas biológicas se emplearon organismos juveniles, demostrando también que los organismos son más sensibles en sus primeros estadios de vida. Es por ello, que las pruebas de ecotoxicidad aguda estándar para evaluar los riesgos de los plaguicidas para los organismos no objetivo suele utilizar organismos juveniles (Warner & Jenkins, 2007).

6.1.4 Entrevistas

Por otro lado, la recolección de información base, permitió determinar que las áreas de agricultura convencional vienen extendiendo sus territorios en la zona evaluada, trayendo consigo el cambio de usos de suelo, que inicialmente se caracterizaban por ser un bosque secundario, y fueron transformados a áreas de cultivos, destruyendo el hábitat natural de muchas especies de flora y fauna, alterando el equilibrio natural del ecosistema y modificando el paisaje. Esto a su vez, condiciona el área a una mayor vulnerabilidad en caso de deslizamientos, así como una disminución de los nutrientes del suelo por escorrentía.

La investigación permitió determinar que la gama de productos químicos empleados por los agricultores asciende a 46 diferentes tipos de plaguicidas entre acaricidas, fungicidas, herbicidas, insecticidas y nematocidas. De los cuales, los insecticidas representan el 37 % del total de agroquímicos empleados. En cuanto al total de agroquímicos empleados, estos representan un total de 29 ingredientes

activos diferentes, de los cuales el 17% son clasificados como extremadamente peligrosos. De estos últimos, en específico aquellos que tienen como ingrediente activo el “Paraquat” y el “Methamidafos”, son considerados plaguicidas agrícolas de uso restringido para el Perú, tal como lo establece la autoridad competente SENASA. Cabe decir, que se pudo observar que en campo no se toman las medidas de seguridad en cuanto al uso y manejo de los agroquímicos, así también del procedimiento adecuado para el descarte de sus envases, se destaca también la falta de regulación por parte de las autoridades competentes.

También se pudo determinar que se viene realizando un inadecuado manejo de los plaguicidas, dado que no se emplean las dosis recomendadas ni se toman en cuenta las recomendaciones de uso; lo cual se considera altamente riesgoso para la salud de las personas que se encuentran expuestas. Así también, se destaca que los agricultores no emplean los equipos de protección personal durante la manipulación de estos productos en campo, aunque en su mayoría indicaron que, sí hacían uso de estos; sin embargo, se pudo constatar en campo que la realidad era contraria. Si bien hasta la fecha la mayoría de los agricultores no han presentado efectos negativos sobre su salud, no se puede descartar posibles efectos crónicos a mediano y largo plazo, teniendo en cuenta que cerca del 50% de ellos, viene desarrollando dicha actividad desde hace 6 ó 10 años atrás y considerando la frecuencia con la que se exponen a estos riesgos, superior al 80% de ellos desarrolla esta actividad de manera permanente lo cual incrementa el riesgo.

Así también se determinó un inadecuado manejo de los residuos de estos plaguicidas, que por sus componentes químicos es considerado un residuo peligroso y debe realizarse un manejo especial de estos; sin embargo a la actualidad estos residuos son descartados en las propias parcelas de cultivo o cerca de las quebradas, permaneciendo en el ambiente hasta su degradación en unas cuantas décadas en el mejor de los casos o contaminado el agua con sus componentes peligrosos; así también en algunos casos estos residuos son descartados junto a los residuos domiciliarios del centro poblado más cercado, contaminando los residuos domiciliarios en su totalidad, infringiendo la característica de peligrosidad, lo que genera una disminución de la vida útil de área de disposición final (relleno sanitario de Oxapampa, en proceso), genera una cadena de exposición más amplia, desde el agricultor, las familias, los vecinos, los trabajadores municipales encargados de las recolección de residuos y todos aquellos que intervengan en el manejo.

La falta de organización entre los agricultores, la escasa presencia de las autoridades competentes reflejada en la nula asistencia técnica, así como la poca información y conocimiento sobre los riesgos asociados a la exposición de estos productos es otra realidad dada a conocer mediante este estudio. En su mayoría los agricultores no conocen otras alternativas para el control de las plagas y enfermedades que pudieran afectar a sus cultivos, y aunque algunos han escuchado hablar de productos naturales para ello, no existen casos exitosos que pudieran servir de referencia para motivar su uso.

6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares

6.2.1 Parámetros fisicoquímicos

En la presente investigación, se obtuvo como resultado la influencia de los parámetros fisicoquímicos sobre los resultados obtenidos en los bioensayos y en la determinación de residuos de plaguicida de tipo insecticida. Principalmente se determinó la influencia de las actividades agrícolas sobre los parámetros fisicoquímicos tales como el pH y cantidad de materia orgánica, mostrando notables diferencias entre las parcelas de estudio y la parcela control; las cuales a la vez habrían tenido influencia sobre las pruebas biológicas con *Eisenia andrei* y *Hyalella* sp. Este hecho fue corroborado al ser comparado con otros estudios similares, tal es el caso de Jamioy Orozco, (2011), quien desarrollo una investigación con la finalidad de proponer indicadores de calidad edafológicos para evaluar la influencia de los sistemas productivos sobre la calidad del suelo, determinando que entre las principales propiedades físicas y químicas que podrían ser empleadas para ello se encuentran el pH, carbono orgánico, calcio intercambiable, magnesio intercambiable, acidez intercambiable, hierro, densidad aparente, saturación en agua, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, estabilidad estructural, resistencia a la penetración y textura; de los cuales los dos primeros fueron evaluados en la presente investigación demostrando su influencia sobre estos resultados.

Con respecto a la temperatura, en el presente estudio se demostró que este parámetro no varió significativamente en las pruebas, ni en las parcelas de monitoreo, además de que el área de estudio presenta un clima templado uniforme, por lo cual la temperatura no habría sido un factor determinante en los

resultados. Sin embargo, otros estudios sugieren que la temperatura si tendría influencia sobre la toxicidad de los plaguicidas sobre la lombriz de tierra *Eisenia andrei*, pero a determinadas condiciones, esto teniendo en cuenta que De Silva, Pathiratne, & van Gestel, (2009), habría determinado que la supervivencia de los organismos de prueba fue más sensible a la temperatura más alta, probablemente debido al aumento de la actividad de las lombrices.

En el caso de la presente investigación, durante el desarrollo de los bioensayos fueron monitoreados los parámetros de pH y temperatura, considerando que estos debían permanecer similares en las pruebas y sus réplicas, para así poder obtener resultados comparables. Esto hecho tiene su fundamento, en función de lo determinado por Javidmehr, Kass, Deanovic, Connon, & Werner, (2015), cuyo estudio demostró la importancia de evaluar los parámetros físicos y químicos de forma conjunta durante el desarrollo de los bioensayos, dado que estos tendrían influencia sobre la supervivencia de los organismos de prueba.

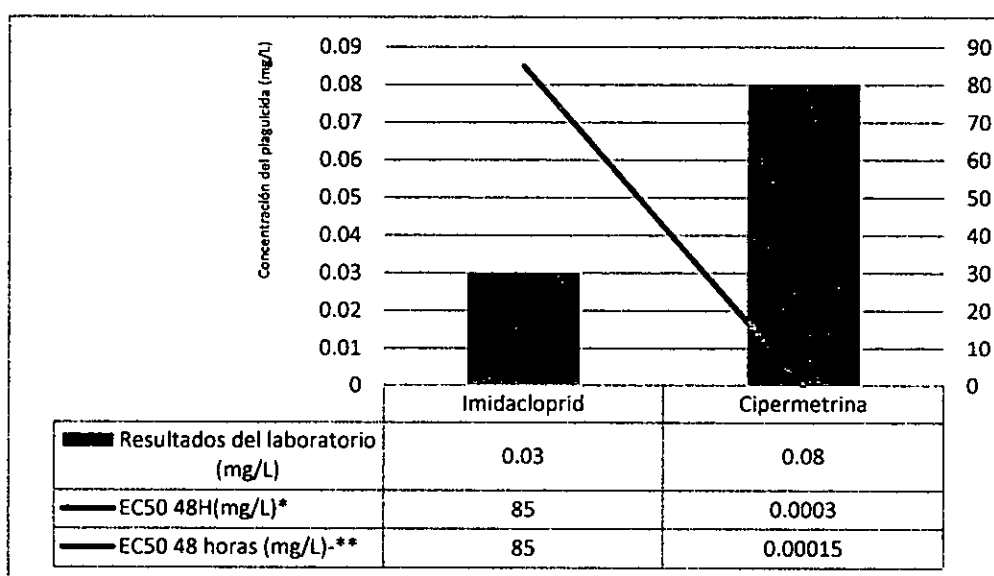
6.2.2 Insecticidas empleados y detectados

En referencia a los insecticidas detectados en los análisis, si bien las concentraciones detectadas no fueron altas, en su mayoría estos si lograron exceder los valores de EC_{50} (concentraciones efectivas), obtenidas en pruebas de laboratorio con especies de *Hyaellias azteca* (Universidad Nacional de Costa Rica, 2017) y otras especies de dafnidos (Universidad de Hertfordshire, 2016), pero no los valores de LC_{50} (concentraciones letales), obtenidas en pruebas con lombrices de tierra *Eisenia andrei* (Universidad de Hertfordshire, 2016), es decir,

las concentraciones efectivas para causar la inhibición de determinados parámetros o las concentraciones letales para causar la mortalidad del 50% de los organismos expuestos.

En la PM 1, de los dos insecticidas detectados, sólo Cipermetrina habrían excedido los valores de concentración efectiva del 50%, CE_{50} , y ninguno los valores de LC_{50} , determinados en estudios toxicológicos bases. Lo cual explicaría el porqué de los resultados obtenidos.

