

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
ESCUELA DE POSGRADO**



DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**TESIS:
USO DE AGROQUÍMICOS EN EL CULTIVO DE PAPA Y LA
CONTAMINACIÓN DEL SUELO AGRÍCOLA EN EL DISTRITO
DE CHINCHERO, CUSCO, PERÚ**

Presentado por: CATALINA JIMÉNEZ AGUILAR

Para optar el Grado Académico de Doctor en Medio Ambiente y
Desarrollo Sostenible

ASESORA: Dra. VICENTA IRENE TAFUR ANZUALDO

Lima - Perú

2022

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con mucho cariño a la gente más importante de mi vida a mi padre Juan Jiménez, a mis hermanos Mario y Lucho quienes me apoyaron incondicionalmente por darme la fortaleza y fuerza para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A mi asesora Dra. Vicenta Irene Tafur Anzualdo por todos los consejos y sugerencias durante este proceso.

A Mis Profesores del Doctorado por su orientación hacia la búsqueda del saber.

A la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

Contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	8
INTRODUCCION.....	10
CAPITULO I.....	12
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1. MARCO HISTÓRICO	12
1.2 Los plaguicidas.....	16
1.2.1 Clasificación de los plaguicidas	17
1.3 Plaguicidas en la litosfera (suelo).	18
1.4 Plaguicidas en la Hidrosfera	19
1.5. Plaguicidas en la atmosfera.....	19
1.6 El cultivo de papa.	20
1.7 Contaminación del suelo.	23
2. MARCO FILOSÓFICO	25
2.1 Marco Legal.....	25
3. MARCO TEÓRICO.....	29
3.1 Estudios e investigaciones Centro Internacional de la papa.....	30
3.2 Manejo Integrado de Plagas (MIP)..	31
3.3 En relación del uso de pesticidas en, La Libertad (Perú).	32
3.4 Metabolismo y degradación.....	35
3.5 Movimiento y destino en el medio ambiente:.....	36
3.6 Contaminación del Ambiente.	37
3.7 Exposición y toxicidad.....	38
4 MARCO CONCEPTUAL.....	54
4.1 Bioensayo	54
4.2 Bio-acumulación	54
4.4 Buena práctica Agrícola	54
4.6 Límite máximo para residuos de plaguicidas	55

	5
4.7 Agroquímicos	55
4.8 Residuo de plaguicida	55
4.9 Toxicidad.....	55
4.10 Toxicidad aguda.....	56
4.11 Fungicidas	56
4.12 Insecticidas	56
4.13 Contaminación ambiental	57
4.14 Desequilibrio físico	57
4.15 Desequilibrio químico.....	57
4.16 Desequilibrio biológico	57
4.17 Técnicas analíticas para la detección de plaguicidas	58
4.18 Cromatografía de gases (GC).....	58
4.19 GC con detector de ionización de llama (GC-FID).....	59
 CAPITULO II:	 60
 EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPOTESIS Y VARIABLES	 60
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	60
2.1. Descripción de la realidad problemática.....	60
2.2 Antecedentes teóricos:	61
2.3 Definición del problema (principal y específico).....	64
2.3.1 Problema principal.....	64
2.3.2 Problemas específicos:	64
2.4 Finalidad y objetivos de la investigación.....	65
2.4.2 Objetivo General y Específicos.....	65
Objetivos específicos:	65
2.4.3 Delimitación del Estudio	66
2.4.4 Justificación e Importancia de Estudio	66
2.5 Hipótesis y Variables	67
2.5.1 Hipótesis Principal.....	67
2.5.2 Hipótesis Específico.....	67
2.5.3 Variables e Indicadores	67
 CAPITULO III:	 68
 METODO, TECNICA E INSTRUMENTOS	 68
3.1 Metodología.....	68

	6
3.2 Población y Muestra	68
3.3 Diseño de la Investigación.....	68
3.3.2 Nivel de Investigación.....	68
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	69
3.5 Procedimiento	69
a) Etapa de campo.....	69
b) Etapa de recolección de muestras	69
c) Fase de laboratorio	70
 CAPITULO IV:.....	 72
 PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	 72
4.1 PRESENTACION DE LOS RESULTADOS.....	72
4.1.2 Contaminación del Suelo por Agroquímicos.	78
4.3 DISCUSION DE RESULTADOS	93
 CAPITULO V:.....	 97
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	 97
5.1 CONCLUSIONES.....	97
5.2 RECOMENDACIONES.....	98
 BIBLIOGRAFIA	 99
6.1 REFERENCIAS (BIBLIOGRAFICAS, DE DOCUEMNTOS Y DE INTERNET	99
(ARARIWA, 2008) (ARARIWA, 2008)	¡Error! Marcador no definido.
 PROPUESTA.....	 104
1. TÍTULO.....	104
2. FUNDAMENTACIÓN	104
3. OBJETIVOS.....	105
3.2 Objetivo Específico.....	105
3.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	105
3.4 GENERALIDADES	105
 TALLER 1	 106
Los Plaguicidas.....	106
 TALLER 2	 110

Uso y Manejo de Plaguicidas	110
Vías de entrada del tóxico en el organismo.....	111
Medidas Preventivas. Protección Del Manipulador.....	112
Al realizar la aplicación:.....	112
Precauciones después del tratamiento.	113
Almacenamiento:.....	113
PANEL DE FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION	130

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “El uso de agroquímicos en el cultivo de papa y la contaminación del suelo agrícola en el distrito de Chinchero, Cusco Perú” se realizó en el distrito de Chinchero de la Región Cusco desde el año 2020 hasta 2021. El objetivo del trabajo de investigación fue el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la contaminación del suelo agrícola, para alcanzar dicho objetivo se identificó el nivel y técnicas de investigación que fueron descriptivo y explicativo. La metodología consistió en la recolección de muestras de suelo en las microcuencas de Piura y y Huaypo en el distrito, las que fueron enviadas a los laboratorios de análisis químico en la ciudad de Cusco y Lima. De los resultados, el uso de los agroquímicos en la producción de papa en las dos microcuencas permitió verificar y confirmar la presencia de los plaguicidas residuales en el suelo agrícola como son organoclorados (Dichorvos, Endosulfan a,b) y organofosforados (Malation). De los objetivos específicos los resultados muestran que los agroquímicos inciden en la alteración física del suelo, la muestra corresponde a un suelo franco de textura mediana que pertenece a la clase textural limoso y tienen la capacidad de absorber y retener el agua, lo cual disminuye su permeabilidad, favoreciendo la acumulación y persistencia de los compuestos. Las características químicas del suelo inciden en la alteración del pH (6.6) que indica que se ubica en el intervalo de la neutralidad, la capacidad de intercambio catiónico está directamente relacionado con la presencia de materia orgánica pobre (1 - 0,8) significa que el suelo tiene baja habilidad de retener nutrientes. Las características biológicas si se alteran en las dos microcuencas en suelos con cultivo y sin cultivo se encontró Nematoda y Arcella sp. Menores a 1 org/g de suelo, estos microorganismos habitan en suelos húmedos y tienen la función de sustento del flujo de energía, ciclaje de nutrientes y actúan como reguladores de la fertilidad, la constante aplicación de los agroquímicos inciden en la disminución de la población de los microorganismos.

Palabras clave: Agroquímicos, contaminación, suelo agrícola.

RIPRENDERE

Il lavoro di ricerca il cui obiettivo era determinare in che misura l'uso di prodotti chimici per l'agricoltura nella coltivazione delle patate influisca sulla contaminazione del suolo agricolo nel distretto di Chinchero, Cusco. Il livello descrittivo ed esplicativo è stato utilizzato per raggiungere questo obiettivo. La metodologia utilizzata è stata eseguita in un laboratorio di analisi chimiche del suolo, questi campioni sono stati inviati ai laboratori di chimica delle città di Cusco e Lima per la determinazione mediante la tecnica della cromatografia su strato sottile, dove è stata determinata la presenza dei composti. come Dichorvos, endosulfan a, b e organofosfati come il malathion; che hanno permanenza nel terreno da giorni a più di 2 anni dopo l'applicazione. Il secondo campione è stato inviato ai laboratori della città di Cusco per determinare le proprietà fisiche e chimiche, l'altra parte del campione è stata inviata al laboratorio della città di Lima per determinare le componenti biologiche (macro e microfauna) del suolo . L'applicazione di agrofarmaci influisce sulle proprietà fisiche del suolo, diminuendo perdita di struttura, densità apparente, permeabilità, capacità di ritenzione idrica, presentano suoli di medio impasto argillosi che appartengono alla classe tessiturale argillosa di colore scuro. Le proprietà chimiche del suolo presenti nei campioni sono influenzate dalla capacità del suolo di scambiare nutrienti entro i livelli della capacità di scambio cationico (10 - 20meq/100 g.) risultando nel CEC al di sotto dell'intervallo raccomandato, dove la valutazione determina che è un suolo povero. L'uso di agrofarmaci influisce sulle caratteristiche biologiche del suolo, nella microfauna, Nematoda e Arcella sp. (Meno di 1 org/g di suolo) vivono in terreni umidi, la loro funzione è quella di supportare il flusso di energia, il ciclo dei nutrienti e agire come regolatori della fertilità, mentre i pesticidi rimangono in alte concentrazioni nel suolo dopo la loro applicazione. causare la morte di diversi microrganismi.

Parole chiave: Agrofarmaci, contaminazione, suolo agricolo.

INTRODUCCION

El aumento global de la población ha conducido al sector agrícola a producir alimentos en mayor cantidad, para cumplir tal objetivo es necesario contrarrestar variables como el clima, las plagas, las malezas y los microorganismos, es así como los plaguicidas se han convertido en importantes insumos en las actividades agrícolas, ya que garantizan el mantenimiento de los cultivos, como también la calidad y cantidad de las cosechas producidas.

El comportamiento de los plaguicidas en la zona de Chinchero resulta de gran interés ya que una vez son liberados en el suelo interaccionan con los componentes bióticos y abióticos de este, lo que conlleva a la modificación de sus características fisicoquímicas y biológicas de esta manera, los cultivos que emplean plaguicidas se enfrentan a un proceso de contaminación, que depende de la tasa de degradación de sus ingredientes activos en el suelo, ya que cuanto más tiempo permanecen en el suelo, mayor es la probabilidad de contaminación del medio ambiente (Muller, 2013).

En el capítulo I se conceptualizo el fundamento teórico de la investigación, y toda la información requerida para complementar el conocimiento teórico.

En el capítulo II se definió el tema, la problemática y el ámbito de la investigación, junto con los objetivos, justificación y las variables para la elaboración del marco teórico, se seleccionó la información de acuerdo a las variables, se utilizó bibliografía y web grafía.

En el capítulo III se aplicó la metodología, técnica e instrumentos de la investigación, analizando población muestra y el procedimiento.

En el capítulo IV se procedió a analizar los resultados obtenidos del laboratorio, a partir de estos datos obtenidos se elaboraron la discusión de resultados.

En el capítulo V se elaboró las conclusiones y recomendaciones.

Desarrollo de una propuesta, En la presente investigación se acompaña una propuesta tentativa que consiste en la capacitación en talleres dirigidos a los agricultores del distrito de Chinchero sobre el uso indiscriminado de agroquímicos.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1. MARCO HISTÓRICO

(<http://www.munichincherogob.pe/index.php>, Agosto 2010), El distrito de Chinchero es uno de los distritos más bellos y milenarios que hasta hoy perduran en el tiempo, está situado a 3,754 m de altitud, a unos 28 kilómetros de la ciudad del Cusco, Provincia de Urubamba, Región Cusco Perú. Existen vestigios que datan su origen de unos dos mil años antes de cristo, siendo sus primeros pobladores los Ayarmacas, que posteriormente fueron sometidos a la dominación pre-inca, inca y española. Oficialmente el distrito de Chinchero fue creado el 09 de setiembre de 1,905, mediante ley N° 59, durante el gobierno del presidente José Pardo y Barreda.

El distrito, es uno de los pocos lugares donde parece que el tiempo no pasa, las tradiciones y la cultura inca aún persiste, las personas que habitan en el lugar muchos de ellos todavía parecen de la sangre inca y su lengua predominante es el quechua.

La zona es la más privilegiada, por sus fértiles tierras los convierten en excelentes productores de la papa, olluco, habas, cebada trigo, cuya siembra como productos tradicionales se remonta a las épocas preincas que a través del trueque los comercios entre los pueblos aledaños constituyen el eje del comercio agrícola en la zona. Los pueblos oriundos de los andes, cultivaron muchas variedades durante ciclos, con el correr de los años sus propiedades diferían mucho de la planta original evolucionada naturalmente, para estos pueblos este tubérculo fue el principal sustento disponible cuyos cultivos se realizaron hasta en una altitud entre 3,200 a 4,000 m.

1.1 Los Agroquímicos:

(Campos, 2018), los primeros materiales que posiblemente fueron usados por nuestros antepasados para reducir las molestias causadas por los insectos fueron el barro y el polvo aplicados sobre su piel para repeler insectos que picaban y causaban irritación, una práctica parecida a los hábitos de elefantes, cerdos y búfalos de agua. La Biblia contiene muchas referencias de devastaciones de insectos, enfermedades de las plantas y algunos principios básicos tales como dejar descansar la tierra. Los primeros registros escritos de insecticidas corresponden a la quema de “azufre” como fumigante. Plinio el Viejo (23-79 DC) registró la mayor parte de los usos de los primeros insecticidas en su Historia Natural. Entre esos usos estaba incluido el de las agallas de un lagarto verde para proteger las manzanas de los gusanos y de la pudrición. Más tarde, encontramos una variedad de materiales usados con resultados dudosos.

(Campos, 2018), Extractos de ají y tabaco, agua jabonosa, cal de blanquear, vinagre, trementina, aceite de pescado, salmuera, lejía y muchos otros. Los primeros compuestos orgánicos fueron generalmente sustancias derivadas de productos naturales o mezclas de sustancias químicas muy poco refinadas. Los extractos de tejidos vegetales molidos resultaban útiles para el control de insectos. Estos extractos se usaban en la agricultura antes de que el químico conociera la estructura o lograra sintetizar la molécula responsable de la acción biológica. Entre estos extractos estaban los piretroides, rotenoides y nicotinoides, que todavía se obtienen en gran parte a base de extractos vegetales. Fue la segunda guerra mundial la que abrió la era de los productos químicos con la introducción de un concepto totalmente nuevo en los productos químicos para control de los insecticidas orgánicos sintéticos, el primero de los cuales fue el DDT. Actualmente existe una amplia gama de productos químicos utilizados como agentes de control de plagas, entre los que podemos mencionar los siguientes: insecticidas como antibióticos, arsenicales, botánicos, benzofuranil metilcarbamato, dimetilcarbamato, carbamato oxima, fenil metilcarbamato, dinitrofenol

fluorados formamidina fumigantes: inorgánicos, arsenicales y fluorados reguladores del crecimiento de insectos Inhibidores de la síntesis de quitina, organofosfato, insecticidas organotiofosfato, amida organotiofosfato alifáticos, organotiofosfato heterocíclicos, organotiofosfato benzotiopirano, organotiofosfato benzotriazina, organotiofosfato isoxazol, organotiofosfato piridina, organotiofosfato tiadiazol, organotiofosfato triazol, organotiofosfato.