GRAFICO N° 6.1
RELACIÓN ENTRE LOS INSECTICIDAS DETECTADOS Y LOS VALORES DE EC_{50} EN LA PM 1

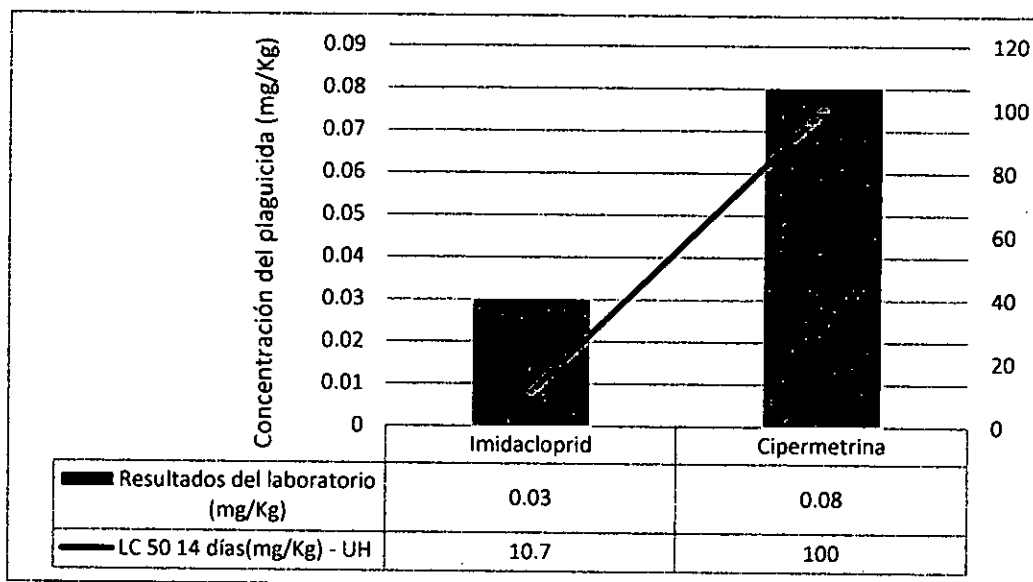


Fuente: Elaboración propia

*PPDB: Pesticide Properties DataBase – Universidad de Hertfordshire

**Manual de plaguicidas de Centroamérica –Universidad Nacional de Costa Rica

GRAFICO N° 6.2
RELACIÓN ENTRE LOS INSECTICIDAS DETECTADOS Y LOS VALORES DE
LC₅₀ EN LA PM 1



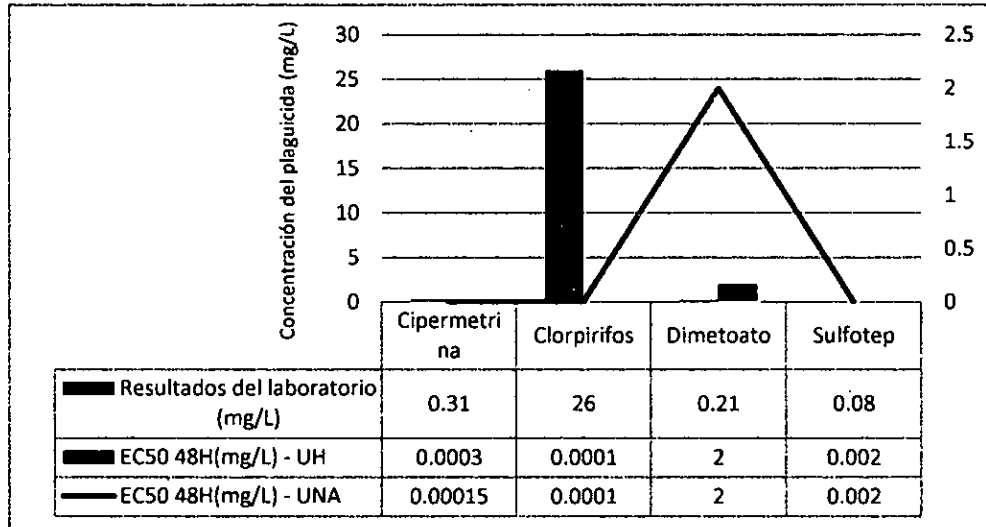
Fuente: Elaboración propia

*PPDB: Pesticide Properties DataBase – Universidad de Hertfordshire

Mientras que, en la PM2, de los 4 insecticidas detectados, tres excedieron los valores de EC50, Cipermetrin, Clorpirifos y Sulfoted; y ninguno excedió los valores de LC50, determinados en estudios toxicológicos bases.

GRAFICO N° 6.3

RELACIÓN ENTRE LOS INSECTICIDAS DETECTADOS Y LOS VALORES DE EC₅₀ EN LA PM 2



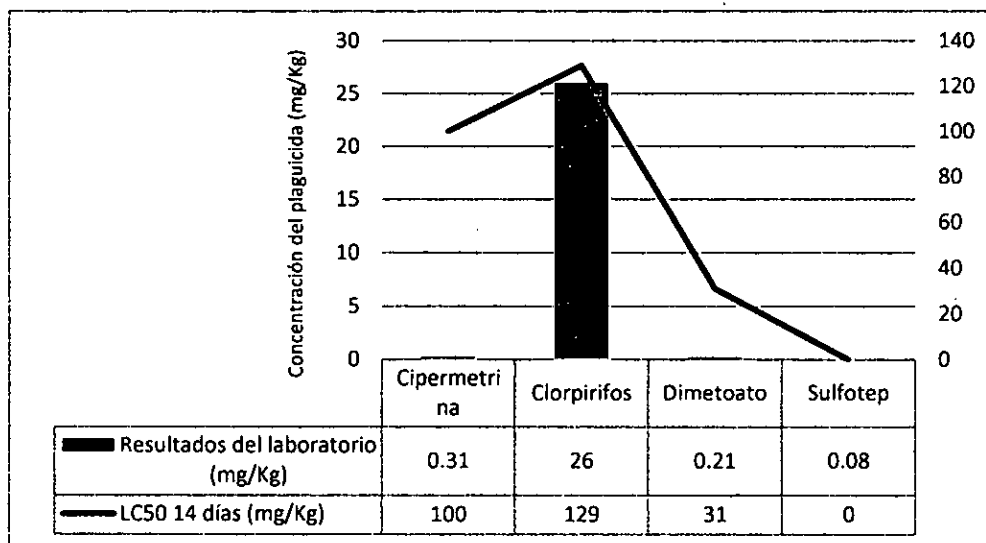
Fuente: Elaboración propia

*PPDB: Pesticide Properties DataBase – Universidad de Hertfordshire

**Manual de plaguicidas de Centroamérica –Universidad Nacional de Costa Rica

GRAFICO N° 6.4

RELACIÓN ENTRE LOS INSECTICIDAS DETECTADOS Y LOS VALORES DE LC₅₀ EN LA PM 2



Fuente: Elaboración propia

*PPDB: Pesticide Properties DataBase – Universidad de Hertfordshire

Si bien los agroquímicos detallados en los párrafos anteriores excedieron los valores de EC₅₀, muchos más fueron detectados mediante los análisis de laboratorio, sin exceder dichos valores, sin embargo, podrían también causar efectos subletales crónicos. Cabe decir, que la claridad de los estudios experimentales mediante el cual se han determinado las concentraciones letales o efectivas para el 50% de la población analizada (LC₅₀ o EC₅₀) que incluso han sido tomados por las agencias internacionales y a partir de las cuales se han establecido los niveles guía para la protección de la biota (OECD, 1981; EPA, 1984; APHA, 1989), son y están siendo cuestionadas en cuanto a su representatividad para reflejar los impactos (Cairns, 1986; E., Hendriks, Dekker, Stralen, & Admiraal., 2001). Lo que se debe principalmente a que las concentraciones determinadas por este tipo de ensayos son frecuentemente mayores a las presentes en los ambientes naturales y a que no contemplan los efectos inducidos por concentraciones menores, o ambientalmente más probables, capaces de generar estrés y alterar la eficacia biológica de las especies o la estabilidad de las poblaciones a largo plazo (Sibly & Calow, 1989; Cohen & Forward, 2005).

6.2.3 Bioensayos

Cabe decir que, en otras pruebas similares, Imidacloprid, un plaguicida de tipo insecticida, exhibió la más alta toxicidad aguda para la lombriz *Eisenia fétida* a una concentración de 2.75 mg/Kg (letal para el 50% de los organismos) frente a otros insecticidas (clorpirifos, avermectina, λ-cihalotrina, y foxim), herbicidas

(atrazina y butaclor) y un metal pesado (cadmio) (Wang et al., 2015). Resultados de estas pruebas fueron contrastados con las pruebas realizadas en este estudio, cabe decir que las diferencias de las especies tratadas podrían haber condicionado la diferencia en los resultados, dado que en esta investigación Imidacloprid no presentó una alta toxicidad a pesar de que se empleó una mayor concentración en las pruebas.

Cabe decir que la evaluación de efectos subletales crónicos o agudos, no fue parte del estudio, sin embargo, tal como lo descrito por Chakra Reddy & Venkateswara Rao, (2008), quienes determinaron los síntomas anatómicos tales como bobinado, hinchazón anormal, secreción mucosa, sangrado, fragmentación, etc. en lombrices de *Eisenia foetida* tras ser expuesta a PFF (profenofos), o Morowati, (2000) quien observó los daños intestinales (epiteliales que recubren los núcleos hinchados, la desintegración de la membrana celular, y la fusión de las células) en *Pheretima* alargado expuesto a un herbicida, glifosato; se deduce la importancia de la determinación que los efectos crónicos, tales como los cambios morfológicos o anatómicos en estos organismos son también indicadores adecuados para supervisar los efectos de los contaminantes del suelo (Chakra Reddy & Venkateswara Rao, 2008). Considerando por tanto que la metodología aplicada en el presente estudio, no fue suficiente para evaluar el impacto de los plaguicidas sobre los organismos del suelo.

Por otro lado, si bien los efectos sobre los organismos acuáticos, se evaluaron para el género *Hyalella* presente en la zona de estudio; Salcedo, (2014) identifico además de esta especie, una riqueza total de 123 taxones pertenecientes a 47

familias de macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca de San Alberto, asociada a la ubicación (101 taxa en la cuenca alta, 77 taxa en la cuenca media y 55 taxa en la cuenca baja); lo cual nos conduce a considerar los posibles efectos tóxicos que podría estar causando la presencia de plaguicidas sobre los organismos acuáticos que se desarrollan en este hábitat, considerando altamente riesgoso para su conservación y consiguiente desequilibrio natural a largo plazo.

Otros estudios similares, determinaron que plaguicidas, tales como Permetrina, un plaguicida de tipo insecticida, también empleado en las pruebas, causó efectos a largo plazo de la exposición a corto plazo sobre el comportamiento reproductivo y consecuencias para la dinámica poblacional de *H. Azteca*, tras una exposición de 1 hora a diferentes concentraciones nominales, donde se estudió el comportamiento de emparejamiento y la reproducción. (Pedersen, Palmqvist, Thorbek, Hamer, & Forbes, 2013) Por lo tanto, además de las evaluaciones de efectos agudos, tales como la mortalidad, para el caso de estudio; la evaluación de los efectos de toxicidad subletales en los organismos provee importante información. Teniendo en cuenta que, algunos contaminantes químicos en los organismos no pueden ser determinados cuantitativamente en los tejidos por su rápida metabolización (Weis & Weis, 1987). Así también, tomar en cuenta la influencia de los de los parámetros de fisicoquímicos sobre los mismos organismos de prueba, tal como, Javidmehr, Kass, Deanovic, Connon, & Werner, (2015), quienes evaluaron la influencia de los parámetros de calidad de agua (conductividad eléctrica, pH, amoníaco no ionizado, oxígeno disuelto y temperatura) sobre la supervivencia de *Hyalella azteca* tras un periodo de exposición de 10 días, demostrando la

importancia de evaluar estos parámetros de forma conjunta en las pruebas de toxicidad y no de manera aislada. Por tanto, los ensayos de toxicidad crónica no se limitan a la evaluación de los efectos subletales, tales como la reproducción, sino la aplicación de una gama de biomarcadores que den resultados concretos de los efectos de exposición a estos plaguicidas, que para el caso del presente estudio se hace referencia a la exposición a insecticidas.

6.2.4 Entrevistas

Por otro lado, el factor humano, fue también considerado dentro de la investigación, obteniendo resultados preocupantes para la salud y el medio ambiente. En primer lugar, el crecimiento de las actividades agrícolas y las inadecuadas actividades en el manejo de los agroquímicos demostrado en la investigación, ha sido también reflejado en otros estudios similares. Tal es el caso de, De Lima Amaral, (2001) quien demostró que la intensificación de la agricultura habría llevado el mayor uso de agroquímicos en las microcuencas Cumaru y Caripi en la amazonia brasileña. Donde cerca del 83% de los agricultores usan algún tipo de agroquímico (termino que incluye a los plaguicidas de tipo insecticida), y aproximadamente el 55% usan los agroquímicos clasificados como extremadamente tóxicos, es decir de mayor riesgo. En relación a la intensidad de uso de los agroquímicos se detectó que cerca del 75% de los productores realizaban 4 aplicaciones al mes, el 29% de los casos realizaban 8 aplicaciones al mes, aunque las recomendaciones técnicas sugieren aplicaciones espaciadas con al menos dos semanas. Lo que evidencia, una intensidad de uso superior a lo recomendado. Además, de que cerca del 5% de

agricultores usaban agroquímicos no recomendados para los problemas que tratan de solucionar. Así también, Trama, (2014) determinó en un estudio realizado en arrozales en Piura, que existía una falta de conocimiento en cuanto al uso correcto, la función y las dosis recomendadas de los agroquímicos empleados en los cultivos, denotando la falta de conocimiento y por ende el riesgo de aplicar los productos en una forma inadecuada con el resultado de que no funcione para el objetivo propuesto o que tenga efectos negativos sobre el cultivo o la fauna que lo habita.

Así también, mediante la presente investigación se constató que los agricultores en su mayoría no hacían uso de equipos de protección personal, lo que se considera altamente riesgoso para su salud. En este sentido, Trama, (2014) evidenció también que la mayoría de agricultores utilizan la ropa de todos los días durante sus trabajos en campo, e incluso durante las actividades de fumigación, en la se emplean los agroquímicos; asimismo De Lima Amaral, (2001) obtuvo que es común entre los agricultores la falta de uso de equipos de seguridad y no seguir las recomendaciones técnicas de manipulación de los productos, además, de que la mayoría de ellos guarda los agroquímicos dentro de la casa, reutilizan los envases y medios de embalaje para almacenar alimentos, o los abandonan en cualquier lugar, otros lo utilizan para transportar agua de consumo casero; hechos que agravan aún más la situación, según lo mencionado por la autora.

En cuanto al manejo de los residuos de plaguicidas, la investigación reflejó un inadecuado manejo de estos. En este sentido, Trama, (2014) determino en su investigación que ninguno de los agricultores realiza el triple lavado, más aún la

mayoría de los agricultores deja los envases de plaguicidas en las parcelas cercanas; esto coincide también con lo encontrado en otros estudios realizados en arroceras en Costa Rica (Rizo Patrón Viale, 2003).

Por otro lado, la necesidad de capacitaciones y asistencia técnica fue recogida en la investigación de Trama, (2014), asimismo De Lima Amaral, (2001) destacó también la necesidad de intervención de las instituciones locales en busca de alternativas concretas de desarrollo local basados en programas de educación, asistencia técnica y capacitación de los productores de esta zona. Lo cual también fue determinado en la presente investigación.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

- a. Según los resultados obtenidos del trabajo de investigación, se concluye que los insecticidas empleados en el cultivo de granadilla contaminan los suelos de la microcuenca San Alberto, lo que valida la hipótesis planteada.
- b. Los resultados del presente estudio muestran que, en el año 2016, algunos de los insecticidas empleados por los agricultores en las parcelas de cultivo de granadilla en el sector San Alberto, estarían llegando al suelo, en algunos casos en concentraciones superiores a las concentraciones efectivas para causar la mortalidad del 50% de los organismos expuestos (EC_{50}), por consiguiente, contaminado el recurso suelo, pese a que ninguna de ellas haya superado las concentraciones letales (LC_{50}).
- c. El cultivo de granadilla en el Sector San Alberto, estarían influyendo sobre los parámetros fisicoquímicos del suelo, específicamente sobre el parámetro pH y materia orgánica; y por lo tanto afectando negativamente en su calidad, lo cual habría favorecido la persistencia de determinados insecticidas en el suelo, siendo detectados 4 ingredientes activos de plaguicidas de tipo insecticidas en la parcela de monitoreo 2 (PM 2), mientras que en la parcela de monitoreo 1 (PM 1) se detectaron 2 ingredientes activos de plaguicidas de tipo insecticidas.
- d. Las pruebas de toxicidad aguda demostraron que el suelo no tuvo influencia directa para causar la mortalidad en las lombrices de tierra *Eisenia andrei*, la cual evidenció nula mortalidad de estos organismos en las tres parcelas

monitoreadas, teniendo en cuenta que las concentraciones de los insecticidas en el suelo no excedieron los valores de LC_{50} . Sin embargo, se observó efectos no letales en los organismos de la PM 1 y PM 2 en relación a la PC, tales como la disminución a estímulos mecánicos, cambio de coloración, bajo desarrollo y crecimiento de las lombrices.

- e. Los sedimentos de las zonas de estudio (PM1 y PM2) presentaron altos niveles de contaminación, teniendo en cuenta que las concentraciones de los insecticidas detectados excedieron en el 99% de los casos los valores de EC_{50} , evidenciado por la alta mortalidad de los especímenes del género *Hyaella* expuestas en las pruebas de toxicidad aguda en las parcelas de monitoreo, en las cuales se obtuvo un valor medio de 91.22% en la PM 1 y 97.78% en la PM 2 con respecto a la PC, que presentó una mortalidad de 14.17%, considerándose que este último no se vio influenciado por agentes externos.
- f. Los lechos de agua, así como las fuentes de aguas superficiales se ven negativamente influenciadas por la presencia de residuos de insecticidas, algunas de las cuales por sus características de solubilidad tienden a disolverse en agua y a través del lavado por la lluvia y escorrentía puedan llegar a las fuentes de agua natural, pudiendo causar efectos sobre los organismos acuáticos; mientras que aquellos insecticidas con características de alta adhesión a partículas de suelo o bioacumulación en tejidos grasos, permanecerían en los lechos, sedimentos o se incorporarían en el organismo de especies expuestas a ellas, el cual podría causar efectos a corto, mediano o largo plazo.

g. Tomando en cuenta los riesgos al que exponen su salud y los posibles impactos sobre el medio ambiente, se estima que la mayoría de los agricultores estarían desarrollando prácticas agrícolas no adecuadas; tales como el uso inadecuado de los productos agroquímicos, tanto en la dosis empleada como en la frecuencia de uso; la falta de implementos de protección personal durante las fumigaciones o el reingreso al área fumigada; el inadecuado manejo de los residuos agroquímicos, así como los efectos negativos causados a los organismos no objetivos.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

- a. Realizar estudios más intensivos sobre los efectos de los plaguicidas sobre los organismos no objetivos, a través de la evaluación de los efectos subletales crónicos, a fin de complementar los estudios de toxicidad aguda.
- b. Evaluar la presencia de plaguicidas en las fuentes de agua superficial y subterránea, a fin de establecer el área de influencia de los agroquímicos en la zona de estudio.
- c. Se recomienda evaluar y monitorear, los parámetros fisicoquímicos, como indicadores de calidad del suelo e identificar los posibles cambios de estos en el tiempo, relacionados al uso y manejo agrícola, mostrando la dinámica de los procesos que ocurren en este recurso.
- d. Realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos toxicológicos asociados al uso inadecuado de los agroquímicos, tales como: los daños de fitotoxicidad a la planta, las posibles causas de alteraciones fisiológicas, así como la probable comercialización de frutos tóxicos.
- e. Implementar y ejecutar un programa de capacitación constante a los agricultores en el manejo adecuado de los agroquímicos, en coordinación con las instituciones públicas y privadas competentes en el sector.
- f. Promover el uso de productos naturales para el control de plagas y enfermedades, a fin de disminuir los impactos que los productos químicos

tienen sobre la salud y el ambiente, involucrando autoridades locales públicas y/o privadas, así como la participación activa de los agricultores.

- g. Establecer mecanismos que permitan canalizar nuevos mercados, para la comercialización de los productos orgánicos, de tal manera que contribuya a la reducción del uso de los agroquímicos, mejorando los ingresos económicos y el nivel de vida de los agricultores.
- h. Promover actividades de educación ambiental en coordinación con las municipalidades, SERNANP, SENASA, SERFOR, entre otros, en el ámbito de la zona de estudio, dirigida a instituciones educativas, poblaciones cercanas a las zonas de actividad agrícola, agricultores, asociaciones, a fin de concientizar sobre los efectos negativos del uso de los productos químicos sobre el medio ambiente y los posibles impactos sobre la salud.

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Toxicity Test Methods for Aquatic Organisms** en *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 1989
- BAT, Levent., & AKBULUT, Mehmet. **Studies on sediment toxicity bioassays using *Chironomus thummi* K**, en *Turkish Journal of Zoology*. Vol. 25 (2): 87 a 94. 2001
- BERROSPI , Luis. **Tipos de degradación de suelos existentes en Oxapampa y su relación con la producción pecuaria**. Tesis de titulación. Oxapampa. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. 2003
- BISSET, Juan. **Uso correcto de insecticidas: control de la resistencia** en *Cubana de Medicina Tropical*. Vol. 54(3): 202 a 219. 2002
- BORGMANN, U., & MUNAWAR, M. **A new standardized sediment bioassay protocol using the amphipod *Hyaella azteca* (Saussure)** en *Hydrobiologia*, Vol.188-189(1):425-431. 1989
- CAIRNS, J. **The Myth of the Most Sensitive Species** en *BioScience*. Vol.36(10): 670-672. Noviembre 1986.
- CANFIELD, T. J., BRUNSON, E. L., DWYER, F. J., INGERSOLL, C. G., & KEMBLE, N. E. **Assessing sediments from Upper Mississippi River navigational pools using a benthic invertebrate community evaluation and**

the sediment quality triad approach en *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. Vol. 35(2): 202–212. Agosto 1998

CASTILLO, Gabriela. **Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas**. Editorial IMTA Mexico. 2015

CASTILLO, Luisa., RUEPERT, Clemens, & SOLIS, Efrain. **Pesticide residues in the aquatic environment of banana plantation areas in the north atlantic zone of Costa Rica** en *Society of Environmental Toxicology and chemistry*. Vol. 19(6): 1942 a 1950. Agosto 2000.

CEPEDA DÍAZ, Jairo Fernando. **Efectos sobre la salud de los contaminantes químicos ambientales**. Disponible en <http://www.uninorte.edu.co/extensiones/IDS/Ponencias/saludyambiente/Contamiancion%2oquimica.pdf>. Consultado el 17 de enero del 2017.

CHAKRA REDDY, N., & VENKATESWARA RAO, J. **Biological response of earthworm, Eisenia foetida (Savigny) to an organophosphorous pesticide, profenofos** en *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol. 71(2): 574–582. Octubre 2008

COHEN, J. H., & FORWARD, R. B. **Photobehavior as an inducible defense in the marine copepod Calanopia americana** en *Limnology and Oceanography*, Vol. 50(4): 1269–1277. 2005

DAAM, M. A., LEITO, S., CEREJEIRA, M. J., & PAULO SOUSA, J. **Comparing the sensitivity of soil invertebrates to pesticides with that of Eisenia fetida** en *Chemosphere*. Vol. 85(6), 1040–1047. Octubre 2011

- DE LIMA AMARAL, Catarina. **Agricultura y Riesgo Ambiental en las microcuencas del Cumaru y Caripi en la Amazonia Brasileña: Efectos del uso de los agroquímicos.** Tesis de maestría. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). 2001
- DE SILVA, Mangala, PATHIRATNE, Asoka, & VAN GESTEL, Cornelis. (2009). **Influence of temperature and soil type on the toxicity of three pesticides to *Eisenia andrei*** en *Chemosphere*. Vol. 76(10): 1410–1415. Setiembre 2009
- SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL. **Seminario de agroquímicos.** Vol.2. 1988
- DORRONSORO FERNÁNDEZ, Carlos. **Edafología y química agrícola.** Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/conta/tema10/import.htm>. Consultado el 15 de enero del 2017
- DUTKA, B. J. **Water and sediment ecotoxicity studies in Temuco and Rapel River Basin, Chile** en *Environmental Toxicology and Water Quality*. Vol. 11(3): 237–247. 1996
- ENRÍQUEZ, P. **Evaluación del riesgo ambiental a la liberación de plaguicidas.** Laboratorio de Ecotoxicología. Servicio Agrícola y Ganadero. Centro de tesis, documentos y publicaciones. Santiago –Chile. 2001
- ENVIRONMENT CANADA (EC). **Biological Test Method : Test for Survival and Growth in Sediment Using the Freshwater Amphipod *Hyaella azteca*** en *Environmental Technology Center*. Diciembre 1997. Modificado en Abril del 2013.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Estimating concern levels for concentrations of chemical substances in the environment** en *Environmental Effects Branch.* 1984.