(Campos, 2018), a pesar de los inmensos avances de la humanidad en ciencia y tecnología, se ha avanzado muy poco en la batalla contra los insectos. Alrededor del mundo se pierden millones de dólares cada año en la agricultura debido a la presencia de insectos dañinos. Aproximadamente 10,000 especies se alimentan de cultivos y de esas, cerca de 700 especies a nivel mundial causan la mayor parte del daño a cultivos de los humanos, produciendo hambre en muchas naciones y la ruina económica para los granjeros. En algunos países se llega a perder hasta el 75% de sus cosechas. La situación no siempre fue tan severa. Después de la II Guerra Mundial, el desarrollo y uso extensivo de pesticidas químicos como el DDT, dieldrin, aldrin, clordano y mirex hicieron pensar que habían sido desarrolladas todas las armas contra los insectos. Actualmente existen al menos 30 especies conocidas para las cuales no existe un insecticida que las mate. Algunos insectos han sufrido mutaciones de forma que se reproducen en mayor cantidad en presencia de dieldrin o aldrin, los cuales alguna vez fueron fatales para ellos. Por otro lado, el DDT, aldrin, dieldrin y otros insecticidas clorados, son llamados insecticidas “fuertes” debido a que persisten en el ambiente durante mucho tiempo sin degradarse a sustancias inertes. Esto representa un riesgo ambiental que se hizo presente en los años 60's cuando la población de aves disminuyó drásticamente después de la aplicación exhaustiva de DDT. Las aves, que comían insectos envenenados con DDT acumularon grandes cantidades de esta sustancia, la cual interfirió con su ciclo reproductivo causando que sus huevos se rompieran frecuentemente antes de nacer los polluelos debido a que el cascarón era demasiado delgado. El peligro potencial para otros animales y las personas

han reducido ampliamente el uso de DDT, dieldrin y aldrin. En muchos países existe la prohibición de su uso por las agencias ambientales gubernamentales, excepto para ciertos propósitos especiales. Entre ellos están los insecticidas “suaves”, repelentes de insectos, atrayentes sexuales, hormonas de insectos, sustancias esterilizantes, controles físicos, controles biológicos, controles biofísicos, controles culturales y controles legales. Los pesticidas “suaves” pueden ser definidos como aquellos que tienen un corto tiempo de vida y son descompuestos a productos inofensivos. Entre los más comunes están el carbarilo, paratión, malatión, diclorvos, nicotina y las piretrinas. Los organofosfatos son altamente tóxicos y deben ser usados con rigurosas medidas de seguridad. Tienden a matar más mamíferos y aves que los insecticidas organoclorados. Se ha observado que ciertos insectos son resistentes a los insecticidas “suaves”. Tanto la nicotina como las piretrinas se obtienen de productos naturales. Los repelentes de insectos son sustancias que mantienen alejados a los insectos de humanos, animales, plantas, comida, casas y productos manufacturados. Generalmente se desconoce cómo funcionan estas sustancias. Pueden ser compuestos que proporcionan a los insectos un gusto u olor desagradables, pueden ser feromonas de alarma que advierten a los insectos de un peligro inminente o pueden ser inhibidores.

(Jiménez, 2017), En la zona de Chinchero, el uso indiscriminado de los agroquímicos, ha originado sustancialmente en la contaminación del suelo agrícola y frecuentemente el agricultor y su familia fueron intoxicados muchas veces llevando a la muerte por falta de auxilio oportuno ya que en el medio carece de postas de salud, y los centros hospitalarios se ubican en los capitales de provincias. Los pobladores dedicados a la agricultura son en su mayoría iletrados, lo que conlleva a la manipulación de los agroquímicos sin las medidas de prevención y protección, por lo que se tratará de concientizar a los agricultores de la zona de estudio y hacer las recomendaciones necesarias para el uso adecuados en la manipulación de dichos productos que son altamente tóxicos.

Con el propósito de mejorar el volumen de producción y principalmente enfrentar a las plagas, inicialmente se hizo necesario utilizar los agroquímicos (fungicidas, insecticidas y herbicidas), los mismos que nos han llevado en la actualidad al uso indiscriminado de estas sustancias tóxicas para el ser humano, conociendo que, en el medio de Chinchero, una parte de la población agrícola desconoce la toxicidad de estos productos que usan sin las precauciones de caso.

(Poletta, 2011), El uso de los insecticidas no solo trae beneficios sino también producen intoxicaciones principalmente por desconocimiento del poblador, este hecho ocurre continuamente en nuestro medio. Según Luis Suárez Ognio, director de Epidemiología del MINSA, en la problemática de las intoxicaciones por la aplicación de insecticidas concluyen factores como la mala manipulación de estos compuestos, falta de equipos de protección y, sobre todo, de asesoramiento a campesinos que usan sustancias letales como organoclorados. Muchos agricultores guardan insecticidas en su casa colocando los químicos en botellas de gaseosas o usan baldes de pintura para disolver insecticidas y luego emplean estos recipientes para transportar agua.

1.2 Los plaguicidas

(Poletta, 2011), la población mundial en continuo crecimiento ha generado una presión dantesca en la obtención de alimentos necesarios para abastecer a toda esa población. Este objetivo se ha logrado, no con el aumento de más áreas cultivables, sino con el aumento del rendimiento por unidad de área cultivada, con la implementación de nuevas prácticas agrícolas que incluyen el uso de agroquímicos, que es lo que viene sucediendo con el cultivo de la papa. Los beneficios de los plaguicidas son indudables en la agricultura, pero a su vez han surgido diversos problemas ambientales donde destacan la contaminación de los recursos y del producto de cosecha por el uso excesivo de estos compuestos, así como los potenciales efectos adversos sobre la biota.

(Salud, 2010), define a los plaguicidas como cualquier sustancia o mezclas de sustancias, de carácter orgánico o inorgánico, que está destinada a combatir insectos, ácaros, roedores y otras especies indeseables de plantas y animales que son perjudiciales para el hombre, incluyendo los vectores de organismos causantes de enfermedades humanas, y las especies que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, madera, entre otros; también aquellas otras sustancias destinadas a utilizarse como regulador del crecimiento de la planta, defoliante o desecante, asimismo aquellas que pueden administrarse a los animales para combatir insectos arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. Los plaguicidas normalmente se comercializan como formulados complejos, no como sustancias puras y simples. Estos formulados incluyen al principio activo, sustancia que posee la propiedad de matar a la plaga, agregado a otros ingredientes, llamados coadyuvantes, surfactantes o ingredientes inertes, cuya función es facilitar la aplicación del producto y aumentar la eficacia del principio activo, favoreciendo su acción. Los surfactantes, incluyen solventes, emulsionantes, tensoactivos, y otras sustancias que pueden representar un porcentaje muy alto del producto formulado.

1.2.1 Clasificación de los plaguicidas

(Ramirez, 2007), debido a la gran variedad de plaguicidas, existen diferentes formas de clasificarlos:

- Considerando la plaga que controlan, pueden clasificarse en insecticidas, acaricidas, bactericidas, herbicidas, fungicidas, rodenticidas, nematocidas, molusquicidas, avicidas, alguicidas.
- Por su modo de acción, pueden ser sistémicos o de contacto; los primeros se aplican sobre una parte de la planta, ingresan a ellas y a través del follaje llegan a otras partes que no fueron tratadas.

- Teniendo en cuenta su toxicidad, la OMS agrupa en cuatro clases; IA (extremadamente tóxicos), IB (altamente tóxicos), II (moderadamente tóxicos), III (ligeramente tóxicos), IV (Precaución). Esta clasificación es la que adoptan gran parte de los países de América Latina.
- De acuerdo con su estructura química, se los agrupa en carbamatos, clorados, fosforados, compuestos inorgánicos, piretroides, tiocarbamatos, derivados de la urea, arsenicales, bupiridilos y otros.

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad.

CLASIFICACIÓN TOXICOLÓGICA DE LOS PLAGUICIDAS			
COLOR ETIQUETA	CLASE SEGÚN LOS RIESGOS	CLASIFICACIÓN DEL PELIGRO	EJEMPLOS
	Clase Ia: Sumamente peligrosos	Muy tóxico	Paration, dieldrin, metamidofos
	Clase Ib: Altamente peligrosos	Tóxico	Eldrín, diclorvos, endosulfan
	Clase II: Moderadamente peligrosos	Nocivo	DDT, Clordano, heptacloro
	Clase III: Poco peligrosos	Cuidado	Malation
	CLASE IV: Sin peligro	Cuidado	

FUENTE: Tomado de OMS, 2010.

1.3 Plaguicidas en la litosfera (suelo).

(Sandra Milena Silva Arroyave, Mayo del 2009), los plaguicidas llegan al suelo por aplicación directa o por otras vías, como por escurrimiento o lavado de plantas, a través del agua de lluvia que arrastra el plaguicida suspendido o disuelto en la atmosfera, cuando se entierran los restos de cultivos tratados o desecho de envases vacíos. La evaluación del grado de contaminación del suelo por plaguicidas es importante porque pueden ser transferidos a los alimentos. Los plaguicidas se acumulan en el suelo, especialmente cuando los tratamientos se repiten año tras año, persisten largo tiempo, los suelos orgánicos retienen mayor cantidad de residuos que los arenosos. Esta contaminación afecta a los microorganismos del suelo,

disminuye la descomposición de la materia orgánica, y modifica la estructura de los suelos, disminuye la fertilidad y finalmente favorece la erosión.

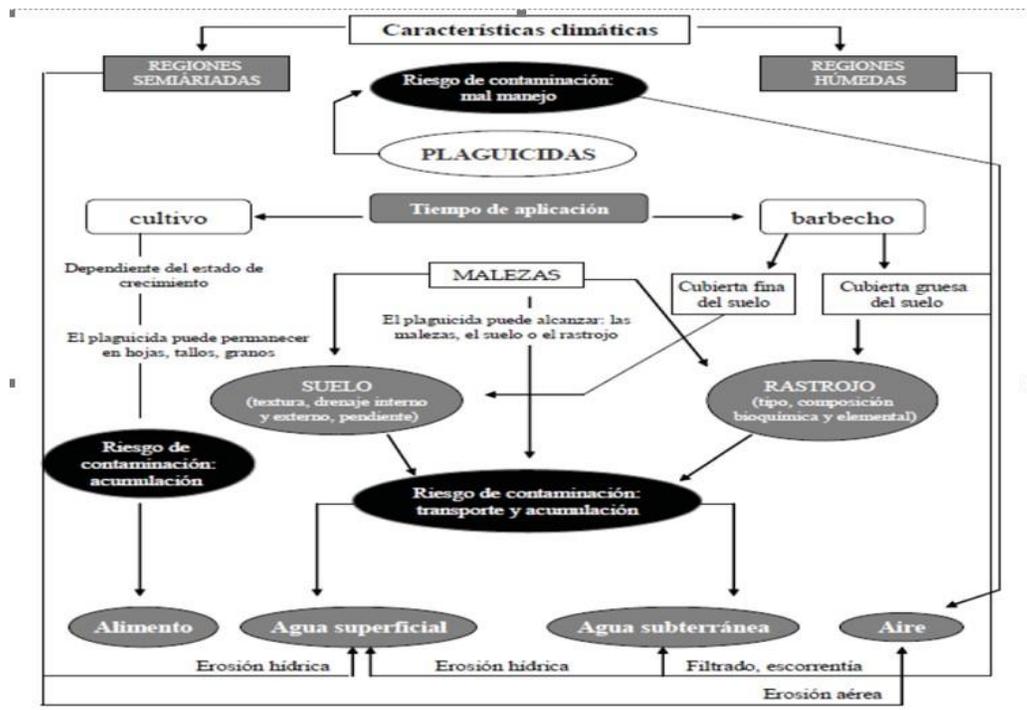
1.4 Plaguicidas en la Hidrosfera

(E.D.ONGLEY, 1997), los residuales de plaguicidas presentes en los suelos pueden ser trasladados por escorrentías superficiales o percolación a causa de la lluvia hasta cuerpos de agua cercanos (ríos o lagunas). La presencia de estos en el agua suele tener más amplias repercusiones que en el caso del suelo por diversos motivos como difusión más rápida a un mayor volumen del medio y capacidad de desplazarse a lugares lejanos. Esta contaminación ocasiona la pérdida de la flora y fauna acuática, y la pérdida del recurso, como fuente de agua y alimento.

1.5. Plaguicidas en la atmosfera

(Torres L. A., 2014), se produce por la aplicación aérea no controlada, por la pérdida durante el transporte y durante la aplicación y por la evaporación de aguas contaminadas. El movimiento del aire puede desplazar los contaminantes atmosféricos desde sus sitios de origen a largas distancias, como las altas concentraciones de insecticidas organoclorados y de PBC encontradas en animales árticos y antárticos por García (1997). El movimiento de los plaguicidas que ocurre cuando son liberados al ambiente.

Figura N° 1: Destino posible de los plaguicidas en el ambiente luego de su aplicación. Adaptado de Hang et.al. 2010-



(Torres L. A., 2014), para la presente investigación, es importante destacar la clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su toxicidad, es decir de acuerdo a la capacidad innata de estos compuestos para producir daño o provocar la muerte en la biota expuesta (incluyendo el hombre) a través de una o múltiples exposiciones.

1.6 El cultivo de papa.

(Jesus, 2017), fue cultivada hace 8,000 a.C. en los Andes de Sur y el altiplano de Perú y el Noroeste de Bolivia. Este producto se ha convertido en un alimento básico; se sabe que, en las grandes guerras europeas, fue el alimento principal frente a otros productos comestibles.

(Jesus, 2017), Con la conquista española, la papa fue introducida a Europa, a partir del inicio de la Revolución Industrial en Inglaterra y más tarde en Europa, con la industrialización de diversas formas. En cambio, la población rural de la zona y en diversas esferas fueron usados la mayor parte para su alimentación en lo que ellos mismos producen. Los habitantes del campo

desde la aparición de los terratenientes poseyeron al menos un pequeño huerto en el que cultivaban sus propias verduras y otros sembríos y así se evitaban comprarlas.

(Jesus, 2017), La historia de la papa ha estado relacionada con el desarrollo de la forma más exitosa, en casi todos los países del planeta. Haciendo un poco de memoria recordaremos que debido a la conquista española del imperio incaico fue introducida en la península ibérica en el año 1,550 y de allí al resto de Europa, llegando hacer en el año 1,750 un alimento de gran importancia en todos los hogares de la sociedad europea, hoy la papa representa una de las atribuciones más importantes de la región andina en especial de nuestro país y el mundo entero, por ser uno de los cultivos alimenticios más consumidos y apreciados. Se cultiva cerca de 151 países, representa un alimento en la dieta de la población mundial y contribuye a reducir el hambre y lograr la seguridad alimentaria. Los principales países productores de papa son China, Rusia, India, Ucrania y Estados Unidos de Norteamérica, que en conjunto logran el 52,8% de la producción mundial.