EXTOXNET. **Pesticide Information profiles.** Disponible en <http://extoxnet.orst.edu/pips/ghindex.html>. Consultado el 10 de enero del 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra** en *Institut National de Recherche Agronomique.* Vol. 65. 2002

FERNÍCOLAL, N. A. **Toxicología Organoclorados** en *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana.* Vol. 98(1): 10–19. 1985

GOBIERNO REGIONAL DE PASCO, GERENCIA SUB REGIONAL OXAPAMPA. **Recuperación de las tierras de protección y riberas de río degradados en la microcuenca de San Alberto en el distrito y provincia de Oxapampa – Pasco. 2010**

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M. AND ELLERT, B. H. **Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils.** *Canadian en Canadian. Journal of Soil Science.* Vol. 74(4): 367 a 385. 1994

HENDRIKS, E., DEKKER, A., VAN STRALEN, N., & ADMIRAAL., W. (2001). **A review of the effects of multiple stressors on aquatic organisms and analysis of uncertainty factor for use in risk assessment** en *Critical review in toxicology.* Vol. 31(3): 247 a 284. Mayo 2001.

- J.; MURCIA, R.; MANTILLA, W.; TOVAR FRUTOS, P. J.; SOLANO MARÍN, A. M.; MARIMÓN SANTOS, J.; AGUDO, J. I. y HERNÁNDEZ PÉREZ, C. **Desertificación: monitorización mediante indicadores de degradación química**. Editorial: Comunidad Autónoma: Dirección del medio natural. 2005
- MINGORANCE ÁLVAREZ, D. **El suelo , regulador fisicoquímico de elementos traza para las plantas en CSIC**. Vol. 17: 129–142. 2010
- MONTES, Carolina y GARCÍA, María del Pilar. **Plaguicidas catalogados como contaminantes orgánicos persistentes (COP) y su reglamentación jurídica en Lecturas sobre derecho del medio ambiente**. Colombia. Tomo IV. 2005
- MOROWATI, M. **Histochemical and histopathological study of the intestine of the earthworm (Pheretima elongata) exposed to a field dose of the herbicide glyphosate** en *Environmentalist*. Vol. 20(2): 105–111. Junio 2000
- MURRAY, R., OROZCO, M., HERNANDEZ, A., LEMUS, C., & NAJERA, O. **El sistema agroforestal modifica el contenido de materia orgánica y las propiedades físicas del suelo** en *Red de revistas científicas de America Latina, El caribe, España y Portugal*. Vol. 18(1): 23–31. Enero 2014
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. **Bioavailability of contaminants in soils and sediments: processes, tolos, and applications** en *Committee on bioavailability of contaminants in soils and sediments*. 2003
- OECD. **Test Guideline 452. Chronic Toxicity Studies**. en *OECD Guideline for the Testing of Chemicals*. 2009

JAGER, T., FLEUREN, R. ., HOGENDOORN, E. A., & KORTE, G. D. **Elucidating the routes of exposure for organic chemicals in the earthworm, Eisenia andrei (Oligochaeta)** en *Environmental Science and Technology*. Vol. 37(15): 3399 a 3404. Julio 2003

JAMIOY OROZCO, Diego. **Propuestas de indicadores de calidad edafológicos para algunas propiedades físicas y químicas en suelos oxisoles del piedemonte llanero Colombiano**. Tesis de maestría. Palmira. Universidad Nacional de Colombia. 2011

JAVIDMEHR, A., KASS, P. H., DEANOVIC, L. A., CONNON, R. E., & WERNER, I. **10-Day survival of Hyalella azteca as a function of water quality parameters** en *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol. 115: 250–256. Mayo 2015

JOVANA, M., TANJA, M., & MIRJANA, S. **Effects of three pesticides on the earthworm Eisenia fetida (Savigny 1826) under laboratory conditions: Assessment of mortality, biomass and growth inhibition** en *European Journal of Soil Biology*. Vol. 62: 127–131. Mayo 2014

LALLANA, M. DEL C., BILLARD, C. E., ELIZALDE, J. H., & LALLANA, V. H. **Bioensayo de germinación de Lactuca sativa (L.): Determinación de calidad de agua en represas para riego** en *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*. Vol. 40(1), 29–38. 2008

MARTÍNEZ SÁNCHEZ, M. J.; PÉREZ SIRVENT, C.; TUDELA, M. L.; MOLINA RUIZ, J.; LINATES MORENO, P.; NAVARRO HERVÁS, C.; VIDAL OTÓN,

- PASCOE, D., CARROLL, K., & BOWKER, D. W. **Does social isolation during early development affect the reproductive behaviour of the amphipod *Hyaella azteca***. Vol.159(1). Febrero 2004.
- PEDERSEN, S., PALMQVIST, A., THORBEEK, P., HAMER, M., & FORBES, V. **Pairing behavior and reproduction in *Hyaella azteca* as sensitive endpoints for detecting long-term consequences of pesticide pulses** en *Aquatic Toxicology*. Vol. 144–145:59–65. Noviembre 2013
- PORTA, J.; LÓPEZ ACEVEDO, M. Y ROQUERO, C. **Degradación de suelos y calidad ambiental** en *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. 1994
- QUIROGA, A. Y FUNARO, D. **Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en molisoles, de las regiones semiárida y subhúmeda pampeana** en *XIX Congreso Argentino de La Ciencia Del Suelo*. 476. 2004
- RICO, A., SABATER, C., & CASTILLO, M.-ÁNGELES. **Ecotoxicology and Environmental Safety Lethal and sub-lethal effects of five pesticides used in rice farming on the earthworm *Eisenia fetida*** en *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol. 127: 222–229. 2016
- RIZO PATRÓN VIALE, F. L. S. **Estudio de los arrozales del proyecto Tamarindo: Agroquímicos y macroinvertebrados bentónicos en relación al Parque Nacional Palo Verde Guanacaste, Costa Rica**. Tesis de maestría. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica. 2003

SALCEDO, S. **Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto - Oxapampa, mediante la aplicación del Índice Biótico Andino (IBA) sobre las comunidades de macroinvertebrados.** Tesis de titulación. Oxapampa, Pasco. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. 2014

SAXE, J. K. **A novel model describing heavy metal concentrations in the earthworm, Eisenia andrei** en *Environmental Science and Technology*. Vol. 35(22): 4522 a 4529. Setiembre 2001

SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (SERNANP). **Plan Maestro Del Parque Nacional Yanachaga Chemillén 2015-2019.** 2015.

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA. **Departamento de control y registro de agroquímicos.** Disponible en <http://www.senasa.gob.pe/senasa/registro-y-control-de-plaguicidas-agricolas>. Consultado el 25 de enero del 2017.

SIBLY, R. M., & CALOW, P. (1989). **A life cycle theory of responses to stress** en *Biological Journal, The Linnean Society*. Vol. 37: 101–116. Mayo 1989

SIERRA EXPORTADORA. **Perfil comercial de la granadilla.** Disponible en <https://es.scribd.com/document/246431328/Perfil-Comercial-Granadilla>. Consultado el 25 de enero del 2017.

SILVA, Sandra & CORREA, Francisco. **Análisis de la contaminación del suelo: Revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica** en *Semestre económico*. Vol. 12 (23): 13 – 34. 2009.

SILVA, J., FUENTEALBA, C., BAY-SCHMITH, E., & LARRAIN, A.

- Estandarizacion del bioensayo de toxicidad aguda con *Diplodon Chilensis* usando un toxico de referencia en *Gayana, Scielo*. Vol. 71(2): 135–141. 2007**
- SOROUR, J., & LARINK, O. Toxic effects of benomyl on the ultrastructure during spermatogenesis of the earthworm *Eisenia fetida* en *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol. 50(3), 180–8. 2001**
- TECUAPETLA VARGAS, M. G. Ecotoxicidad producida por agroquimicos empleados en el cultivo de *Gerbera jamesonii* en invernadero, en Villa Guerrero, Mexico. Tesis de maestría. Toluca, Estado de Mexico. Universidad Autónoma del estado de México. 2014**
- TRAMA, F. A. (2014). Efecto de los plaguicidas utilizados en los cultivos de arroz, sobre las comunidades de macroinvertebrados y la calidad de las aguas en la cuenca baja del río Piura, Perú. Lima, Perú. Tesis de doctorado. Uniersidad Nacional Agraria La Molina. 2014**
- UGARTE AQUINO, C. E. (2011). Efectos del 3 TAC y niveles de *Trichoderma Harzianun* en el control de *Botrytis cinérea pers*, en plantaciones del cultivo de granadilla *Passiflora ligularis Juss* en los distritos de Huancabamba y Oxapampa. Tesis de titulación. Oxapampa, Pasco. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. 2011**
- UNIVERSIDAD DE ALCALÁ. *Bioquímica ambiental*. Disponible en http://www3.uah.es/bioquimica/Tejedor/bioquimica_ambiental/inicio.htm. Consultada el 25 de enero del 2017**
- UNIVERSIDAD DE HERTFORDSHIRE. PPDB, Base de datos de los plaguicidas.**

Disponible en <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/>, Consultada el 15 de enero del 2017.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA , Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. **Manual de plaguicidas de Centro América**. Disponible en <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/>. Consultada el 17 de enero del 2017.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. **Temperatura Del Suelo**. 2014

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) -NRCS. **Soil Quality Concepts**. 2011

VALERIO, M. E., GARCÍA, J. F., & PEINADO, F. M. **Determination of phytotoxicity of soluble elements in soils, based on a bioassay with lettuce (*Lactuca sativa* L.)** en *Science of the Total Environment*. Vol. 378(1–2), 63–66. Mayo 2007

VIJVER, M. G., VINK, J. P. M., MIERMANS, C. J. H., & GESTEL, C. A. M. V. **Ternary toxicological interactions of insecticides, herbicides, and a heavy metal on the earthworm *Eisenia fetida*** en *Soil*. Vol. 35(1). 2003.

WANG, Y., CHEN, C., QIAN, Y., ZHAO, X., & WANG, Q. **Ternary toxicological interactions of insecticides, herbicides, and a heavy metal on the earthworm *Eisenia fetida*** en *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 284: 233–240. Marzo 2015

WANG, Y., WU, S., CHEN, L., WU, C., YU, R., WANG, Q., & ZHAO, X. **Toxicity assessment of 45 pesticides to the epigeic earthworm *Eisenia fetida*** en

Chemosphere. Vol. 88(4): 484–491. Julio 2012

WARNER, K., & JENKINS, J. **Effects of 17 α -ethinylestradiol and bisphenol a on vertebral development in the fathead minnow (*Pimephales Promelas*)** en *Environmental Toxicology and Chemistry*. Vol. 26 (4): 732 a 737. Abril 2007

WEIS, J., & WEIS, P. **Pollutants as developmental toxicants in aquatic organisms** en *Environmnetal Health Perpectives*. Vol. 71: 77 a 85. Abril 1987

ZAGAL, E., & SADZAWKA, A. **Protocolo de métodos de análisis para suelos y lodos**. 2007

ANEXOS

ANEXO N° 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| Problemas | Objetivos | Hipótesis | Variables | Indicadores | Método | Técnicas Recolección |
|--|--|--|--|--|---|--|
| <p>Problema Principal:</p> <p>Falta de información cualitativa y cuantitativa sobre la contaminación del suelo producida por la acción de los insecticidas empleados en el cultivo de granadilla en la microcuenca San Alberto.</p> | <p>Objetivo General Evaluar la contaminación del suelo producida por el uso de insecticida, empleados en el cultivo de granadilla, en la microcuenca San Alberto-Oxapampa.</p> <p>Objetivo específico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la presencia de residuos de insecticidas en el suelo agrícola en la microcuenca San Alberto – Oxapampa. • Determinar los niveles de toxicidad en el suelo agrícola y sedimento producida por acción de los insecticidas empleados en el cultivo de granadilla en la microcuenca San Alberto – Oxapampa; aplicando los bioensayos con la lombriz de tierra Eisenia sp. y el anfipodo de agua dulce Hyalella sp. respectivamente. | <p>Hipótesis Los insecticidas empleados en el cultivo de granadilla contaminan los suelos en la microcuenca San Alberto- Oxapampa.</p> | <p>Variable Dependiente (Y): Contaminación del suelo.</p> <p>Variable Independiente (X): Insecticidas empleados en el cultivo de granadilla</p> <p style="text-align: center;">X → Y</p> | <p>Indicador de Y:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de mortalidad de las lombrices de tierra Eisenia sp, evaluación de mortalidad del anfipodo Hyalella sp. • Parámetros fisicoquímicos: Conductividad (µS/cm), pH, ρ (gr/cm³), textura, materia orgánica, residuos agroquímicos (mg/Kg) en suelo. <p>Indicador de X:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características: variedad, nivel de toxicidad, grado de persistencia, dosis de aplicación y frecuencia de uso. | <p>Universo: Total de suelos contaminados en el área de estudio.</p> <p>Muestra: Muestras representativas de suelo y sedimento.</p> <p>Tipo de investigación: Explicativa</p> <p>Diseño de la investigación: Experimental</p> | <p>Las técnicas de recolección de datos serán a través de equipos de monitoreo en campo: medidor multiparámetro; y análisis de laboratorio. Adicionalmente se aplicará observación directa, encuestas, entrevistas, análisis de información primaria y secundaria.</p> <p>La información será procesada mediante análisis de varianza y software SPSS.</p> |

ANEXO N° 2

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

| DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO | | N° |
|--|---------------|----|
| 1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | | |
| Ubicación del mapa: | | |
| Ubicación geográfica: | Provincia: | |
| | Departamento: | |
| Localización del sitio: | | |
| Propietarios: | | |
| 2. INFORMACIÓN DE LA ZONA | | |
| Temperatura media anual: | | |
| Precipitación media anual: | | |
| Poblaciones cercanas: | | |
| Otros: | | |
| 3. MANEJO ACTUAL DEL SUELO | | |
| Sistema de cultivos | | |
| Tipo de cultivos | | |
| Uso de agroquímicos | | |
| Manejo de residuos | | |
| Tipo de riego | | |
| Otros | | |
| 4. HISTORIA DEL MANEJO EN EL PASADO | | |
| Sistema de cultivo | | |
| Tipo de cultivos | | |
| Uso de agroquímicos | | |
| Manejo de residuos | | |
| Tipo de riego | | |
| Otros | | |
| 5. SITUACIÓN DEL RECURSO AGUA | | |
| Cuenca principal | | |
| Fuente de agua: | | |
| Manejo de residuos sólidos y aguas residuales: | | |
| Otros: | | |
| Eventos inusuales | | |

ANEXO N° 3

FICHA DE DATOS PARA EL MONITOREO DE PARAMETROS FISOQUIMICOS DEL SUELO

| |
|---------------------------------------|
| N° |
| PARÁMETROS DE CALIDAD DE SUELO |

Ubicación:
 Responsable del monitoreo:
 Apoyos de campo:

Coordenadas:
 Fecha:
 Hora:

1. Determinación de la infiltración del suelo (para 1 pulg de agua)

| Punto de muestreo | 1era pulg de agua | 1er Infiltración(in/hr) | 2da pulg de agua | 2da infiltración(in/hr) |
|-------------------|-------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| | w= tiempo (min) | | w= tiempo (min) | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Conversión de tiempo de aplicación a pulgadas por hora : in/hr = (1/W)*60

2. Determinación de densidad aparente

| Punto de muestreo | h: Altura del anillo sobre el suelo (cm) | E: Peso del suelo, con la humedad, y bolsa (gr) | F: Peso de la bolsa (gr) | Sub muestra para determinar contenido en agua | | | | M: Contenido de agua del suelo (g/g) | Densidad aparente del suelo |
|-------------------|--|--|-----------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|
| | | | | G: Peso del vaso (gr) | I: Peso del vaso + suelo (gr) | K: Peso seco del suelo + vaso | L: Peso seco del suelo | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Peso seco de la submuestra: K - G Contenido de agua del suelo: (I-K)/L
 Densidad aparente del suelo: ((E-F)/(I+M)) / ((12.7-h)*42.52) ; h=8.08cm (2 pulg), volumen del suelo = 324 cm³

3. Determinación de humedad

| Punto de muestreo | Peso inicial +sobre (g) | Peso final + sobre (g) | Peso de alicuota (g) | Humedad (g) $((Pi-Pf)/(Pa-(Pi-Pf)))*100$ |
|-------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

3. Determinación de C.E., Ph, Temperatura

| Punto de muestreo | Temperatura | ph | C.E. |
|-------------------|-------------|----|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

ANEXO N° 4

LISTADO DE PLAGUICIDAS ANALIZADOS POR EL LABORATORIO

a) Cromatografía gaseosa GC MS/MS

| Nº | Plaguicida | Limite de detección |
|----|------------------------|---------------------|
| 1 | 2- Fenilfenol | 0.01 |
| 2 | Acefato | 0.02 |
| 3 | Aclonifen | 0.02 |
| 4 | Acrinatrina | 0.01 |
| 5 | Alacloro | 0.01 |
| 6 | Aldrin | 0.01 |
| 7 | Ajetrina | 0.01 |
| 8 | Amanotriazol (Amitrol) | 0.01 |
| 9 | Atrazina | 0.01 |
| 10 | Azaconazol | 0.01 |
| 11 | Azinfos-etil | 0.01 |
| 12 | Azinfos-metil | 0.01 |
| 13 | Azoxiestrobeno | 0.01 |
| 14 | Azulfre (S8) | 0.1 |
| 15 | Benalaxil | 0.01 |
| 16 | Benfuracarb | 0.01 |
| 17 | Bentazona | 0.01 |
| 18 | Bifenil | 0.01 |
| 19 | Bifentrin | 0.01 |
| 20 | Bioaletrina | -0.01- |
| 21 | Bitertanol | 0.01 |
| 22 | Bromacilo | 0.01 |
| 23 | Bromofos etil | 0.01 |
| 24 | Bromofos metil | 0.01 |
| 25 | Bromofos pilato | 0.01 |
| 26 | Bromoxinil | 0.01 |
| 27 | Bupirinato | 0.01 |
| 28 | Buprofezin | 0.01 |
| 29 | Butóxido de piperonilo | 0.01 |
| 30 | Cadusafos | 0.01 |
| 31 | Captan | 0.01 |

| Nº | Plaguicida | Limite de detección |
|----|--------------------|---------------------|
| 32 | Carbaril | 0.01 |
| 33 | Carbofenotion | 0.01 |
| 34 | Carbofurano | 0.01 |
| 35 | Carbosulfan | 0.01 |
| 36 | Carfentrazone etil | 0.01 |
| 37 | Cianazina | 0.01 |
| 38 | Ciflutrin | 0.01 |
| 39 | Ciflutrin - beta | 0.01 |
| 40 | Cihalotrin Gamma | 0.01 |
| 41 | Cihalotrin lambda | 0.01 |
| 42 | Cipermetrin | 0.01 |
| 43 | Ciproconazol | 0.01 |
| 44 | Ciprodinil | 0.01 |
| 45 | Cironazina | 0.01 |
| 46 | Clofentezin | 0.01 |
| 47 | Clomazone | 0.01 |
| 48 | Clordano, alfa | 0.01 |
| 49 | Clordano, gama | 0.01 |
| 50 | Clorfenapir | 0.01 |
| 51 | Clorfenson | -0.01 |
| 52 | Clorfenvinfos | 0.01 |
| 53 | Cloridazona | 0.01 |
| 54 | Clorobnzilato | 0.01 |
| 55 | Clorocresol | 0.01 |
| 56 | Cloronaftalenos | 0.01 |
| 57 | Clorpirifos | 0.01 |
| 58 | Clorpirifos metil | 0.01 |
| 59 | Clorprofam | 0.01 |
| 60 | Clortal.Dmethil | 0.01 |
| 61 | Clortalonil | 0.01 |
| 62 | Clortion | 0.01 |

| Nº | Plaguicida | Limite de detección |
|----|---------------------|---------------------|
| 63 | Clortoluron | 0.01 |
| 64 | Clozolinato | 0.01 |
| 65 | Criseno | 0.01 |
| 66 | Dalopón | 0.01 |
| 67 | DDD-op | 0.01 |
| 68 | DDD-PP | 0.01 |
| 69 | DDE-op | 0.01 |
| 70 | DDE-pp | 0.01 |
| 71 | DDT-op | 0.01 |
| 72 | DDT-pp | 0.01 |
| 73 | Decabromdifenilete | 0.01 |
| 74 | Deltametrin | 0.01 |
| 75 | Demetón (O+S) | 0.01 |
| 76 | Desetilatrazina | 0.01 |
| 77 | Desetilterbutilazin | 0.01 |
| 78 | Desisopropilatrazin | 0.01 |
| 79 | Desmedifam | 0.02 |
| 80 | Desmetrina | 0.01 |
| 81 | Diazinon | 0.01 |
| 82 | Diclobenil | 0.01 |
| 83 | Diclobutrazol | 0.01 |
| 84 | Diclofuanida | 0.01 |
| 85 | Dicloprop | 0.01 |
| 86 | Dicloran | 0.01 |
| 87 | Dicloranilina - 3,4 | 0.01 |
| 88 | Diclorbenzamida | 0.01 |
| 89 | Diclorvos | 0.01 |
| 90 | Dicofol | 0.01 |
| 91 | Dieldrin | 0.01 |
| 92 | Dietofencarb | 0.01 |
| 93 | Difenilamina | 0.01 |