((CEPLAN, 1990 - 2021), En los últimos 10 años, (1990 al 2000), la producción nacional de papa ha tenido un crecimiento sustancial pasando de 1´154,000 a 3´116,000 toneladas favorecidas por los factores climáticos, a excepción de 1992, que disminuyó la producción debido a la sequía. El aumento de la producción es explicado también por el incremento del área cosechada, que paso de 146,435 ha en 1990 a 283,760 ha. En el año 2000.

Este nivel alcanzado es bajo comparado con los rendimientos de papa en Colombia 16 t/ha, Brasil 15 t/ha y México 21 t/ha. Existen problemas tecnológicos tanto para el cultivo en zonas agrestes y especialmente ligados a la calidad de la semilla y la sanidad, que, a cifras del Ministerio de Agricultura Cusco, en el periodo enero-agosto del 2007, la producción de papa en el Perú ascendió a 2'585,503 toneladas, provenientes de una superficie de 221,890 ha, con un rendimiento de 11,71t/ha, a nivel nacional.

Al interior del país, la producción fue de 2,5 millones de toneladas con 218 mil ha cosechadas.

La producción de nuestro país se obtiene mayormente del interior del país, concentrando el 98% de la producción nacional: Puno, Junín, Cusco, Huánuco, La Libertad, Cajamarca, Ayacucho, Apurímac, Huancavelica, Pasco, Ancash, Arequipa, Amazonas, Ica, Tacna, Piura Moquegua y Lambayeque; mientras que Lima solamente representa el 2%. Pese a ellos, las regiones del interior del país muestran un nivel de rendimiento inferior en comparación del nacional.

(CIP, 2010), Las variedades producidas en la zona de investigación son muchas, en nuestro país se ha establecido que hay más de 1,100 variedades de papas, de las 5,000 variedades que se conocen en el planeta. En el distrito de chinchero las variedades más comercializadas son entre las papas nativas (Qompis, canchan, peruanita, olones, chaucha amarilla, alianza, huayro) entre los híbridos (Cica, Canchan, etc.). Muchos de ellos todavía se cultivan de manera tradicional sin agroquímicos.

Con el correr de los años la producción, ha sufrido una serie de alteraciones por las plagas y enfermedades, el uso de plaguicidas ha incrementado de manera considerable, lo lamentable es que nadie interviene en el control de uso de estos productos nocivos, los agricultores intensifican la producción incrementando las sustancias químicas. El resultado es alarmante en cuanto a la intoxicación tanto en niños y adultos, los usos excesivos de plaguicidas ocasionan muchas veces la muerte, otros efectos nocivos es la contaminación de la tierra de cultivo y el medio ambiente en general.

Centro Internacional de la papa - CIP, como la FAO, vienen haciendo los esfuerzos en el manejo integrado de plagas (MIP) como mejor estrategia de lucha contra las plagas durante la producción.

El MIP tiene como objetivo mantener las poblaciones de plagas en niveles aceptables, y mantener la aplicación de plaguicidas y otras intervenciones

en cantidades que se justifiquen económicamente y que sean inofensivas para la salud humana y el medio ambiente.

Fotografía N° 3: Aplicación de pesticidas en el cultivo de papa.



Fuente: Catalina Jiménez (Diciembre 2020)

1.7 Contaminación del suelo.

(RODAS, 2017), refiere que el suelo es un material con espacios porosos constituido de partículas sólidas de tamaños variables (1 μm hasta 2000 μm). Es un Sistema estructurado, heterogéneo y discontinuo fundamental irremplazable, desarrollado a partir de una mezcla de materia orgánica, mineral y nutriente capaces de sostener el organismo y los microorganismos.

Figura 2. *Composición del suelo*



Fuente: (FAO, 2015)

La contaminación del suelo se debe tanto a tratamientos específicos (por ejemplo: agroquímicos aplicados al suelo), como a contaminaciones provenientes de tratamientos caer al suelo el excedente de los plaguicidas, o ser arrastradas por las lluvias las partículas depositadas en las plantas. La mayoría de los herbicidas, los derivados fosforados y los carbamatos, sufren degradaciones microbianas y sus residuos desaparecen en tiempo relativamente corto. En la acumulación de residuos de plaguicidas influye el tipo de suelo; los arcillosos y orgánicos retienen más residuos que los arenosos. Los mayores riesgos se presentan con la aplicación de algunos plaguicidas organoclorados, que son de eliminación más difícil, persistiendo en el suelo más tiempo. La persistencia de los clorados en el humus o mantillo no se mide en meses, sino en años por ejemplo el aldrín se ha encontrado después de 4 años, el toxafeno permanece en el suelo arenoso hasta 10 años después de su aplicación, el hexaclorobenceno se conserva durante 11 años por lo menos, y así pasa con el heptacloro, etc. La evaluación del grado de contaminación del suelo por plaguicidas es de gran importancia por la transferencia de ellos a los alimentos. Algunos pueden permanecer durante períodos de 5 a 30 años, como es el caso del DDT. En el caso de la ganadería, los residuos de plaguicidas pasan del suelo al forraje y finalmente a los animales.

Figura N° 3: Las principales fuentes de la contaminación del suelo.



Fuente: FAO y la Agricultura: Roma 2019.

2. MARCO FILOSÓFICO

(arroyave, 2009), 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. 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 y actividades de ocio y recreo, entre otros. En este sentido, puede decirse que el suelo provee importantes funciones ambientales, dentro de las cuales se destaca ser el sustento de alimento para las plantas, almacenar nutrientes, poseer y albergar materia orgánica proveniente de restos animales y vegetales, ser el hábitat de diversos organismos que transforman la materia orgánica presente en él, entre otros factores que lo hacen ser esencial en el desarrollo de los ecosistemas de los cuales forma parte.

(F:J:, 2009), Ahora, según su uso se clasifican en fitosanitarios o agrícolas, ganaderos, para la industria alimenticia, ambientales, higiene personal y domésticos. Adicionalmente, no importando el tipo de plaguicida, todos cuentan con ciertas características (como toxicidad, persistencia, bioacumulación, capacidad de migración, etc) que los hacen perjudiciales o benéficos tanto para los recursos naturales, como para el hombre (Linares, 2007). De otro lado, la presencia de estos contaminantes en países en vía de desarrollo surge principalmente debido al uso de plaguicidas en cultivos agrícolas y también para combatir epidemias como el tifus y la malaria. Ahora, en los países desarrollados su presencia se debe a la fabricación, uso y eliminación de productos químicos orgánicos y a los aditivos o auxiliares de aplicaciones industriales. En la actualidad se calcula que el 80% de las ventas globales de estos productos se consume en los países desarrollados, mientras que en otros países subdesarrollados se consume el 20% restante. Lo destacable es que dentro de estos últimos se registra el 75% de las

muertes por contaminación por agroquímicos. Dentro de los impactos negativos que generan en el medio ambiente puede nombrarse la reducción de la actividad microbiana del suelo, el crecimiento irregular, la pérdida de biomasa, o muerte de plantas sensibles a estas sustancias y afectaciones en la salud de la población. La tabla 2 presenta los posibles efectos de los plaguicidas en el agua y en el suelo. 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. En este sentido es importante conocer, tanto en el ámbito nacional como internacional, cuál ha sido la normativa que se ha implementado a través del tiempo para evitar el uso inadecuado de recursos naturales como el suelo.

(ambientales, 2020), la contaminación del suelo por medio de los agroquímicos, a parte de los beneficios que trae consigo para la producción de papa; son un problema que ha surgido hace ya algún tiempo, pero el hombre a través de su accionar desde hace varios años ha hecho que este problema crezca y se esté notando de una manera muy fuerte y abrupta con la contaminación del suelo y del medio ambiente, se hace indispensable tener en cuenta factores que estén alterando nuestro hábitat para posteriormente mitigar los efectos que estos puedan tener con relación a la salud, alimentación, prácticamente todas las amenazas que paradójicamente somos nosotros la raza humana la que estamos generando, entonces debemos comenzar a tomar conciencia sobre éste problema y todas las dificultades que encamina para el ambiente y por ende, para la salud y bien

estar humano. En este entender la herramienta básica de una población es la concientización y educación de su población, porque el suelo y el ambiente en el que vivimos es el único lugar del que cuenta el hombre para desarrollarse porque en él realiza todas sus actividades vitales.

(R., 2013), Una población conocedora de los problemas ambientales causados por los agroquímicos y de aquellos que están presentes en su territorio, será una población con capacidades potenciales de solución de tales conflictos. Una sociedad conocedora y consciente de los efectos positivos y negativos de estos productos de manera organizada y planificada será primordial para la recuperación ambiental y la posterior administración eficiente de los recursos naturales disponibles que debe ser acompañada por la constitución de organismos de protección del medio ambiente.

El desconocimiento de las fortalezas y debilidades del agricultor como productores hacen que sean dependientes de insumos externos como los fertilizantes y los productos químicos que controlan la población de insectos plaga en la producción agrícola el que utilizan indiscriminadamente en la aplicación de estos productos al suelo produciendo contaminación de la misma y afectando la salud de su propia familia.

2.1 Marco Legal

(Neuenschwander, 2009), La república del Perú considera que el suelo es uno de los recursos naturales más importantes con los que se cuenta, ya que este resulta ser esencial para la supervivencia de los seres humanos, animales y plantas, el registro, la distribución y la comercialización de plaguicidas de uso agrícola está regulado por normas internacionales y nacionales mediante acuerdos entre los países de la comunidad Andina como medida regulatoria afin de formalizar el comercio justo de productos agroquímicos. Que a pesar de ser un recurso natural renovable cuyo proceso de formación toma décadas y/o siglos en recuperarse, se considera que la capacidad para la renovación de un suelo es a escala humana muy limitada o casi no existente.

Por todo lo mencionado, se considera el suelo como un recurso natural que requiere una alta protección, incluyendo el impedimento de alteraciones de su calidad por contaminantes (MINAM, 2015). Para cumplir con ese objetivo, en el país se ha implementado a lo largo de los últimos años normativa ambiental respecto a este recurso, el SENASA es una entidad que regula todo lo concerniente a plaguicidas y además están reguladas con normas específicas.

En el año 2013, mediante el Decreto Supremo N°002-2013-MINAM se estableció los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el recurso suelo, señalando como suelo contaminado a aquel cuyas características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana.

En el año 2014, en el marco del D.S. N° 002-2013-MINAM, los estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo; se publica la Guía para Muestreo de Suelos. Esta guía establece especificaciones que determinan la existencia y dimensión de contaminación en el suelo y determinan las concentraciones de nivel de fondo, así se establecen los tipos de muestreo, técnicas de muestreo, criterios para la determinación del número de muestras, así como las medidas de calidad para la toma y manejo de muestras de suelo.

En el año 2015, en el marco del D. S. N° 002-2013-MINAM, así como en el D. S. N° 002-2014-MINAM (Disposiciones complementarias para la aplicación de los estándares de Calidad Ambiental - ECA para Suelo), se publicaron la “Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA)”, que es una herramienta práctica para la Evaluación de Riesgos. Estos se basan en los datos y resultados obtenidos en la fase de identificación y caracterización de un sitio contaminado con el fin de entender las relaciones y causalidades entre la presencia de los contaminantes, las distintas rutas y vías de exposición y los efectos adversos observados en el ambiente o los efectos potenciales que puedan presentarse.

En las últimas décadas el impacto del uso de agroquímicos de manera excesiva y sin control, ha provocado el deterioro de la salud y del medio ambiente, lo que ha conllevado que organismos internacionales y gobiernos como de E.E.U.U., Unión Europea y países Latinoamericanos (Colombia, Argentina, Chile entre otros) presten mayor atención a estos problemas, contando con guías para la Estimación de Riesgos Ambientales (teniendo como uno de los puntos prioritarios. El Perú aún no cuenta con una normativa sobre la inclusión de pruebas de toxicidad en los programas de monitoreo y evaluación de calidad ambiental, además de los parámetros fisicoquímicos tradicionales.

(Ambientales, Setiembre 2019), En este marco, cobra importancia la construcción de un sentido ético y filosófico de la vida, que permita la conciliación de las necesidades de la protección ecológica y las necesidades humanas. Si bien el despertar y desarrollo de una conciencia ambiental se produjo hace varias décadas, es quizá en el año 62 con la publicación de la *Silent Spring* de Rachel Carson, cuando se desata la reflexión sobre la relación hombre naturaleza y el papel del primero en el seno de la segunda, distinguiéndose corrientes que van desde un antropocentrismo mitigado hasta el más radical holismo, en el cual el hombre adquiere el mismo valor que cualquier otra entidad (Beckert 2003). Según Taylor (2005) desde una perspectiva antropocéntrica, lo único que tiene un valor moral intrínseco es el bienestar humano; todo lo demás tiene un valor en medida que contribuye o promueve ese bienestar, y la evaluación moral del comportamiento humano es el bien de los humanos.

3. MARCO TEÓRICO.

Actualmente su cultivo se encuentra presente en más de cien países, el Perú es uno de ellos y es reconocido como uno de los Centros de Origen de la papa (*Solanum tuberosum*), es uno de los principales alimentos que se consumen a nivel mundial. Este tubérculo, por su gran versatilidad

económica y ecológica forma parte de la canasta básica de los peruanos, y por ende, es un producto cultivado extensamente en nuestro país. Debido a que el distrito de Chinchero posee características óptimas para el cultivo de *Solanum tuberosum*, el 55% de agricultores del lugar se dedica al cultivo de papa (Valcárcel, 2005), enfrentándose año tras año a diferentes plagas que destruyen y/o diezman la producción de papa en este sector, siendo las de mayor importancia el gorgojo de los andes (*Premnotrypes latithorax*), la polilla de la papa (*Phthorimea operculella*, *Scrobipalpula absoluta*) y rancho de la papa (*Phytophthora infestans*) (Marthos, 2014). No se puede negar la existencia de una gran demanda de este producto en el mercado, razón por la cual los agricultores de Chinchero empezaron a utilizar plaguicidas para llevar una mayor producción de tubérculos sin daño al mercado local y regional; pero por el desconocimiento del ciclo de las plagas y de las propiedades de los plaguicidas como productos químicos, los pobladores desde años atrás comenzaron a dar un uso intenso a estos productos químicos aplicándolos con mayor frecuencia y en mayor dosis.

3.1 Estudios e investigaciones del Centro Internacional de la papa proyecto MIP de la mosca blanca tropical, CIAT, DFID.

(Papa, 2009), hace referencia a la guía introduce de una forma amigable los principios y métodos para evaluar aquellos impactos que pueden generarse de los programas o proyectos de MIP, comenzando con los conceptos y métodos básicos, y presentando progresivamente aspectos metodológicos más especializados. La filosofía de esta guía considera que evaluar el impacto del MIP no es una tarea que se deja para el final, cuando el proyecto está por terminar o ya ha concluido. Por el contrario, la evaluación de impacto debe ser planificada desde el momento del diseño del proyecto, continuar durante el desarrollo del mismo y, al final, simplemente se debe complementar la información necesaria para las evaluaciones.