| Nº | Plaguicida | Limite de detección |
|-----|--------------------|---------------------|
| 94 | Difenoconazol | 0.01 |
| 95 | Diflubenzaron | 0.01 |
| 96 | Diflufenican | 0.01 |
| 97 | Dimetenamida | 0.01 |
| 98 | Dimetoato | 0.01 |
| 99 | Dimetomorf | 0.01 |
| 100 | Diniconazol | 0.01 |
| 101 | Dinoseb | 0.01 |
| 102 | Disulfoton | 0.01 |
| 103 | Diuron | 0.02 |
| 104 | Endosulfan-alfa | 0.01 |
| 105 | Endosulfan-beta | 0.01 |
| 106 | Endosulfan-sulfato | 0.01 |
| 107 | Endrin | 0.01 |
| 108 | EPN | 0.01 |
| 109 | Epoxiconazol | 0.01 |
| 110 | Esdenvalerato | 0.01 |
| 111 | Etion | 0.01 |
| 112 | Etofenprox | 0.01 |
| 113 | Etofumesato | 0.01 |
| 114 | Etoprofos | 0.01 |
| 115 | Etridiazol | 0.01 |
| 116 | Etrinifos | 0.01 |
| 117 | Famoxadone | 0.01 |
| 118 | Fenamifos | 0.01 |
| 119 | Fenarimol | 0.01 |
| 120 | Fenazaquin | 0.01 |
| 121 | Fenbuconazol | 0.01 |
| 122 | Fenclorfos | 0.01 |
| 123 | Fenhexamida | 0.01 |
| 124 | Fenitrotrion | 0.01 |

| Nº | Plaguicida | Límite de detección |
|-----|--------------------------|---------------------|
| 125 | Fenmedifarm | 0.02 |
| 126 | Fenotrina | 0.01 |
| 127 | Fenoxaprop p-etil | 0.01 |
| 128 | Fenoxicarb | 0.01 |
| 129 | Fenpropidín | 0.01 |
| 130 | Fenpropatrín | 0.01 |
| 131 | Fenpropidín | 0.01 |
| 132 | Fenpropimorf | 0.01 |
| 133 | Fensulfotión | 0.02 |
| 134 | Fention | 0.01 |
| 135 | Fenvalerato | 0.01 |
| 136 | Fipronil | 0.01 |
| 137 | Fluazifop butil | 0.01 |
| 138 | Fluazinam | 0.01 |
| 139 | Flucitrinato | 0.01 |
| 140 | Fludioxonil | 0.01 |
| 141 | Flufenoxaron | 0.01 |
| 142 | Fluquinconazol | 0.01 |
| 143 | Flurocloridona | 0.01 |
| 144 | Fluroxipir-1-metilestere | 0.01 |
| 145 | Flusilazol | 0.01 |
| 146 | Flutolanil | 0.01 |
| 147 | Flutriafol | 0.01 |
| 148 | Fluvalinate,tau | 0.01 |
| 149 | Folpet | 0.01 |
| 150 | Forate | 0.01 |
| 151 | Formotion | 0.01 |
| 152 | Fosalon | 0.01 |
| 153 | Fosfamidón | 0.01 |
| 154 | Fosfato de tricresilo | 0.01 |
| 155 | Fosmet | 0.01 |

| Nº | Plaguicida | Límite de detección |
|-----|---------------------------|---------------------|
| 156 | Furalaxil | 0.01 |
| 157 | Fumecidox | 0.01 |
| 158 | Haloxifop-p-methyl | 0.01 |
| 159 | HCB (Hexaclorobenceno) | 0.01 |
| 160 | HCH-alfa | 0.01 |
| 161 | HCH- beta | 0.01 |
| 162 | HCH - delta | 0.01 |
| 163 | Heptacloro | 0.01 |
| 164 | Heptacloroepóxido epsilon | 0.01 |
| 165 | Heptacloroepóxido epsilon | 0.01 |
| 166 | Heptenofos | 0.01 |
| 167 | Hexitiazox | 0.01 |
| 168 | Imazail | 0.01 |
| 169 | Indoxacarb | 0.01 |
| 170 | IPBC | 0.01 |
| 171 | Iprobenfos | 0.01 |
| 172 | Iprodiona | 0.01 |
| 173 | Kresoxim metil | 0.01 |
| 174 | Lenacilo | 0.01 |
| 175 | Lindano | 0.01 |
| 176 | Linuron | 0.02 |
| 177 | Lufenuron | 0.02 |
| 178 | Malation | 0.01 |
| 179 | Mecarbam | 0.01 |
| 180 | Mepanipirina | 0.01 |
| 181 | Metalaxil | 0.01 |
| 182 | Metamidofos | 0.02 |
| 183 | Metamitrona | 0.01 |
| 184 | Metazaclo | 0.01 |
| 185 | Metidation | 0.01 |
| 186 | Metiocarb | 0.01 |

| Nº | Plaguicida | Límite de detección |
|-----|-----------------------------|---------------------|
| 187 | Metolacloro | 0.01 |
| 188 | Metoxicloro | 0.01 |
| 189 | Metrafenona | 0.01 |
| 190 | Metribuzina | 0.01 |
| 191 | Mevinfos | 0.01 |
| 192 | Miclobutanilo | 0.01 |
| 193 | Mirex | 0.01 |
| 194 | Monocrotofos | 0.01 |
| 195 | Moschus keton | 0.01 |
| 196 | Naled | 0.01 |
| 197 | Napropanida | 0.01 |
| 198 | Nitrofenó | 0.02 |
| 199 | Nuarimol | 0.01 |
| 200 | Ometoato | 0.01 |
| 201 | Oxadiazon | 0.01 |
| 202 | Oxadixil | 0.01 |
| 203 | Oxamilo | 0.01 |
| 204 | Oxidemeton-metil | 0.01 |
| 205 | Oxifluorfen | 0.01 |
| 206 | Paclobutrazol | 0.01 |
| 207 | Parafina clorada | 0.01 |
| 208 | Paration | 0.01 |
| 209 | Paration metil | 0.01 |
| 210 | PCB 180 | 0.01 |
| 211 | Penconazol | 0.01 |
| 212 | Pendimetalina | 0.01 |
| 213 | Permetrin | 0.01 |
| 214 | Picloram | 0.01 |
| 215 | Pirazofos | 0.01 |
| 216 | Piretrinas (mezcla técnica) | 0.01 |
| 217 | Piridafention | 0.03 |

| Nº | Plaguicida | Límite de detección |
|-----|-----------------|---------------------|
| 218 | Pirifenox | 0.01 |
| 219 | Pirimetanil | 0.01 |
| 220 | Pirimicarb | 0.01 |
| 221 | Pirimifos etil | 0.01 |
| 222 | Pirifos metil | 0.01 |
| 223 | Piriproxafen | 0.01 |
| 224 | Procimidona | 0.01 |
| 225 | Procloraz | 0.01 |
| 226 | Porfenofos | 0.01 |
| 227 | Prometrina | 0.01 |
| 228 | Propacloro | 0.01 |
| 229 | Propamocarb | 0.01 |
| 230 | Propargita | 0.01 |
| 231 | Propazina | 0.01 |
| 232 | Propiconazol | 0.01 |
| 233 | Propizamida | 0.02 |
| 234 | Prosulfocarb | 0.01 |
| 235 | Protiofos | 0.01 |
| 236 | Quinalfos | 0.01 |
| 237 | Quinometionato | 0.01 |
| 238 | Quinoxifen | 0.01 |
| 239 | Quizalofop-etil | 0.01 |
| 240 | S 421 | 0.03 |
| 241 | Scutillazina | 0.01 |
| 242 | Silafluofen | 0.01 |
| 243 | Simazina | 0.01 |
| 244 | Spiromesifen | 0.01 |
| 245 | Spiroxamine | 0.01 |
| 246 | Sulfotep | 0.01 |
| 247 | Tebuconazol | 0.01 |
| 248 | Tebuconazol | 0.01 |

| Nº | Plaguicida | Limite de detección |
|-----|--------------------------|---------------------|
| 249 | Tebutam | 0.01 |
| 250 | Tecnazene | 0.01 |
| 251 | Teflubenzuron | 0.01 |
| 252 | Teflutrin | 0.01 |
| 253 | Terbacilo | 0.01 |
| 254 | Terbufos | 0.01 |
| 255 | Terbutilazina | 0.01 |
| 256 | Terbutrina | 0.01 |
| 257 | Tetraclorfenol -2,3,5,7 | 0.01 |
| 258 | Tetracloroanisol 2,3,4,5 | 0.01 |
| 259 | Tetracloruro de carbono | 0.01 |
| 260 | Tetraconazol | 0.01 |
| 261 | Tetradifon | 0.01 |
| 262 | Tetrametrin | 0.01 |
| 263 | Tiabendazol | 0.01 |
| 264 | Tolclofos metil | 0.01 |
| 265 | Tolilfluanida | 0.01 |
| 266 | Tralometrin | 0.01 |
| 267 | Trans flutrin | 0.01 |
| 268 | Triadimefon | 0.01 |
| 269 | Triadimenol | 0.01 |
| 270 | Trialato | 0.01 |
| 271 | Triazofos | 0.01 |
| 272 | Tribromofenol | 0.01 |
| 273 | Triclorfon | 0.01 |
| 274 | Tridemorf | 0.01 |
| 275 | Trifloxiestrobeno | 0.01 |
| 276 | Triflumizol | 0.01 |
| 277 | Trifluralina | 0.01 |
| 278 | Vamidotion | 0.01 |
| 279 | Vinclozolina | 0.01 |

b. Cromatografía líquida HPLC HS-HS

| Nº | Plaguicida | Límite de detección |
|----|------------------------|---------------------|
| 1 | 3-Hidroxicarbofuran | 0.01 |
| 2 | Abamectina | 0.01 |
| 3 | Acetanaprid | 0.01 |
| 4 | Acetoclor | 0.01 |
| 5 | Aldicarb | 0.01 |
| 6 | Aldicarb sulfon | 0.01 |
| 7 | Aldicarb sulfox | 0.01 |
| 8 | Amítraz | 0.01 |
| 9 | Azinfos - metil | 0.01 |
| 10 | Benomilo | 0.01 |
| 11 | Betiavahcarb-isopropil | 0.01 |
| 12 | Bifenazato | 0.005 |
| 13 | Boscalid | 0.005 |
| 14 | Bromuconazol | 0.01 |
| 15 | Buprofezin | 0.01 |
| 16 | Carbaril | 0.01 |
| 17 | Carbendazim | 0.01 |
| 18 | Cicloxdim | 0.01 |
| 19 | Cimoxanilo | 0.01 |
| 20 | Cleto dim | 0.01 |
| 21 | Clofentezin | 0.01 |
| 22 | Clorantraniliprol | 0.005 |
| 23 | Clorpirifos | 0.01 |
| 24 | Clotianidin | 0.01 |
| 25 | Diafentiuron | 0.01 |
| 26 | Dimetenamida | 0.01 |
| 27 | Dimetoato | 0.01 |
| 28 | Dimetomorf | 0.005 |
| 29 | Dodin | 0.01 |

| Nº | Plaguicida | Límite de detección |
|----|-----------------------|---------------------|
| 30 | Emamectina (Benzoato) | 0.005 |
| 31 | Espirotriamato | 0.005 |
| 32 | Fenpirosimato | 0.01 |
| 33 | Fention oxon-sulfona | 0.01 |
| 34 | Flonicamid | 0.01 |
| 35 | Florclorfenuron | 0.01 |
| 36 | Flubendiamid | 0.01 |
| 37 | Formetanate hidro | 0.01 |
| 38 | Fosmet | 0.01 |
| 39 | Fostiazate | 0.01 |
| 40 | Haloxyfop-p-methyl | 0.01 |
| 41 | Imazilil | 0.01 |
| 42 | Imazamox | 0.01 |
| 43 | Imzetapir | 0.01 |
| 44 | Imidacloprid | 0.005 |
| 45 | Indoxacarb | 0.01 |
| 46 | Iprovalicarb | 0.01 |
| 47 | Isofenfos metil | 0.01 |
| 48 | Malaoxon | 0.01 |
| 49 | Malation | 0.01 |
| 50 | Mandipropamid | 0.01 |
| 51 | Meppronil | 0.01 |
| 52 | Metamidofos | 0.01 |
| 53 | Methiocarb sulfóxido | 0.01 |
| 54 | Metidation | 0.01 |
| 55 | Metomilo | 0.01 |
| 56 | Metoxifenocida | 0.005 |
| 57 | Nitropiram | 0.01 |
| 58 | Ometoato | 0.01 |

| Nº | Plaguicida | Límite de detección |
|----|---------------------|---------------------|
| 59 | Paclobutrazol | 0.005 |
| 60 | Penicuron | 0.01 |
| 61 | Pimetrozina | 0.01 |
| 62 | Piraclostrobina | 0.005 |
| 63 | Pridaben | 0.01 |
| 64 | Primetanil | 0.01 |
| 65 | Pirimicarb | 0.01 |
| 66 | Pirimicarb desmetil | 0.01 |
| 67 | Procloraz | 0.01 |
| 68 | Promecarb | 0.01 |
| 69 | Propargita | 0.01 |
| 70 | Proquinazida | 0.01 |
| 71 | Rotenona | 0.01 |
| 72 | Setoxidim | 0.01 |
| 73 | Spinetoram | 0.01 |
| 74 | Spinosad | 0.005 |
| 75 | Spirodiclofeno | 0.01 |
| 76 | Tebufenocida | 0.01 |
| 77 | Tepraloxidim | 0.01 |
| 78 | Tiabendazol | 0.01 |
| 79 | Tiacloprid | 0.005 |
| 80 | Tiametosam | 0.01 |
| 81 | Tiodicarb | 0.01 |
| 82 | Tiofanato metil | 0.01 |
| 83 | Trifumum | 0.01 |
| 84 | Triforine | 0.01 |
| 85 | Trisulfuron metil | 0.01 |
| 86 | Uniconazol | 0.01 |
| 87 | Zoxamide | 0.01 |

ANEXO N° 5

FORMATO DE ENCUESTA APLICADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

ENCUESTA SOBRE EL USO DE PRODUCTOS AGROQUÍMICOS EN EL CULTIVO DE GRANAILLA

DATOS BÁSICOS:

Ubicación:

Fecha:

Nombre completo del entrevistado :

Edad:

Situación del Predio:

Propio

Alquilado

Nombre del titular del predio:

DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

Tipo del cultivo:

Área cultivada:

Años de la plantación:

Fase del cultivo:

INFORMACIÓN BÁSICA

a. Del personal involucrado en la actividad

1. ¿Cuántos años tiene usted realizando esta actividad y con qué frecuencia?

2. ¿Cuántas personas trabajan en la actividad agrícola?

Familiares

No familiares

3. De la pregunta anterior, ¿Con qué frecuencia trabajan en esta actividad? (Cuántos días a la semana/mes)

Familiares

No familiares

b. Del procedimiento del cultivo y el uso de productos agroquímicos

4. ¿Qué procedimiento sigue para sus cultivos? (Cómo se inicia la siembra, cada cuánto se fumiga, con qué frecuencia se limpian las malezas, etc.)

11. ¿ El personal involucrado en la actividad (familiares y no familiares), han presentado alguna vez alguna de estas reacciones alérgicas o síntomas que afecten a su salud tras la exposición a los productos agroquímicos?

12. Conoce o ha escuchado sobre algún hecho ocurrido a causa del empleo de estos productos (en su familia, en sus vecinos, en su localidad, etc.)

13. ¿Ha observado animales muertos en la zona, después de hacer uso de los productos agroquímicos? Explique por favor.

14. ¿Ha observado disminución de la flora nativa en la zona cercana a donde aplica los agroquímicos?

15. ¿Ha notado disminución de la producción a lo largo de los años? Si su respuesta fue afirmativa, ¿A qué cree que se deba? Detalle por favor

16. ¿Han variado las condiciones o características del recurso agua (cantidad, calidad, sabor, color, etc.)? Si su respuesta fue afirmativa, ¿Cuál cree que sea la causa? Comente por favor.

e. De la rentabilidad de la actividad

17. ¿Cuánta inversión realiza en los productos agroquímicos que aplica (plaguicidas y abonos sintéticos)?

18. ¿Le genera suficientes beneficios económicos la actividad agrícola desarrollada?

19. ¿Cuántos años más planea realizar esta actividad? ¿Qué otras actividades ha pensado hacer?

f. De la asistencia técnica por parte de la autoridad competente y el uso adecuado de los productos agroquímicos.

20. ¿Ha recibido asistencia técnica o capacitaciones para realizar estas actividades?

21. ¿Cuántas veces ha tomado en cuenta las recomendaciones de uso y dosis de aplicación que se especifican en las etiquetas y envases de los productos agroquímicos que aplica en sus cultivos?

22. Le gustaría recibir capacitaciones o talleres sobre estos temas.

Tiene algo más que comentar o agregar.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO N° 6

PROCEDIMIENTO PARA EL CULTIVO DE GRANADILLA

Inicialmente se determina la densidad de cultivo, con un distanciamiento de 4x4 m (625 plantones/ha) o 3x3 m (1111 plantones/ha). Una vez determinada la densidad de plantación, se equilibra el pH del suelo, agregando cal o dolomita. Se agrega 50 gr de cal/pozo a los pozos previamente hechos para la instalación de los plantones. Esto se debe que el suelo de la zona de estudio, presenta un pH ácido. Luego, se procede con la incorporación de abono, para lo cual se agrega 150 gr de humus o guano por pozo. Cabe decir que en ninguno de los predios se realiza un estudio previo del suelo, para determinar las condiciones y posibles requerimientos de nutrientes, sin embargo, toman en cuenta las actividades preexistentes, agregando guano de isla por defecto.

Transcurrido los 15 días, se procede con la instalación de los plantones. Cabe resaltar, que los plantones instalados son injertos de granadilla y maracuyá. Se usa la planta de maracuyá, dado que ello permite una mayor resistencia a nematodos; además alarga la vida de la planta a 4 o 5 años, la cual sería normalmente de 2 años. Sin embargo, este tipo de plantones también tiene sus desventajas, entre las que destacan la poca densidad foliar del injerto con respecto al cultivo natural.

Luego de instalar los plantones, se colocan los postes (parral) y el alambrado (para facilitar el guiado de las plantas de granadilla). Posteriormente se procede con la primera fumigación, aplicando el insecticida Furadan para controlar los insectos que atacan al injerto de maracuyá, dicho insecticida se aplicará cada semana por el

espacio de un mes mientras se observe efectos. El Furadan normalmente se usa en todos los cultivos, durante sus primeros meses de vida. Pasado un mes se agrega fertilizante, un abono químico como Difosfato 18-46, 20 gr/ planta. Al siguiente mes se aplica una mezcla de fertilizante, en proporción de 2:1:1, compuesto por: Difosfato 18-46, Nitrato de amonio (33 % nitrógeno), Cloruro de potasio (70%); se agrega 20 gr mezcla/planta.

Se fumiga cada 15 días con insecticida de contacto, como Cipermetrina, una dosis de 10 mL, para control de la mariposa *Dione June* que coloca sus huevos en las hojas, dado que estas tendrán un impacto negativo sobre la planta. Entre las principales enfermedades identificadas destacan: *Alternaria*, *Antragnosis*, *Botrytis sp.*, *Fusarium sp.*, como la mosca del botón floral (*Dasiops sp.*).

Los principales productos agroquímicos empleados son: abonos sintéticos, herbicidas, insecticidas, acaricidas, fungicidas y nematicidas y bioestimulantes.

Tras 6 meses aproximadamente los plantones de granadilla han crecido y llegan al alambre. Cada 3 o 4 meses/año se realiza la poda de formación. Se fertiliza cada mes y medio. Se fumiga cada 15 días con una frecuencia de 3 veces durante floración; y mensualmente a lo largo del año. A los 11 meses se logra obtener la primera campaña de frutos, desde entonces ya se tienen frutos.

Las épocas de instalación son de marzo - junio, la floración de agosto-setiembre, y la producción de diciembre a enero.

ANEXO N° 7

LISTADO DE AGROQUIMICOS EMPLEADOS EN EL CULTIVO DE GRANADILLA EN EL SECTOR SAN ALBERTO

| TIPO | INGREDIENTE ACTIVO | FAMILIA QUÍMICA | NOMBRE COMERCIAL | RAZÓN DE USO | CLASIFICACIÓN TOXICOLÓGICA |
|-----------|---------------------------|---|--|-------------------------------------|----------------------------|
| Acaricida | Azufre | Compuesto inorgánico | Sulfa | Acaros | Ligeramente peligroso |
| | Abamectin | Abemectinas, Milbectinas | Acare, Dk-tina | | Moderadamente peligroso |
| Fungicida | Mancozeb | Ditiocarbamatos | Attack, Dithane, Geocarb, Evitane, Ranchapaj | Rancho, roya, alternaria, fusarium. | Ligeramente peligroso |
| | Propineb | | Antracol, Fitorraz | | Ligeramente peligroso |
| | Boscalid, Piraclostrobina | Carboxamidas (Pirimidinaminas, Metoxcarbamatos) | Bellis | | Ligeramente peligroso |
| | Iprodione | Dicarboximidias | Novak | | Ligeramente peligroso |
| | Procimidone | | Sumilex | | Moderadamente peligroso |
| | Fosetil-al | Fosetil | Alette | | Ligeramente peligroso |
| | Carbendazim | Benzimidazoles | Carbendazim, Protexin, Botrizim | | Ligeramente peligroso |
| | Metiltiofonato | | Cercobin | | Ligeramente peligroso |
| | Azoxystrobin | Strobilurinas | Amistar top | | Moderadamente peligroso |
| | Tebuconazol | Triazoles | Tenaz, Tifon | | Ligeramente peligroso |
| | Difenoconazole | | Score, Difenol, Experto, Square | | Moderadamente peligroso |
| | Imazalil | Imidazoles | Impala | | Ligeramente peligroso |

| | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|--|---|---|
| Herbicida | Glyphosate | Glicinas | Herbosato, Fuego, Glitox | Para eliminar malezas (Herbicida sistémico) | Ligeramente peligroso |
| | Paraquat | Bipiridilus | Quatex, Gramoxone, Gramoxil, Secasuper | Para eliminar malezas (Herbicida de contacto) | Altamente peligroso |
| Insecticida | Imidacloprid | Neonicotinoides | Spider, Cigara!, Argon | Mosca minadora | Moderadamente peligroso |
| | Cipermetrin | Piretroides | Campal, Arrivo, Galgotrin | | Moderadamente peligroso |
| | Beta cyfluthrin | | Beta baytroid, Baytroid | | Moderadamente peligroso |
| | Methamidafos | | Streya, Caporal | | Altamente peligroso |
| | Permetrina | | Pounce | | Moderadamente peligroso |
| | Methomyl | | Carbamatos | | ShocKer-T, Shusupe, Cascabel, Dethomil, Lannasolt |
| | Carbofuran | Furadan | | | Moderadamente peligrosos (granulado) |
| | Chlorpyrifos | Organofosfatos | Tifon | | Extremadamente peligroso (suspension concentrada) |
| | Dimetoato | | Ciclon | | Moderadamente peligroso (liquido) |
| | | Corfenapyr | Pyrroles | | Sunfire |
| Nematicida | Oxamyl | Carbamatos | Vydate | Nematodos | Ligeramente peligroso |
| Nematicida | Fostiazato | Organofosforado | Nemathorin | | Altamente peligrosos (concentrado soluble) |
| | | | | | Moderadamente peligroso |
| Elaboración propia | | | | | |
| Agroquímicos no registrados en SENASA (Fuente: SENASA) Plaguicidas agrícolas de uso restringido (Fuente: SENASA) Plaguicidas detectados en los análisis (Fuente: Propia) | | | | | Agroquímico |
| | | | | | Agroquímico |
| | | | | | Agroquímico |