La guía está organizada en diagramas de flujo para que el lector pueda seguirlos fácilmente y encontrar, paso a paso, la explicación de los métodos

más apropiados para evaluar los diferentes tipos de impacto del MIP. En la Sección II presenta una colección de diagramas de flujo, los cuales describen las principales preguntas que alguien interesado en la evaluación de impacto de MIP debería hacerse y responder.

Cada diagrama de flujo conecta al lector con la descripción de métodos y casos ilustrativos específicos presentados en la Sección III y en los apéndices respectivos, donde se presenta información más específica. La Sección IV presenta algunas referencias acerca de métodos y casos para aquellos lectores que tuvieran interés de encontrar más información sobre evaluación de impacto.

3.2 Manejo Integrado de Plagas (MIP) en la Microcuenca de Calca y Urubamba.

(ARARIWA, 2008), esta edición trata de agricultores que ven afectados sus volúmenes de producción por plagas como el gorgojo de los Andes, especie *Premnotrypes latithorax* (Pierce), y la polilla de la papa, especies *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrychema tangolias* (Turner). El capítulo I resume los niveles de daño que causan estas plagas en campo y almacén. En el capítulo II se evalúa a los agricultores que optan por el uso de insecticidas, que por muchos años ha sido la forma de control tradicional para combatir estas plagas, en una lucha por asegurar su economía y seguridad alimentaria.

En los capítulos siguientes III y IV determinan el conjunto de instituciones como el Centro Internacional de la Papa, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y la Asociación Arariwa, que han implementado programas de manejo integrado de plagas (MIP) con 16 prácticas para el gorgojo de los Andes y 18 para la polilla de la papa. Estos programas son tecnologías agrícolas sostenibles que se construyen a partir del enfoque de una agricultura orgánica; tecnologías que solo proponen el uso de químicos en casos extremos y de manera regulada en los bordes de las

parcelas. La Asociación Arariwa ha promovido la masificación de los programas MIP en las comunidades campesinas de la región de Cusco. La experiencia que se ha recogido en las provincias de Urubamba y Calca, un esfuerzo que contó con el apoyo de la Inter-American Fundación (IAF), destaca entre las experiencias exitosas de adopción y difusión de estas tecnologías.

3.3 En relación del uso de pesticidas en el valle Santa Catalina, La Libertad (Perú).

(Font G., 2017), en este informe presentado por la Facultad de Ciencias Biológicas, comentan sobre la necesidad de desarrollar sistemas de lucha integral contra las plagas dándole participación a las diversas formas de control: biológico, conductual, socioeconómico, cultural, ambiental y químico, así como sistemas de vigilancia epidemiológica de los efectos de los plaguicidas en trabajadores y en comunidades expuestas directa o indirectamente, también proponen una investigación dirigida a determinar el uso y disposición final de los pesticidas en el Valle de Santa Catalina, Trujillo (Perú). Las zonas de muestreo que presentan son divididas de acuerdo a las comisiones de regantes del Valle Santa Catalina: El Moro, Vichanza, Santa María Valdivia, Los Comunes, Mochica Alta, Santo Domingo Conache y Santa Lucía de Moche, teniendo un total de 1517 usuarios, y cuya muestra de evaluación fue 469 agricultores.

Llegó a una primera conclusión: se encontró que los organofosforados (60%) y los carbamatos (30%) constituyen los pesticidas mayormente utilizados y que la disposición final de los residuales no es adecuada porque en la mayoría de los casos los depósitos son tirados a la basura, y una segunda conclusión que en el Valle Santa Catalina los organofosforados son los pesticidas de mayor uso y que hay tendencia al cada vez menor uso de organoclorados.

3.4 Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de papa AGROBANCO - financiamiento, asistencia técnica y capacitación.

En el manual técnico en el capítulo II, hace referencia a la producción rentable de la papa en la sierra del Perú donde indica que requiere tomar en cuenta diferentes medidas para optimizar el uso de insumos y trabajo para reducir el impacto negativo que producen las condiciones ambientales desfavorables propias de esta región. El capítulo III trata del cultivo de papa que es afectado por numerosos organismos (patógenos) que, en determinadas condiciones, causan daño económico, estos patógenos de la papa afectan el rendimiento y la calidad de las cosechas y son insectos, hongos, bacterias, nematodos y virus los cuales causan daño a las hojas, tallos o tubérculos; alteran el crecimiento de las plantas; causan pudriciones o malformación y afectan la apariencia comercial y calidad culinaria de los tubérculos.

(Girbau L., 1994), los plaguicidas, también llamados pesticidas, son sustancias destinadas a combatir plagas o pestes. Surgieron por la necesidad de manejar poblaciones de organismos nocivos para la sanidad humana, la de cultivos o frutos almacenados y la de animales domésticos. En realidad, el término plaga tiene una connotación antropocéntrica ya que, consideradas objetivamente, las plagas son simplemente poblaciones integrantes de un ecosistema. Los plaguicidas son sustancias químicas - orgánicas, inorgánicas o microbiológicas- líquidas o sólidas que producen efectos tóxicos sobre ciertos organismos vivos. Se utilizan principalmente para controlar plagas de la agricultura.

(F. Coll Cardenas, 2017), comenta que antes de hablar de la clasificación de los plaguicidas, es importante resaltar que con el objetivo de proceder a su registro, así como de legislar acerca de sus contenidos en alimentos y del comercio de las diferentes fórmulas comerciales, los plaguicidas reciben nombre generalmente cortos, distintivos, que no los vincule a ninguna

compañía que los manufacture y que sean ampliamente aceptados por la comunidad científica, ya que la nomenclatura sistemática pocas veces es corta y su uso no resulta nada practico. La clasificación de los plaguicidas se puede hacer en función de diferentes criterios como su campo de acción, grado de penetración, estabilidad, toxicidad, semejanza química, etc. Una clasificación bastante extendida en su uso diario es la generada atendiendo al objetivo o campo de acción al que están destinados.

(Camazano, 1984), a medida que crece la población mundial aumenta también la necesidad de mantener la capacidad de producción del suelo. La obtención de la cantidad adecuada de alimentos requiere el uso de plaguicidas para alcanzar y mantener un equilibrio entre las especies vegetales deseadas y sus competidores. Sin embargo, estos compuestos químicos utilizados en agricultura llegan en general al suelo, ya sea directa o indirectamente, y originan problemas de polución y contaminación. Como consecuencia, algunos investigadores del medio ambiente opinan que el uso de plaguicidas en agricultura debe ser reducido o prohibido, a causa del riesgo de la retención de estos compuestos por las cosechas y suelos y de su posterior incorporación a la cadena de alimentos. Por otro lado, investigadores en agricultura argumentan que el uso continuado de grandes cantidades de plaguicidas es esencial para alcanzar rendimientos máximos. Una alternativa razonable a estas dos opiniones extremas debe ser el conseguir un mejor conocimiento de la evolución de los plaguicidas en el suelo, es decir, de los procesos que afectan a estos compuestos y de la implicación de los mismos en su persistencia y bioactividad. Con este conocimiento el impacto ambiental del uso de un plaguicida en agricultura podría ser evaluado más exactamente. La gran variedad en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y la diversidad de ambientes en que ellos se encuentran y en los que los plaguicidas son utilizados, hace que sean necesarios grandes esfuerzos en investigación. Por otra parte, la complejidad de las interacciones entre el suelo y los distintos plaguicidas añadidos al mismo es un tema de gran importancia práctica aun cuando es complicado desde un punto de vista científico.

(Castillo A., 2003), refiere que los organofosforados son generalmente esteres de ácido fosfórico sustituidos. Se descomponen con mayor facilidad y son menos persistentes en el ambiente que los órganos clorados, pero más peligrosos debido a que tienen un grado de alta toxicidad. Son biodegradables y no se acumulan en el organismo. Los sustituyentes tienen gran influencia en las propiedades fisicoquímicas del compuesto y se relacionan además con la capacidad de penetración, distribución, activación y degradación del pesticida, con su sitio de ataque, potencia y selectividad.

3.4 Metabolismo y degradación.

(Agricultura, Evaluación de Residuos de Plaguicidas, 2018), comenta que el tiempo que un plaguicida perdura en el ambiente está determinado por su resistencia a la degradación. Los plaguicidas reaccionan en el medio para formar nuevas sustancias químicas, por ejemplo, mediante oxidaciones o hidrólisis, generalmente menos tóxicas. Se pueden degradar por la luz solar o por la acción de los microorganismos (bacterias, hongos) presentes en el suelo y sedimentos, la capacidad de degradación de los plaguicidas viene determinada por una serie de propiedades (volatilidad, facilidad de evaporación, solubilidad, sensibilidad a los cambios de pH, a la luz, a los microorganismos, etc).

(Baradon, 1992), dice que los plaguicidas que entran en contacto con los animales y las plantas se pueden degradar a través del metabolismo de estos organismos. Si por el contrario los productos son resistentes a la degradación, pueden permanecer en el ambiente por largos periodos de tiempo, aumentando la capacidad de movimiento. Los plaguicidas se transforman metabólicamente en uno o más productos diferentes en el interior de los organismos vivos. También comenta que los metabolitos pueden ser más tóxicos o menos tóxicos que los compuestos originales. Por otra parte, también existen algunos plaguicidas que solo son efectivos después que se han metabolizado. La supervivencia de los plaguicidas y sus

metabolitos fundamentalmente dependen de la estructura química del compuesto activo y de que el organismo pueda metabolizar el plaguicida en metabolitos menos tóxicos antes de que la actividad toxica sea completa o irreversible.

(M., 2008), dice que dentro del metabolismo se pueden diferenciar diversas fases por las que el producto tiene que pasar, incluyendo la adsorción, el transporte, la biotransformación, la acumulación y la excreción. Algunos plaguicidas pueden sufrir algún tipo de metabolismo externo, incluso antes de entrar en el organismo. Hay procesos que pueden degradar o modificar los xenobióticos como, por ejemplo, los provocados por cambios de pH, la luz o el color la acción toxica de cualquier compuesto depende no solamente de la dosis y de las enzimas de metabolización, sino también de la capacidad del compuesto o de sus metabolitos de unirse a lugares específicos y poder así ejercer su acción. La mayoría de xenobióticos, debido a su lipofilidad, atraviesan la membrana con gran facilidad, pero en muchos casos su transporte está condicionado por el pH.

3.5 Movimiento y destino en el medio ambiente:

(Bello G. J., 2001), comenta que el amplio uso y la disposición de productos plaguicidas por parte de los agricultores, las instituciones y la población en general, provoca que estos productos estén ampliamente distribuidos y pueden aparecer en cualquier lugar. Solo un pequeño porcentaje de los plaguicidas aplicados alcanza su objetivo, acabando generalmente en el aire, en la superficie del agua, en los sedimentos, en los alimentos y en organismos sobre los que no se tenía ninguna intención de hacer llegar el plaguicida, entre ellos el hombre haciendo referencia a la manera como se produzca la liberación de los plaguicidas al ambiente, determinara su movimiento. La distribución inicial viene condicionada por el método de aplicación, la cantidad de producto, la duración y la frecuencia de aplicación, así como por el lugar de aplicación y las condiciones ambientales

durante la aplicación la topografía del terreno, el tipo y densidad de vegetación, condiciones del suelo y la proximidad de agua también son factores importantes. Este conjunto de factores determina la cantidad de plaguicidas que se distribuirá en el aire, suelo, agua, plantas y animales. Con el tiempo, los plaguicidas pueden redistribuirse en el lugar de aplicación, moverse del lugar (agua subterránea, atmosfera, etc.), degradarse o persistir. Los plaguicidas pulverizados se pueden mover a través del aire y se pueden acabar en lugares muy lejanos, tanto en el suelo como en el agua. Los que se aplican directamente sobre el suelo, pueden filtrarse a capas basales, reabsorberse posteriormente por otras plantas o bien pasar a las aguas subterráneas. Esta lista incompleta de posibilidades sugiere que el movimiento de los plaguicidas es muy complejo.

3.6 Contaminación del Ambiente.

(Natalia Rodríguez Eugenio, 2019), con base en evidencia científica, la contaminación del suelo puede degradar gravemente los principales servicios a los ecosistemas provistos por el suelo. La contaminación del suelo reduce la seguridad alimentaria al reducir los rendimientos agrícolas debido a los niveles tóxicos de los contaminantes y al ocasionar que las cosechas producidas en suelos contaminados sean peligrosas para el consumo de animales y humanos. Muchos contaminantes (incluyendo los principales nutrientes como nitrógeno y fósforo) son transportados del suelo a las aguas superficiales y a las aguas subterráneas, ocasionando daño ambiental a través de la eutrofización y problemas directos a la salud humana por agua para consumo contaminada. Los contaminantes también dañan directamente a los microorganismos del suelo y a organismos mayores que viven en el suelo y por tanto afectan la biodiversidad del suelo y el servicio que prestan los organismos afectados.

Los plaguicidas producen graves daños al ambiente debido a las propiedades de toxicidad, estabilidad y persistencia. Esta propiedad son las que facilitan la contaminación del agua, suelo y aire unida a otros factores como los

propiciados por el hombre en su afán de dominio de la naturaleza e industrialización muchas plaguicidas son persistentes y poco degradables lo que les permite permanecer por muchos años en el suelo. Esta contaminación afecta a los microorganismos del suelo, disminuye la descomposición de la materia orgánica, modifica la estructura de los suelos, disminuye la fertilidad y finalmente favorece la erosión. Se produce por la aplicación aérea no controlada, pérdida durante el transporte y durante la aplicación y por la evaporación de aguas contaminadas (ríos, lagos, etc). El movimiento del aire puede desplazar los contaminantes atmosféricos desde sus sitios de origen a largas distancias, como las altas concentraciones de insecticidas organoclorados y de PBC encontradas en animales árticos y antárticos, procedentes de Centroamérica. Los plaguicidas se volatilizan con facilidad durante la operación o inmediatamente después de ella.

La comunidad en general se expone continuamente a los plaguicidas debido a la contaminación de los alimentos con estos productos. Pueden encontrarse residuos de plaguicidas en los alimentos debido al uso excesivo de plaguicidas en el sector agropecuario, la recolección de los productos agrícolas sin esperar el intervalo de seguridad (o tiempo de carencia) entre la última aplicación de plaguicidas y la cosecha y por contaminación durante el almacenamiento, transporte, expendio o la preparación de los alimentos.

Otro de los problemas ambientales derivado del uso de plaguicidas y que tiene serias repercusiones sobre las posibilidades de controlar las plagas agrícolas o los vectores de enfermedades, es la resistencia. Precisamente son los insectos dañinos en comparación a los insectos benéficos los que mayor resistencia desarrollan y por lo tanto obligan a utilizar cada vez más cantidad de plaguicidas y de mayor toxicidad.

3.7 Exposición y toxicidad.

(Lema, 2003), sin obviar la importancia de los plaguicidas, tanto en la agricultura como en las actividades de salud pública, son innegables los

efectos tóxicos que generan en el ser humano y en el ambiente Su biodisponibilidad en el organismo depende de su toxico-cinética: absorción, distribución, metabolismo y eliminación. Estos procesos están influenciados tanto por factores externos relacionados con los patrones de exposición y con las sustancias químicas (tipo de empleo, temperatura ambiental, tipo de plaguicida, frecuencia intensidad y duración de la exposición, etc.), como por factores inherentes al individuo (edad, sexo, dotación genética, estado de salud, estado nutricional, estilos de vida, vía principal de adsorción, etc.).

Tabla 2: Clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su persistencia

Persistencia	Tiempo
Ligeramente persistente	Menos de 4 semanas
Poco persistente	De 4 a 26 semanas
Moderadamente persistente	De 27 a 52 semanas
Altamente persistente	De 1 a 20 años
Permanentes	Mayor de 20 años

Fuente: Catalogo oficial de plaguicidas, CICOPLAFEST 1998.

3.9 Suelo Agrícola

(TACUAREMBO, 2015), Dicen que los recursos naturales son el conjunto de bienes materiales que proporciona la naturaleza sin alteración previa por parte del hombre. Son valiosos porque contribuyen al bienestar y el desarrollo de nuestra vida de manera directa (materias primas, minerales, alimentos) o indirecta (servicios ecológicos indispensables para la continuidad de la vida en el planeta). Estos elementos se fueron formando en la naturaleza a lo largo de millones de años y se los llama recursos naturales. Se caracterizan por ser escasos con relación a su demanda actual o potencial, por eso es necesario que el hombre tenga que aplicar medidas urgentes para proteger los recursos naturales y garantizar, al mismo tiempo, la propia supervivencia. Los recursos naturales son fuentes de riqueza para la explotación económica. Por ejemplo, los minerales, el suelo, los animales y las plantas constituyen recursos naturales que el hombre puede utilizar directamente como fuentes para esta explotación. De igual forma, los

combustibles, el viento y el agua pueden ser utilizados como recursos naturales para la producción de energía. La mejor utilización de un recurso natural depende del conocimiento que el hombre tenga al respecto, y de las leyes que rigen la conservación de aquel. Entonces el suelo viene a constituir la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella. Los suelos no siempre son iguales y cambian de un lugar a otro por razones climáticas y ambientales, de igual forma los suelos cambian su estructura, estas variaciones son lentas y graduales. El suelo está formado por varios componentes como rocas, arena, arcilla, humus (materia orgánica en descomposición), minerales y otros elementos en diferentes proporciones.

(Corral, 2016), comenta que el uso indiscriminado de fertilizantes químicos ha causado pérdidas en la productividad de los suelos donde se realizan prácticas agrícolas incorrectas, las cuales ocasionan la degradación de propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo. El exceso de fósforo puede interferir con la absorción de micronutrientes, como el zinc y hierro, así mismo, el exceso de potasio en forma de potasa aumenta el pH del suelo, lo que causa una mala absorción de nutrientes. Los efectos negativos del uso de fertilizantes de síntesis en el medio ambiente son indiscutibles, los productos químicos que se encuentran en los fertilizantes, como nitratos y fosfatos, contaminan acuíferos y cuerpos de agua superficiales.

La biofertilización es una tecnología en expansión que está vinculada con la inclusión de microorganismos al suelo, siendo de gran importancia para el desarrollo de cultivos obteniendo mayores rendimientos, inoocuos, de mejor calidad fitosanitaria, a su vez aumentar el contenido de materia orgánica del suelo. El uso de biofertilizantes ha tomado cada vez más fuerza, ya que originan procesos rápidos, consumen poca energía, no contaminan el medio ambiente, incrementan la fertilidad del suelo y proporcionan protección frente a microorganismos fitopatógenos, al aportar microorganismos

benéficos que ayudan a mantener un equilibrio ecológico por medio de la liberación de nutrientes inorgánicos aumentado la fertilidad de los suelos de cultivo.

(Sarmiento, 2015), refiere del uso intensivo de suelo ha traído como consecuencia perdida de su estructura, disminución de la materia orgánica, y de los microorganismos presentes que al realizar sus procesos metabólicos producen sustancias que contribuyen con la nutrición y la promoción del crecimiento vegetal y mejoran la captación de nutrientes por parte de las plantas. Esa pérdida de biodiversidad, cada vez se evidencia en la baja producción agrícola. Tradicionalmente, para contrarrestar la baja fertilidad de los suelos se emplean fertilizantes químicos; sin embargo, la aplicación de dosis cada vez más altas de fertilizantes se hace insostenible para el agricultor que tiene restricciones de capital y es poco recomendable, debido a la baja captación de los nutrientes por parte de las plantas, debido a que las condiciones del suelo rápidamente capturan los nutrientes dejándolos en formas no disponibles, causando contaminación en los Suelos, aguas y aire.

Dado que la aplicación suficiente y balanceada de materia orgánica y de fertilizantes inorgánicos en el manejo integrado de nutrientes en los diferentes cultivos no se viene haciendo, se ha generado un desequilibrio microbiológico del suelo como resultado de las prácticas de producción tradicionales basadas en nutrición con fuentes químicas exclusivamente, uso excesivo de agroquímicos, bajos o inexistentes aportes de materia orgánica y nula incorporación de microorganismos benéficos. Como consecuencia, los agricultores buscan terrenos nuevos que serán nuevamente contaminados, perdiendo la capacidad del suelo y cada vez en mayor medida, se presenta una reducción en las posibilidades de lotes aptos para la producción. En específico para asegurar un uso sostenible del recurso suelo en lo relacionado con la agricultura se debe asegurar la rentabilidad del mismo, para el agricultor pero que a su vez sea amigable con el ambiente. Esto se logra

haciendo uso de prácticas agronómicas como la rotación de cultivos y preferiblemente la aplicación de bioinsumos, que son microorganismos formulados, de probada actividad y pureza, que le aseguran al agricultor un número específico adecuado por especie, que le dan garantía de calidad y por ende confianza, al menos la misma que le da un producto de origen mineral o químico.

3.10 Características Físicas - químicas y biológicas del suelo

3.10.1 Indicadores de la calidad del suelo.

(OLORTINO, 2016), dice que para evaluar los cambios en la calidad del suelo se debe contar con criterios universales, para ello es preciso contar con variables que puedan servir para evaluar la condición del suelo. Estas variables se conocen como indicadores, las cuales para el caso de suelo pueden ser propiedades físicas, químicas y biológicas o procesos que ocurren en él. La calidad del suelo no solo abarca un componente, por esto, para captar la naturaleza holística de la calidad deberán ser medidos todos los parámetros como salud o producción agrícola. Sin embargo, no todos los parámetros tienen la misma relevancia para todos los suelos o situaciones. Un grupo mínimo de propiedades del suelo, o indicadores, de cada uno de los tres componentes del suelo son seleccionados sobre la base de su aptitud para indicar la capacidad del suelo para funcionar en usos y climas determinados. Para evaluar la calidad de los suelos en función a su uso como fuente de suministros de nutrientes se usa indicadores que permitan estimar la fertilidad del suelo.

Para ello se seleccionarán determinados indicadores físicos y químicos que son utilizados en sistemas agrícolas y forestales. Fertilidad de suelo, la fertilidad del suelo es la resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo. Consiste en la capacidad para suministrar elementos esenciales en cantidades y proporciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plantas específicas.

Además, el suelo debe presentar mecanismos que aseguren contacto entre los elementos esenciales y las raíces.

3.10.2 Propiedades físicas del suelo

1. Fertilidad física.

Se refiere a las propiedades físicas que presenta un determinado suelo y que van a influir en el crecimiento normal de las plantas como son la textura, estructura, color, densidad aparente, porosidad y humedad.

a) Textura y estructura.

Entre las propiedades físicas de los suelos más ampliamente utilizadas como indicadores de calidad se encuentran la textura y la estructura. La textura es la proporción de arena, limo y arcilla expresada en porcentaje teniendo en cuenta solo la fracción mineral del suelo < 2 mm de diámetro. De acuerdo a las distintas proporciones de arena (2 - 0,05 mm), limo (0,05 - 0,002 mm) y arcilla (< 0,002 mm) los suelos se agrupan en clases texturales.

Una clase textural es el nombre con que se designa a un suelo de acuerdo a la fracción o fracciones predominantes. El sistema USDA considera 12 clases texturales.

Figura 4: Clases texturales según la USDA

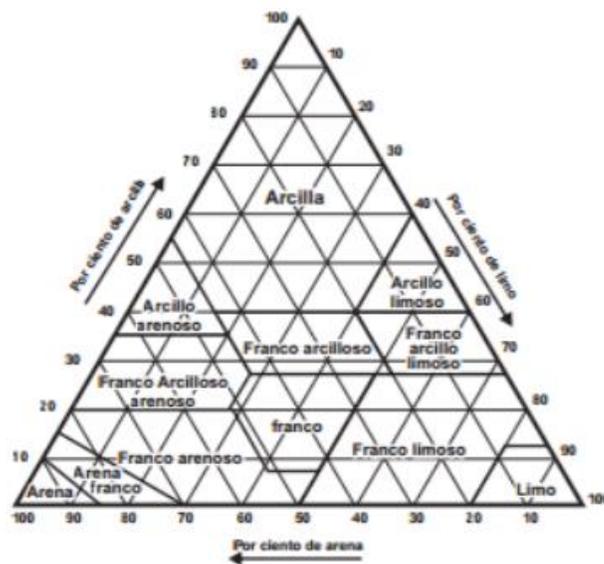


Tabla 3: Descripción de la forma y tamaño de la estructura

Tamaño o clase	Diámetro gránulos	pesor laminas	Diámetro bloques	altura de prisma
Muy fino	<1 mm	<1mm	<5mm	<10mm
Fino	1-2mm	1-2mm	5-10mm	10-20mm
Medio	2-5mm	2-5mm	10-20mm	20-50mm
Grueso	5-10mm	5-10mm	20-50mm	50-100mm
Muy grueso	>10mm	>10mm	>50mm	>100mm

Tabla 4: Descripción del grado de los agregados

Sin estructura	Carente de agregación
Débil	Agregados escasamente visibles
Moderada	Agregados fácilmente observables
Fuerte	Agregados prominentes y visibles

b) Densidad aparente y porosidad total.

La densidad aparente (DA) es definida como la relación entre la masa del suelo seco y el volumen global, que incluye el volumen de las partículas y el espacio poroso entre las partículas. La composición mineral es más o menos constante en la mayoría de suelos; se estima que la Densidad real varía entre 2,6 a 2,7 g/cm para todos los suelos. En tanto que la DA depende del grado de porosidad del suelo; es un valor más variable que depende además de la textura, el contenido de materia orgánica y la estructura. Se puede asumir valores promedio para la densidad aparente de acuerdo a la textura.

Cuadro 1: Relación entre densidad aparente y porcentaje de porosidad total en base a la textura del suelo.

Clase textural	Densidad aparente	% porosidad
Arenoso	1.6 - 1.8	30 - 35
Franco arenoso	1.4 - 1.6	35 - 40
Franco	1.3 - 1.4	40 - 45
Franco limosos	1.2 - 1.3	45 - 50
Arcilloso	1.0 - 1.2	50 - 60

La porosidad es el porcentaje de espacios vacíos (o poros) con respecto del volumen total del suelo. A su vez, la porosidad incluye la macroporosidad

(poros grandes donde se ubica el aire) y la microporosidad (poros pequeños o capilares donde se retiene el agua).

Cuadro 2: Relación de la distribución de poros y la textura.

Suelo	Porosidad (%total)	Microporosidad (%)	Microporosidad (%)
Arenoso	37	3	34
Franco	50	27	23
Arcilloso	53	44	9

c) Color del suelo.

El color del suelo puede ser utilizado como una clave del contenido de ciertos minerales, basada en que los minerales férricos proveen la mayoría y la mayor variedad de pigmentos al suelo. Para la determinación se compara con la tabla Munsell la cual describe todos los posibles colores en términos de tres coordenadas matiz (Hue) que mide la composición cromática de la luz que alcanza el ojo; claridad (Value), el cual indica la luminosidad u oscuridad de un color con relación a una escala de gris neutro; y pureza (Chroma), que indica el grado de saturación del gris neutro por el color del espectro.

d) Humedad en el suelo.

El agua es de vital importancia para el crecimiento de las plantas, no solo porque estas necesitan de ellas para realizar sus procesos fisiológicos, sino porque también el agua contiene nutrientes en solución. Esta humedad es dinámica ya que se mueve constantemente de un lugar a otro en respuesta a las fuerzas de movimiento del agua determinadas por los factores meteorológicos y el uso de las plantas. Estas plantas deben gastar energía para extraer el agua del suelo; eso se debe a que el agua en el suelo está sometida a fuerzas que la retienen en los microporos capilares. Las fuerzas que retienen el agua en el suelo dependen de la textura y de la materia orgánica; las cuales permiten que el suelo pueda retener un volumen de agua disponible para las plantas.

4. Fertilidad química

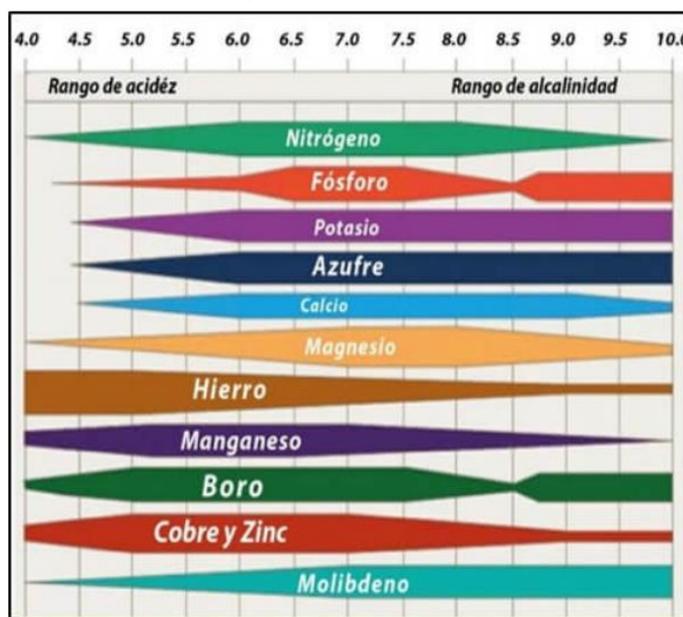
La fertilidad química se refiere a la disponibilidad de los nutrientes, aquí interviene la capacidad del suelo para retener iones y la capacidad del ion a

través de características ambientales para liberar iones. Las estrategias que van unidas a la optimización de la fertilidad química están relacionadas con un adecuado grado de fertilidad física que permita un medio óptimo para que se den los múltiples mecanismos de la dinámica de los ciclos de nutrientes, un adecuado intercambio de oxígeno y agua, una adecuada reserva orgánica y una actividad biológica capaz de activar los procesos de biodegradación y la biodisponibilidad de nutrientes.

a) pH del suelo.