ANEXO N° 8
 RESULTADOS DEL pH Y TEMPERATURA POR PARCELAS DE
 MONITOREO

CUADRO N° 1:
 BASE DE DATOS DE LOS RESULTADOS DEL MONITOREO DE pH Y
 TEMPERATURA EN LAS PARCELAS DE MONITOREO DURANTE EL
 PERIODO DE ESTUDIO

| PARCELAS DE MONITOREO | PRIMER MONITOREO (OCTUBRE) | SEGUNDO MONITOREO (NOVIEMBRE) | TERCER MONITOREO (DICIEMBRE) | MEDIA DEL pH |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------|
| PM 1 | 5 | 5 | 5.5 | 5.16 |
| PM 2 | 5 | 5 | 5.5 | 5.16 |
| PC | 5.5 | 5.5 | 6 | 5.67 |

CUADRO N° 2:
 DATOS DEL MONITOREO DE TEMPERATURA EN LAS PARCELAS DE
 MONITOREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

| PARCELAS DE MONITOREO | PRIMER MONITOREO (OCTUBRE) | SEGUNDO MONITOREO (NOVIEMBRE) | TERCER MONITOREO (DICIEMBRE) | MEDIA DE LA TEMP. |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------|
| PM 1 | 21.97 °C | 21.70 °C | 17.97 °C | 20.55 °C |
| PM 2 | 20.00 °C | 17.35 °C | 17.2 °C | 18.18 °C |
| PC | 22.47 °C | 20.57 °C | 18.9 °C | 20.64 °C |

ANEXO N° 9
 RESULTADOS DE LOS BIOENSAYOS POR PARCELAS DE MONITOREO

CUADRO N° 1:
 RESULTADOS DE LOS BIOENSAYOS EN SUELO CON LOMBRIZ DE
 TIERRA *Eisenia andrei*

| PARCELA DE MONITOREO | NÚMERO DE PRUEBAS | % MORTALIDAD (MEDIA DE LAS 3 RÉPLICAS) |
|----------------------|-------------------|--|
| PM 1 | Prueba 1 | 0 % |
| | Prueba 2 | 0 % |
| | Prueba 3 | 0 % |
| MEDIA | | 0 % |
| PM 2 | Prueba 1 | 0 % |
| | Prueba 2 | 0 % |
| | Prueba 3 | 0 % |
| MEDIA | | 0 % |
| CONTROL POSITIVO | A | 0% |
| | B | 0 % |
| | C | 100 % |
| MEDIA | | 33.33 % |
| CONTROL NEGATIVO | 1 | 0 % |
| | 2 | 0 % |
| MEDIA | | 0% |

CUADRO N° 2:
 RESULTADOS DE LOS BIOENSAYOS EN SEDIMENTO CON ANFIPODO
 DE AGUA DULCE *Hyalella* sp.

| PARCELA DE MONITOREO | NÚMERO DE PRUEBAS | % MORTALIDAD (MEDIA DE LAS 3 RÉPLICAS) |
|----------------------|-------------------|--|
| PM 1 | Prueba 1 | 91.67 % |
| | Prueba 2 | 82 % |
| | Prueba 3 | 100 % |
| MEDIA | | 90.79 % |
| PM 2 | Prueba 1 | 100 % |
| | Prueba 2 | 93 % |
| | Prueba 3 | 100 % |
| MEDIA | | 97.61 % |
| CONTROL POSITIVO | A | 100% |
| | B | 100 % |
| MEDIA | | 100 % |
| CONTROL NEGATIVO | 1 | 14.17 % |
| MEDIA | | 14.17 % |

ANEXO N° 10
PANEL FOTOGRAFICO

Aplicación de encuestas en el sector San Alberto



Figura N° 1: Agricultor sin equipos de protección durante la fumigación, fotografiado durante la aplicación de las encuestas.

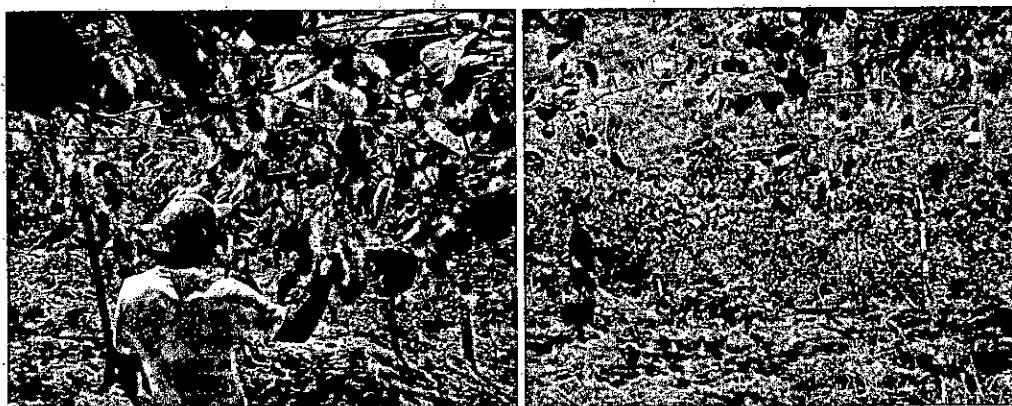


Figura N° 2 y 3: Agricultores encuestados durante sus labores de campo

**Evidencia del manejo inadecuado de los residuos agroquímicos en el Sector
San Alberto**

Imágenes sobre el manejo inadecuado de los residuos de agroquímicos,
dispuestos cerca a quebracas, cercanos a fuentes de agua, directamente sobre el
suelo y cerca de sus cultivos.

Figura N° 1



Figura N° 2



Figura N° 3



Figura N° 4



Figura N° 5



Figura N° 6



Agroquímicos empleados en las parcelas de monitoreo durante las pruebas

.Figura N° 1: Plaguicidas: Lannasolt, Protexin, Square, Argon , Ranchapaj, abonos: Biofer, Kalifostar

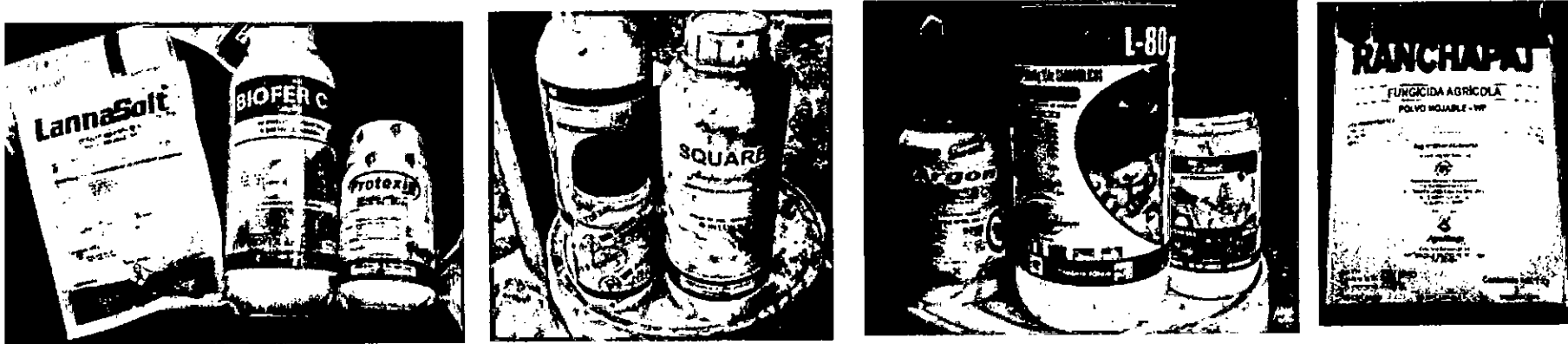
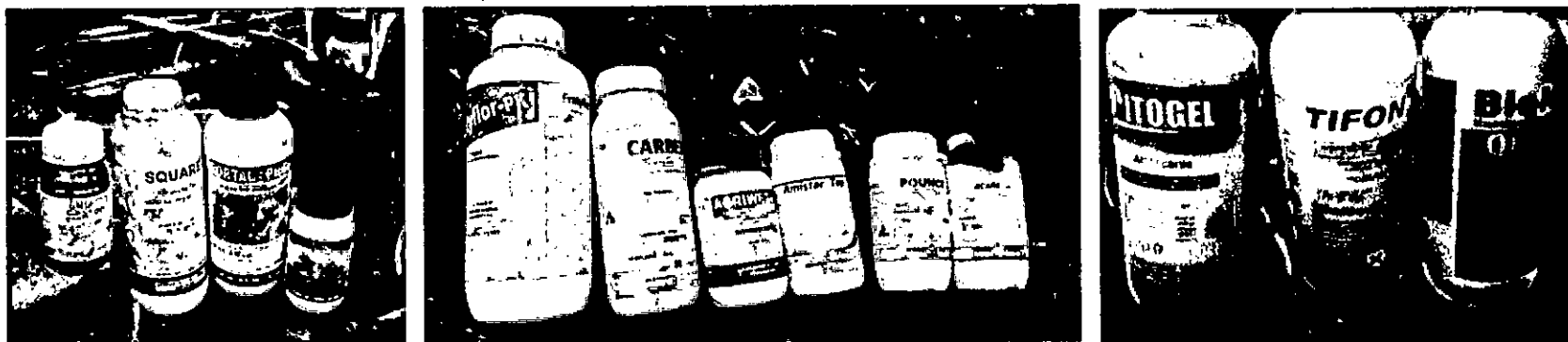


Figura N° 2: Plaguicidas Tifón, Carbendazim, Pounce Acare, Galgotrin; coadyuvantes: Citogel, Agriwet, y abonos: Fortal Phos, aminoácidos



Uso y aplicación de los agroquímicos en el sector San Alberto



Figura 1 y 2: Manejo de agroquímicos sin contar con equipos de protección personal, se evidencia exposición directa con la piel, los ojos y el sistema respiratorio.



Figura 3: Exposición prolongada de los trabajadores en el campo durante la preparación de las muestras y el proceso de fumigación.

Cultivos de granadilla en el Sector San Alberto



Figuras 1 y 2: Extensiones de cultivos agrícolas en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Yanachaga Chemillén.



Figuras 3 y 4: Cambios de uso de suelo naturales por actividades agrícolas, destrucción de bosques primarios y desestabilización del suelo, lo que causa mayor incidencia de huaycos y escorrentía, además de pérdida de hábitats y disminución de la calidad del suelo.

Plagas y enfermedades que atacan la granadilla

Figura 1: Pérdida de frutos causado por *Dasiops*, pudrición de frutos y botones florales, causado por *Botrytis sp.* y *Cladosporium sp.*



Figura 2: Ojo de pollo observado en tallos y hojas causado por la *Phomopsis sp.*, Secadora observado en hojas causado por la *Nectria*