El pH del suelo tiene una influencia indirecta en los procesos químicos, disponibilidad de nutrientes, procesos biológicos y la actividad microbiana. Normalmente, el rango de pH de los suelos varía entre 3,5 a 9, la razón por la que no alcanza valores extremos de 0 o 14 se debe a que la solución suelo no es una solución verdadera sino que constituye una solución coloidal. En cuanto a la disponibilidad de nutrientes para las plantas, a un pH alcalino la disponibilidad de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, y S) y del molibdeno es mayor; mientras que, a pH ácido es mayor disponibilidad de micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu y B), excepto el molibdeno. A la mayoría de los cultivos les favorece rangos de pH de 5 a 7,5. Sin embargo, cada especie se acoge o desarrolla mejor dentro de un determinado rango como se muestra.

Cuadro 3: Influencia del pH del suelo sobre asimilación de los nutrientes



Fuente: Castellanos 2014

b) Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) de una suspensión suelo-agua indica la cantidad de sales presentes en el suelo. Todos los suelos contienen algo de sales, las cuales son esenciales para el crecimiento de las plantas. Sin embargo, un exceso de sales inhibe el crecimiento de las plantas al afectar el equilibrio suelo-agua. Define la actividad vegetal y microbiana, estima la salinización de los suelos y el grado de erosión. Los iones generalmente asociados con salinidad son los cationes Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} y H^{+} . Entre los aniones están los iones NO_3^{-} , SO_4^{2-} , Cl^{-} , HCO_3^{-} y OH^{-} [67]. En general, los valores de la CE para extractos 1:1 entre 0 - 0,8 dS/m son aceptables para el crecimiento de los cultivos. No obstante, para sitios específicos depende del uso específico de las tierras y de la tolerancia de los cultivos. Además estudios de correlación muestran que la CE en pasta saturada es aproximadamente el doble que la CE en extracto 1:1.

Cuadro 4: Salinidad del suelo

E(mmhos/cm o dSm ⁻¹)	Significado agronómico
< 2,0	Efectos de la salinidad casi nulo
2 a 4	Los rendimientos de los cultivos más sensibles pueden ser restringidos
4 a 8	Se reducen los rendimientos de muchos cultivos
8 al 16	Solo los cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente
>16	Solo unos cuantos cultivos muy tolerantes rendirán satisfactoriamente

b) Materia orgánica.

La materia orgánica está constituida por los compuestos de origen biológico que se encuentran en el suelo. Por otro lado, el humus está compuesto de restos post mortem de vegetales y descomposición, transformación y resíntesis. Desempeña un rol muy importante en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo ya que aumenta la capacidad de intercambio catiónico, regula el pH, retiene la humedad y contribuye con la estabilidad de suelos al ayudar a aglutinar las partículas para formar agregados. Además, a nivel nutricional tiene capacidad de retener una gran proporción de nutrientes, cationes y oligoelementos esenciales para el crecimiento de las plantas y, regulan el pH del suelo.

c) Capacidad de intercambio catiónico.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es definida como la suma total de los cationes intercambiables que un suelo pueda adsorber. Se expresa en términos de moles de carga positiva absorbida por unidad de masa. Su unidad de medida en el Sistema Internacional (SI) es centimoles de carga positiva por kilogramo de suelo (cmol (+).kg^{-1}) de suelo; sin embargo, en la actualidad todavía se utiliza la expresión miliequivalentes por 100 g de suelo ($\text{me}/100\text{g}$). La CIC es importante dentro del potencial nutricional del suelo porque almacena nutrientes para las plantas Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , etc., y posteriormente los libera de forma paulatina. Estos nutrientes en forma iónica son retenidos con diferentes fuerzas que dependen del coloide inorgánico, textura, materia orgánica, pH y de las características del ion, Además interviene en los procesos de floculación-dispersión de las arcillas y, por consiguiente, en el desarrollo de la estructura y en la estabilidad de los agregados.

d) Nutrientes

Los nutrientes son sustancias necesarias para que las plantas lleven a cabo su metabolismo y, en consecuencia, se desarrollen y crezcan. La cantidad de nutrientes presente en el suelo determina su potencial para alimentar organismos vivos. Los dieciséis nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas se suelen clasificar entre macronutrientes y micronutrientes dependiendo de su requerimiento para el desarrollo de las plantas. En la nutrición de las plantas no deben faltar ninguno de los macroelementos primarios ni secundarios así como microelementos esenciales y deben estar presentes en la proporción adecuada. Los macronutrientes primarios son consumidos por las plantas en grandes cantidades, mientras que los macronutrientes secundarios son tomados en cantidades menores que los anteriores. Todos ellos tienen sus funciones. Son necesarios en la alimentación de la planta. La deficiencia de cualquiera de ellos ocasiona carencias que afectan de distinta manera al estado general de la planta, dependiendo del nutriente que falte y del grado de carencia. Los

indicadores más usados para la evaluación de la fertilidad son los macronutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). Pero, para determinados tipos de suelos que presentan déficit en micronutrientes o cuando en la zona de estudio no hay registros de caracterización de los suelos es indispensable la selección de los micronutrientes ya que su insuficiencia puede dar lugar a carencia y su exceso a toxicidad, es el caso del hierro (Fe), cinc (Zn), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl).

5. Fertilidad Biológica del suelo

a) Ciclo del Nitrógeno

(FAO, 2013), comenta del Ciclo del nitrógeno del suelo se relaciona con la actividad microbiana y fauna del suelo como las lombrices, nematodos, protozoarios, hongos, bacterias y artrópodos. La biología del suelo juega un papel fundamental en la composición del suelo y sus características. Sin embargo, al ser una ciencia recién descubierta permanece mucho por investigar y como afecta la naturaleza de los suelos. Los organismos del suelo descomponen la materia orgánica proveniente de restos vegetales y animales liberando a su vez nutrientes para ser asimilados por las plantas. Los nutrientes que se encuentran almacenados dentro de los organismos del suelo impiden su pérdida por lixiviación. Los microorganismos del suelo mantienen la estructura mientras las lombrices remueven el suelo. Las bacterias juegan un papel crucial para el Ciclo del Nitrógeno mediante varios procesos:

- La mineralización del nitrógeno en el suelo se define como la impregnación con amoníaco o componente de amoníaco (NH_3). Un proceso donde las formas puras de nitrógeno se transforman en amonio (NH_4^+) con la ayuda de descomponedores o bacterias. Cuando una planta o animal muere. Las bacterias, o en algunos casos los hongos, transforman el nitrógeno orgánico en los restos de vuelta a amonio, un proceso denominado la mineralización o amonificación.

- La nitrificación incluye un proceso en que se divide en tres etapas. En la primera etapa las bacterias transforman el nitrógeno en forma de amonio (NH_4^+) por lo que pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas. En la segunda etapa el amonio se oxida y se forma nitrito NO_2 . En la tercera etapa mediante oxidación se forma nitrato, NO_3 .
- La fijación de nitrógeno ocurre con bacterias en el suelo o algas capaces de fijar el nitrógeno atmosférico incorporándolo a su organismo y depositado al suelo una vez muertos. Las bacterias *Azobacter* y *clostridium* se nombran como las fijadoras de nitrógeno en manera no simbiótica. Las bacterias que llevan a cabo fijación simbiótica incluye *Rhizobia*. Su hábitat se encuentra alrededor de las raíces leguminosas formando nódulos en las células corticales habitadas por las bacterias.
- Desnitrificación devuelve el nitrógeno a la atmósfera. Las bacterias anaeróbicas *Achromobacter* and *Pseudomonas* llevan al proceso la conversión de nitratos y nitritos como óxido de nitrógeno N_2O o N molecular N_2 . En exceso el proceso tiende a conducir a pérdidas totales de nitrógeno disponible en el suelo y en consecuencia su fertilidad.

b) Ciclo del Carbono

El carbono se intercambia entre la biosfera, pedosfera, geosfera, hidrosfera y atmósfera de la Tierra. Se designa como el proceso más importante del planeta al reciclar y reutilizar el elemento más abundante del planeta. Los flujos anuales del carbono y sus intercambios entre las distintas reservas ocurren debido a los procesos químicos, físicos, geológicos y biológicos.

Los organismos que viven en el suelo son factores determinantes para la circulación de nutrientes y del carbono en el suelo. Una gran parte de la materia orgánica originada por la descomposición anual de los residuos vegetales se acumula en la superficie del suelo o en la zona radicular y se consume casi por completo por los organismos del suelo creando así una reserva de carbono con una rápida tasa de renovación, en muchos casos, entre 1 a 3 años. Los subproductos de este consumo microbiano resultan en

emisiones de dióxido de carbono, CO₂, y agua, H₂O, y una variedad de compuestos orgánicos designados como humus. El humus está compuesto por sustancias difíciles de degradar y por ello resulta lenta su descomposición. Al ser formado en horizontes superficiales del suelo generalmente una parte se precipita hacia perfiles inferiores como complejos arcillo-húmicos. En los perfiles más profundos del suelo el tenor de oxígeno suele ser menor por lo que dificulta la descomposición del humus por los organismos. Pero con el tiempo, debido a varios procesos naturales que remueven el suelo el humus se vuelve a aportar hacia horizontes superiores donde se podrá descomponer y liberar más CO₂. Es por ello que el humus constituye una reserva más estable para el carbono del suelo con duración de centenas a miles de años. En la mayoría de los suelos, la descomposición del humus rápida y lenta lleva a un tiempo de residencia de alrededor de 20 a 30 años. Los microorganismos del suelo (considerando en términos de sus emisiones de respiración) disponen alta sensibilidad al contenido de carbono orgánico en el suelo tal como a la temperatura y tenor de agua por lo que aumentan la respiración en tenores elevados de carbono, temperaturas elevadas y condiciones más húmedas en el suelo.

3.11 DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES

La Republica del Perú, Ministerio de Energía y Minas, dice que el objetivo del muestreo de suelos es obtener información confiable sobre un suelo específico. Aunque las muestras se colectan para obtener información respecto al cuerpo de suelo más grande denominado "población", tales muestras podrán ser o no representativas de la misma, dependiendo de cómo hayan sido seleccionadas y colectadas.

El primer paso al planear la actividad de muestreo de un sitio contaminado es definir los objetivos. Los objetivos del muestreo ambiental se dividen, de manera amplia, en metas exploratorias (de vigilancia) y de monitoreo (de evaluación). El muestreo exploratorio está diseñado para brindar información

preliminar respecto al sitio o material materia de análisis. Existen tres enfoques básicos para el muestreo: selectivo, sistemático y al azar. El muestreo selectivo consiste en escoger sitios para el muestreo en base a diferencias obvias o típicas. Tales diferencias se determinan según la experiencia del muestreador y generalmente incluyen factores tales como la visibilidad del área de un derrame de químicos, los cambios en el color del suelo, las áreas de perturbación física anterior o las áreas sin vegetación o con vegetación muerta. En los estudios ambientales, el muestreo selectivo a menudo constituye la base de una investigación exploratoria.

El monitoreo generalmente tiene como fin brindar información acerca de la variación de concentraciones de parámetros específicos durante un lapso determinado o dentro de un área geográfica específica. Un plan de muestreo para monitoreo normalmente será más eficaz si va precedido del muestreo exploratorio o si existe información histórica sobre el parámetro de interés en el sitio de muestreo.

3.12 LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN EL PERÚ.

La república del Perú considera que el suelo es uno de los recursos naturales más importantes con los que se cuenta, ya que este resulta ser esencial para la supervivencia de los seres humanos, animales y plantas. Que a pesar de ser un recurso natural renovable cuyo proceso de formación toma décadas y/o siglos, se considera que la capacidad para la renovación de un suelo es, a escala humana, muy limitada o casi no existente. Por todo lo mencionado, se considera el suelo como un recurso natural que requiere una alta protección, incluyendo el impedimento de alteraciones de su calidad por contaminantes (MINAM, 2015). Para cumplir con ese objetivo, en el país se ha implementado a lo largo de los últimos años normativa ambiental respecto a este recurso, así tenemos que:

- En el año 2013, mediante el *Decreto Supremo N°002-2013-MINAM* se establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el recurso suelo, señalando como suelo contaminado a aquel cuyas características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana. Este D.S. contempla el ECA para ciertos plaguicidas OC (Aldrín, Endrín, DDT y Heptacloro), pero no para toda la gama de plaguicidas OC, OF y CA.
- En el año 2014, en el marco del D.S. N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo; se publica la Guía para Muestreo de Suelos. Esta guía establece especificaciones determinar la existencia y dimensión de contaminación en el suelo y determinar las concentraciones de nivel de fondo. Se establecen los tipos de muestreo, técnicas de muestreo, criterios para la determinación del número de muestras, así como las medidas de calidad para la toma y manejo de muestras de suelo.
- En el año 2015, en el marco del D. S. N° 002-2013-MINAM, así como en el D. S. N° 002-2014-MINAM (Disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental - ECA para Suelo), se publica la “Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA)”, que es una herramienta práctica para la Evaluación de Riesgos. Estos se basan en los datos y resultados obtenidos en la fase de identificación y caracterización de un sitio contaminado con el fin de entender las relaciones y causalidades entre la presencia de los contaminantes, las distintas rutas y vías de exposición y los efectos adversos observados en el ambiente o los efectos potenciales que puedan presentarse.

Respecto a la regulación del uso de plaguicidas en el país, se cuenta con el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), creada por el Decreto de Ley N° 25902, siendo el ente responsable de vigilar la seguridad sanitaria del agro nacional. En el Perú se han restringido el uso de los plaguicidas agrícolas Paraquat y metamidofos (OF). Y se ha prohibido el uso de otros OC como Aldrín, Endrín, diendrín, Heptacloro, Canfecloro/Toxafeno, DDT (Dicloro

Difenil Tricloroetano), Lindano, Endosulfan entre otros así como de algunos OF como Aldicarb, Parathion, Monocrotofos. y otros como Arseniato de plomo por el D.S. N° 037-91- AG, 1991.

En las últimas décadas el impacto del uso de plaguicidas de manera excesiva y sin control, ha provocado el deterioro de la salud y del ambiente, lo que ha conllevado que organismos internacionales y gobiernos como de E.E.U.U., Unión Europea y países Latinoamericanos (Colombia, Argentina, Chile entre otros) presten una mayor atención a estos problemas, contando con guías para la Estimación de Riesgos Ambientales (teniendo como uno de los puntos prioritarios la ERA del uso de plaguicidas), mucho antes que nuestro país implemente el suyo en el año 2015. Además, el Perú aún no cuenta con una normativa sobre la inclusión de pruebas de toxicidad en los programas de monitoreo y evaluación de calidad ambiental, además de los parámetros fisicoquímicos tradicionales, como ya sucede en los países ya mencionados.

4 MARCO CONCEPTUAL.

4.1 Bioensayo

(Girbau E., 2010), Procedimiento para estimar la concentración o actividad biológica de una sustancia midiendo su efecto sobre un sistema vivo.

4.2 Bio-acumulación

Incremento progresivo de la cantidad de una sustancia en un organismo o parte de un organismo, que ocurre porque la velocidad de captación excede la de eliminación.

4.4 Buena práctica Agrícola

La buena práctica agrícola en la utilización de plaguicidas incluye los usos inocuos de los plaguicidas en las condiciones reales necesarias para el control eficaz y fiable de las plagas, autorizados a nivel nacional.

4.5 Efecto letal

Respuesta a un estímulo, en concentraciones en un agente tóxico, que causa la muerte por acción directa.

4.6 Límite máximo para residuos de plaguicidas

Es la concentración máxima de residuos de un plaguicida (expresado en mg/kg), recomendada por la Comisión del Codex Alimentarius, para que se permita legalmente su uso en la superficie o la parte interna de productos alimenticios para consumo humano.

4.7 Agroquímicos

Se entiende por agroquímicos ó comúnmente denominados “plaguicidas”, a aquellas sustancias destinadas a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, el término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladores del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o inhibidores de la germinación, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte.

4.8 Residuo de plaguicida

Es cualquier sustancia específica presente en alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales como consecuencia del uso de un plaguicida. El término incluye cualquier derivado de un plaguicida, como productos de conversión, metabolitos y productos de reacción, y las impurezas consideradas de importancia toxicológica.

4.9 Toxicidad

Capacidad para producir daño a un organismo vivo, en relación con la cantidad o dosis de sustancias administradas o adsorbida, la vía de

administración y su distribución en el tiempo, tipo gravedad del daño, tiempo necesario para producir este, la naturaleza del organismo afectado y otras condiciones intervinientes.

4.10 Toxicidad aguda

Capacidad de una sustancia para producir efectos adversos dentro de un corto plazo de tiempo (usualmente 24 horas, pero se admite hasta 14 horas) después de la administración de una dosis única (o una exposición dada) otras dosis o exposiciones múltiples en 24 horas.

4.11 Fungicidas

Los Fungicidas como su nombre lo indica son compuestos químicos o biológicos que ayudan a prevenir, inhibir o eliminar la presencia de algunos tipos de esporas y hongos considerados como agentes bióticos negativos para la producción agrícola, los cuales tienen la capacidad de intervenir con el sano desarrollo de las plantas y provocar un bajo rendimiento en los cultivos, por esta razón se utilizan para impedir su propagación, para proteger a las semillas, para desinfectar el suelo y para la aplicación foliar.

4.12 Insecticidas

Los insecticidas son compuestos químicos utilizados para controlar o matar insectos portadores de enfermedades. El origen etimológico de la palabra insecticida deriva del latín y significa literalmente matar insectos (hormigas, cucarachas, mosquitos, moscas, piojos, polillas, escarabajos, pulgas, avispas, termitas, ácaros, caracoles, babosas, pulgones, orugas, trips, moscas blancas, infecciones parasitarias de gusanos, polillas, escarabajos y otras plagas).

Los insecticidas están disponibles en muchas formas diferentes, las cuales incluyen polvos humectables, aerosoles, gases, gránulos, soluciones oleosas, concentrados emulsionables, tratamientos de semillas, aerosoles

líquidos a base de aceite, concentrados de nebulización, líquidos de ultra bajo volumen y aerosoles de volumen ultra bajo.

4.13 Contaminación ambiental

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente físico, químico o biológico o puede ser producido por una combinación de varios agentes externos e internos. Cuando un plaguicida es aplicado a un cultivo, solamente alcanza el organismo “blanco” aproximadamente el 1%, mientras que el 25 % es retenido en el follaje, el 30 % llega al suelo y el 44 % restante es exportado a la atmósfera y a los sistemas acuáticos por escorrentía y lixiviación (Brady y Weil, 1996 citado en Bruno, 2016). La contaminación de los diferentes compartimentos ambientales (agua, suelo y aire) por plaguicidas es el problema más grave de la agricultura actual. El problema se agrava cuando el plaguicida es transportado desde el suelo hacia el aire, agua o vegetación/animales, pudiendo entrar en contacto con una amplia gama de organismos, incluyendo los seres humanos (Sánchez, 2008).

4.14 Desequilibrio físico

Los principales desequilibrios físicos son las propias enfermedades físicas que por lo general atacan a la agricultura. Desequilibrio físico, es acumular cosas en nuestros activos, teniendo en cuenta que todo lo que tiene peso, volumen y se puede cuantificar, es materia. Es creer que los demás productos son objetos que se pueden comprar, manipular o destruir.

4.15 Desequilibrio químico

Exceso o escasez de cualquier sustancia que ayuda a la producción de la agricultura a funcionar en condiciones normales como debe. Un desequilibrio químico puede deberse a ciertas protuberancias y puede producir cambios en el comportamiento de las plantas.

4.16 Desequilibrio biológico

El término **desequilibrio ecológico** se refiere a la pérdida de balance que existe en el medio ambiente y que afecta directamente al medio de la producción agrícola. Es una situación de desajuste o alteración de las relaciones de interdependencia entre los componentes naturales que conforman el ambiente. Sus causas en su totalidad son los seres humanos y se debe a que estos aprovechan exageradamente los recursos naturales que son de vital importancia para la sobrevivencia entre ellos están el agua, el aire, la flora y la fauna que son los que mantienen el equilibrio de la naturaleza.

4.17 Técnicas analíticas para la detección de plaguicidas

El análisis de contaminantes orgánicos en matrices medioambientales tiene dos etapas fundamentales de similar importancia: una de tratamiento de muestra y otra de análisis. La etapa de preparación de muestra es muy crítica en matrices medioambientales, porque suelen ser muy complejas con contenidos muy bajos de los analitos. En cuanto a la etapa de análisis de contaminantes orgánicos fundamentalmente se emplean las técnicas cromatográficas, destacando las aplicaciones de la cromatografía de gases y de líquidos.

García y Pérez, (2012): A. Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC): Es probablemente el método más empleado en estudios medioambientales por su amplia versatilidad en la detección de la mayor parte de los contaminantes medioambientales analizados por cromatografía de líquidos. Sin embargo, presenta una limitada sensibilidad y selectividad cuando las muestras medioambientales son complejas y los contaminantes se encuentran a niveles traza.

4.18 Cromatografía de gases (GC)

(Mexico, Diciembre 2007), Aunque la GC es la técnica cromatográfica más extensamente aplicada y con mayor versatilidad en el análisis de contaminantes ambientales, su aplicación se ve altamente limitada por la

ausencia de volatilidad de muchos compuestos y/o la inestabilidad térmica que presenten (García y Pérez, 2012) La mayoría de los detectores GC son detectores de ionización (FID, NPD, FPD, MSD), su respuesta es sensible al cambio de masa del analito (Stachenko y Martínez, 2009).

4.19 GC con detector de ionización de llama (GC-FID)

La cromatografía de gases con detector de ionización de llama o GC-FID es una técnica analítica muy común cuyo uso está muy extendido en los mercados petroquímicos, farmacéuticos y de gas natural.

Un detector de ionización de llama suele utilizar una llama de aire o hidrógeno por la cual se pasa la muestra para oxidar las moléculas orgánicas y que produce partículas con carga eléctrica (iones). Los iones se recogen y se produce una señal eléctrica, que se mide a continuación.

Como es habitual también en otras técnicas de cromatografía de gases, se necesita un gas portador con pocas impurezas de agua y oxígeno, ya que el agua y el oxígeno pueden interactuar con la fase estacionaria y provocar problemas significativos, como un elevado ruido de línea base y purga de la columna en el cromatograma de gases de salida, lo que reduciría la sensibilidad del analizador y la vida útil de la columna. El detector de ionización de llama es además extremadamente sensible a las impurezas de hidrocarburo del suministro de hidrógeno y aire de la llama. Estas impurezas pueden aumentar el ruido de línea base y reducir la sensibilidad del detector.

CAPÍTULO II:

EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la realidad problemática.

La presente investigación se desarrolló en las comunidades campesinas de las Microcuencas de Huaypo y Microcuenca de Piura y del distrito de Chinchero, Provincia de Urubamba, ubicada a una altitud de 3745 m, a 30 km de la ciudad del Cusco.

Después del proceso de la revolución verde el uso de agroquímicos se ha convertido parte del proceso de cultivo de la papa, muchos agroquímicos se han manipulado en forma indiscriminada; sin tomar en cuenta el grado de toxicidad y el tiempo de prevalencia de productos en el medio ambiente. El incremento de la población de las plagas nos hace pensar que existe resistencia a ciertos plaguicidas, es el motivo por el cual el agricultor hace uso indiscriminado de los agroquímicos; produciéndose en el suelo la degradación, la infertilidad originando serio problema de contaminación ambiental y generando impacto ecológico, puesto que pueden producir la extinción de especies útiles y además, generan potenciales riesgos para la salud de los sujetos expuestas.

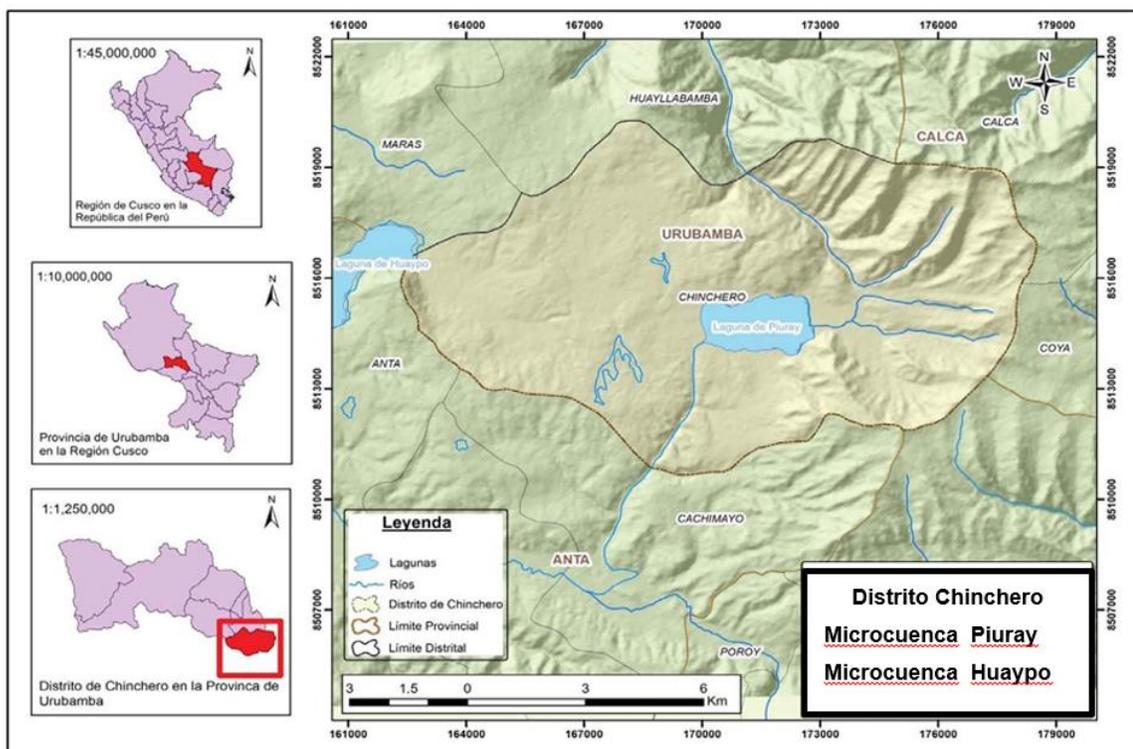
A nivel mundial los distintos usos de suelos y la mala práctica del manejo técnico en la aplicación de diferentes tipos de agroquímicos, ocasionan un significativo deterioro del suelo, los mismos que inician con cambios en la micro fauna y la pérdida de la fertilidad y la disminución de la materia orgánica, en cada campaña, los agricultores compran plaguicidas por la necesidad de combatir las plagas, esta es una de las causas por las que los compuestos han ido evolucionando sin tener en cuenta que con la

aplicación de estos plaguicidas están ocasionando graves problemas de contaminación del medio ambiente.

Por tal motivo, es necesario informar a todos los agricultores y la población en general propensos a dicha contaminación principalmente de los vecindarios de la zona de Chinchero, tengan conciencia en el uso de los agroquímicos en los cultivos como es el caso particular de la papa.

Para lo cual mediante el trabajo de investigación analizamos las muestras extraídas del suelo agrícola de las áreas determinadas de las microcuencas del distrito de Chinchero, Provincia de Urubamba Región Cusco.

Mapa 1: Distrito de Chinchero: Microcuenca de Piuray y Huaypo



2.2 Antecedentes teóricos: Investigaciones.

(Olortino, 2016), en su tesis concluye que, en cuanto a las propiedades químicas, presentan mucha variabilidad y limitaciones en los nutrientes disponibles en el suelo. Estas propiedades varían verticalmente a lo largo de

los niveles altitudinales y horizontalmente con los manejos de sus cultivos, los suelos no presentan problemas ni de salinidad ni sodicidad, los micronutrientes disponibles (hierro, cobre y cinc) se encuentran en grandes cantidades y los macronutrientes (calcio, magnesio y potasio) en pequeñas proporciones debido a los pH ligeramente y moderadamente ácidos. Los niveles de fósforo y azufre se encuentran entre valores medios y altos siendo liberados por la buena humedad y materia orgánica del suelo. Caso contrario es el nitrógeno que presenta una mayor movilidad y transformaciones que limitan la acumulación en el suelo. A partir de los resultados se infiere que las principales limitaciones en el CC. PP. La acidez potencial que, con el efecto del cambio climático (altas temperaturas y altas precipitaciones) y el mal manejo de los riegos, se va ir agravando generándose un medio rico en aluminio, baja cantidad de cationes básicos (Ca, Mg y K) y niveles bajos de nitrógeno por su alta movilidad, obteniendo bajos rendimientos en los cultivos. Los indicadores que influyen en la fertilidad y explican en un 64,7 % su variabilidad son: pH, materia orgánica, porcentaje de arena, calcio, magnesio, potasio, zinc, capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de saturación de base. A partir de los resultados alcanzados, se concluye que la estación D-90% es el que presenta un suelo de mejor fertilidad, sobre todo, por su alto contenido en materia orgánica y su buen manejo de andenes en descanso. Después de un periodo de descanso en barbecho, los suelos habrían recuperado sus nutrientes.

(Aguilar, 2017), en su tesis “Repercusión social, económico y ambiental del manejo integrado del gorgojo de los andes (*Premnotrypes spp.*), en el distrito de Chinchero - Cusco.” concluye que de los agricultores su mayor producción y su principal ingreso económico es del cultivo de la papa; los agricultores se ven afectados por los bajos rendimientos y por tubérculos dañados por los insectos como es el caso del Gorgojo de los andes por ende los comerciantes no quieren pagar su costo por la producción en la compra y venta de los tubérculos, motivo por el cual los agricultores se ven obligados a aplicar mayor cantidad de agroquímicos entre insecticidas,

fungicidas, fertilizantes inorgánicos, etc., contaminando el ambiente y particularmente el suelo.

(Cardenas, 2017), en su tesis “Análisis de costos de producción en 5 variedades de papa híbrida con una tecnología media en el sector Huatata, distrito de Chinchero, provincia Urubamba Región Cusco.” concluye que los agricultores invierten en insumos, mano de obra, maquinaria agrícola, tracción animal, transporte, alimentos y bebida que suman más de 8000 soles, variando los costos para otras variedades mayores a 10 000 soles. Los agricultores que han producido las variedades canchan, única, Yungay no han tenido ganancia es decir no han recuperado su inversión, esto debido a que sus costos directos en fertilizantes y productos químicos como los pesticidas para controlar plagas y enfermedades de la papa son muy elevados.

(Champi, 2016), en su trabajo presentado a continuación se llevó a cabo entre 2014 y 2016, evaluando el riesgo ambiental del plaguicida Karate (Lambda- cialotrina) en suelos destinados al cultivo de papa en el sector de Huatata perteneciente a la comunidad de Yanacona del distrito de Chinchero. La investigación tuvo como objetivo detectar la presencia de residuos de plaguicidas en suelos de la zona de estudio y si los niveles de estos contaminantes representan riesgo ambiental. La investigación se estructuró en tres fases: 1) Formulación del problema 2) Evaluación de riesgo ambiental y 3) Caracterización del riesgo. En la Fase 1, se realizó una encuesta acerca de las características de uso y aplicación de plaguicidas, un estudio físico-químico de las muestras de suelo y un análisis de Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC) para revelar la cantidad de residuos de plaguicidas en los suelos muestreados. En la segunda fase, se calcularon los cocientes de riesgo para la estimación del riesgo a partir de los resultados de los bioensayos realizados con el plaguicida Karate. Finalmente en la fase 3 se compararon los datos obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental

(ECA) y se realizaron las discusiones correspondientes acerca de los resultados de las fases 1 y 2.

El análisis HPLC detectó 5 plaguicidas diferentes (Heptacloro, Dieldrin, Malation, Paration y Lambda-cihalotrina); se decidió evaluar los efectos del plaguicida Karate mediante bioensayos que permitieron conocer los valores capaces de causar daños letales (LC50, NOEC y LOEC), efectos subletales y genotóxicos (NOAEL y LOAEL) en organismos acuáticos (*Daphnia* sp. Y *Oncorhynchus mykiss*) y terrestres (*Eisenia* sp., *Raphanus sativus* y *Beta vulgaris*). Los bioensayos revelaron que los valores de referencia NOAEL (concentración máxima del toxico que no genera efectos en los organismos sometidos al bioensayo) para micronucleos constituyen el mejor biomarcador a evaluar para determinar la sensibilidad de los organismos frente a Karate. Obteniendo la siguiente secuencia decreciente de tolerancia frente al tóxico.

2.3 Definición del problema (principal y específico)

2.3.1 Problema principal.

¿En qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la contaminación del suelo agrícola, en el distrito de Chinchero, Región Cusco?

2.3.2 Problemas específicos:

- ¿En qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la dimensión del desequilibrio físico del suelo?
- ¿En qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la dimensión del desequilibrio químico del suelo?
- ¿En qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la dimensión del desequilibrio biológico del suelo?

2.4 Finalidad y objetivos de la investigación.

2.4.1 Finalidad

La investigación tiene por finalidad determinar la incidencia del uso de agroquímicos en el cultivo de papa y la contaminación del suelo agrícola, implica conocer y plantear alternativas de solución de los residuos de los agroquímicos después de aplicar al cultivo de papa en el Distrito de Chinchero, Región Cusco; cuyos efectos constituyen contaminación alta en el medio ambiente (suelo, agua, atmosfera).

Con los resultados de la investigación se plantea estrategias de manejo adecuado de agroquímicos que debe utilizar el agricultor en cada campaña y concientizar las precauciones que debe tomar en cuenta para proteger la salud de los seres vivos.

2.4.2 Objetivo General y Específicos

Objetivo General

Determinar en qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la contaminación del suelo agrícola, en el distrito de Chinchero, Región Cusco.

Objetivos específicos:

- Determinar en qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la dimensión del desequilibrio físico del suelo agrícola, en el distrito de Chinchero, Región Cusco.
- Determinar en qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la dimensión del desequilibrio químico del suelo agrícola, en el distrito de Chinchero, Región Cusco.

- Determinar en qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la dimensión del desequilibrio biológico del suelo agrícola, en el distrito de Chinchero, Región Cusco.

2.4.3 Delimitación del Estudio

El trabajo de investigación fue realizado en las microcuencas de Piuray y Huaypo del Distrito de Chinchero, Provincia de Urubamba, Region Cusco, mayo - julio 2019.

2.4.4 Justificación e Importancia de Estudio

Los pobladores de la zona de investigación ha desarrollado la agricultura como una de sus principales fuentes alimentarias y debido a que la población rural del lugar aumenta a un ritmo vertiginoso, se han tenido que implementar modelos de producción agrícola de alto rendimiento para dotar de buena calidad y suficiente cantidad al mercado regional y nacional con el alimento como es la producción de la papa de diferente variedad.

El distrito de Chinchero es eminentemente agrícola por excelencia produciendo hasta 20 tn/ha de papa, este cultivo en el proceso de producción se ve afectado por plagas y enfermedades, esto hace que el uso de agroquímicos sea un insumo eficaz para controlar estos organismos. Sin embargo, mal manejo de plaguicidas muchas veces con información insuficiente, son un riesgo potencial para la salud humana, ya que se trata de productos altamente tóxicos, y por tal razón hay la necesidad de determinar el nivel de contaminación del suelo agrícola con el fin de prevenir el riesgo que ocasiona al productor y, a su familia, comunidad y población en general. Por tanto, la presente investigación tiene el propósito de determinar en qué medida incide el uso de agroquímicos en el cultivo de papa y establecer el nivel de contaminación del suelo agrícola con los resultados del análisis de laboratorio, muestras que fueron recolectadas de las dos Microcuencas zonas en estudio.

2.5 Hipótesis y Variables

2.5.1 Hipótesis Principal.

El uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide directamente en la contaminación del suelo agrícola en el distrito de Chinchero, provincia de Urubamba, Región Cusco.

2.5.2 Hipótesis Específico.

- El uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide directamente en la dimensión del desequilibrio físico del suelo en el distrito de Chinchero provinciade Urubamba, Región Cusco.
- El uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide directamente en la dimensión del desequilibrio químico del suelo en el distrito de Chinchero Provincia de Urubamba, Región Cusco.
- El uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide directamente en la dimensión del desequilibrio biológico del suelo en el distrito de Chinchero provincia de Urubamba, Región Cusco.

2.5.3 Variables e Indicadores Variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
V1: VI: Uso de agroquímicos en el cultivo de papa	Compuestos químicos	- Organofosforados - Organoclorados - Carbamatos - Y otros
V2: VD: Contaminación del suelo agrícola	Desequilibrios físico	- Textura y estructura - Densidad aparente - Color del suelo - Humedad
	Desequilibrios químico	- pH del suelo - Conductividad eléctrica - Materia orgánica - Capacidad de intercambio catiónico
	Desequilibrios biológicos	- Materia orgánica

CAPÍTULO III:

METODO, TECNICA E INSTRUMENTOS

3.1 Metodología

Para evaluar los agroquímicos presentes en el suelo se utilizó el método de Cromatografía de capa fina, y para las características físicas, químicas y biológicas se utilizó la metodología aplicada por la química y las ciencias del suelo que combinan métodos descriptivos y analíticos en un laboratorio de análisis de suelo.

3.2 Población y Muestra

El universo de nuestra investigación son las áreas de producción con papa del distrito de Chinchero, nuestro objetivo muestras de suelo agrícola para su análisis en laboratorio.

3.3 Diseño de la Investigación

El Diseño de la presente investigación fue cuasi experimental, ya que se basó en analizar cuan contaminado está el suelo agrícola con la aplicación de los agroquímicos en la cosecha del cultivo de papa.

3.3.1 Tipo de Investigación

Es una investigación de tipo aplicada, el suelo fue analizado en un laboratorio para determinar la presencia de los agroquímicos, y las propiedades física, química y biológica del suelo.

3.3.2 Nivel de Investigación

Es descriptiva porque nos permitió conocer el tiempo de permanencia de los agroquímicos en el suelo y analizar las características físicas, químicas y biológicas que muestran los resultados del análisis en un laboratorio.

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de muestras de suelo, se utilizó la Guía para el muestreo de suelo MNAN 2013 - ECA.

3.5 Procedimiento

Dicha investigación se realizó en 3 etapas, las que se describen a continuación:

a) Etapa de campo

Se hizo la determinación de las áreas con producción de papa que cosecharon para extraer las muestras de suelo. En la actividad de cosecha los agricultores están mejor organizados en la microcuenca de Piuray, ellos trabajan en Ayni (Trabajo mutuo), esto lo realizan a partir del 15 de mayo hasta mediados de abril. En la microcuenca de Huaypo los agricultores tienen mayores áreas de producción esto implica la cosecha a partir de abril a mayo de cada campaña.

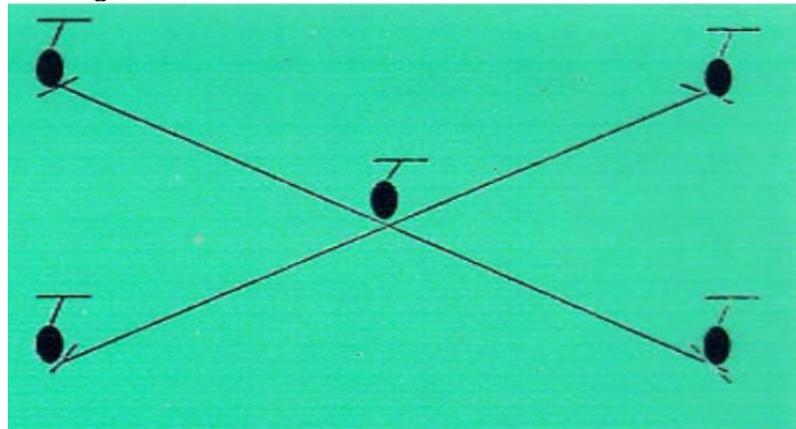
b) Etapa de recolección de muestras

Se establecieron los puntos de muestreo en las dos microcuencas teniendo en cuenta áreas que tengan la configuración de un cuadrado y el tamaño sea un promedio de una hectárea. De cada 1000 m² se tomaron 5 submuestras de suelo (figura N° 3), primero se retiró el suelo superficial, luego se hizo el hoyo a una profundidad de 30cm de la cual se extrajeron las muestras en promedio de 1 kilo, de los 1000m² se llevó la muestra a una arpillera para mezclar y extraer de esta 1 kilo de suelo (Esto se repite para las 1ha.), teniendo 10 muestras; además se hizo la mezcla total, extrayendo la muestra que fue enviada al laboratorio para su análisis.

Fotografía 2; Recolección de muestras de suelo



Figura N°4: Muestreo de suelo en forma de X



Fuente: Guía para muestreo de suelo - MINAN - 2013

c) Fase de laboratorio

Las submuestras tomadas en las microcuencas, fueron llevadas al laboratorio de química MC-QUIMICALAB en la ciudad de Cusco; para analizar los ensayos para la valoración toxicológica y la separación de la primera etapa de la muestra del suelo, se tomó la muestra de suelo agrícola en la cantidad de 1kg, luego haciendo un cuarteo se extrae 100 gr., el cual se llevó a homogenizar la muestra pasando sobre una malla de 2mm al que se adiciona OCI//OP, de esta la muestra homogeneizada se extrae 10g (vial de 40ml con empaque PTF). Se adicionó dicloro metano (CH_2CL_2) con grado HPLC - 25ml, esta fue cerrada herméticamente, agitando por 3 minutos para ser centrifugado a 3500rpm por 5 min. La toma de la fase orgánica con 15 ml el que fue evaporado a sequedad de 35

- 40°C. Redisolución con 1000ml de CH₂CL₂, se realizó a 0,45 micras 1,3 mm, PTF y preservación en viales GC de 2ml. Aplicando GC - 2,00 micras. El extracto que se obtuvo a través del diclorometano es el sustrato que sirve para la cromatografía de capa fina y también para cromatografía HPLC, y cromatografía de gases, con el objetivo de determinar los compuestos de organoclorados y organofosforados.

Para determinar las características físicas, químicas y biológicas del suelo se enviaron las muestras a los laboratorios BIOTECOOP ciudad de Lima, para determinar la textura y estructura, densidad aparente, humedad, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y la presencia de los componentes de la microfauna y macrofauna del suelo.

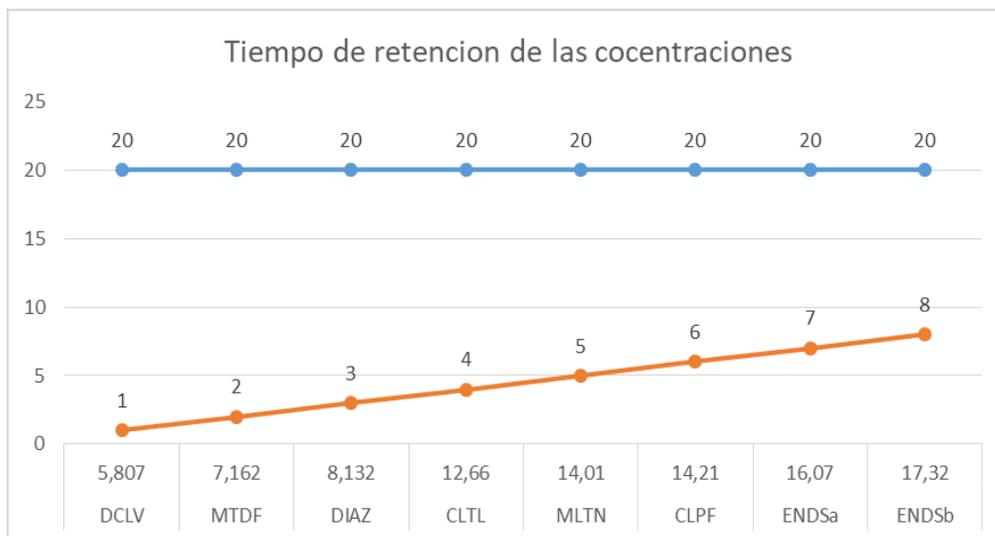
CAPÍTULO IV:

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

De los resultados encontrados se presentaron en cuadros, los mismos que han sido debidamente interpretados, luego se procedió a realizar la contrastación de las hipótesis, la discusión de los resultados y finalmente se procedió a concluir y recomendar.

Cuadro 5: Estimación cualitativa de los compuestos (organoclorado y organofosforado) de las Microcuencas de Huaypo y Piuray.



Del cuadro N° 5, de estimación cualitativa, la técnica analítica utilizada fue cromatografía de gases con detector de ionización de llama o GC-FID, esta estimación se realizó simultáneamente para las dos microcuencas. La variación del tiempo para esta prueba fue de 2 a 23 minutos, tiempo en el que se hizo la presencia de 21 compuestos químicos presentes en el suelo. Por coincidencia los compuestos organofosforados y organoclorados que se detectaron se repiten para las dos microcuencas.

4.1.1 Efectos causados al medio ambiente y a la salud de los seres vivos.

Cuadro 6: Estimación cualitativa para la Microcuenca de Piuray

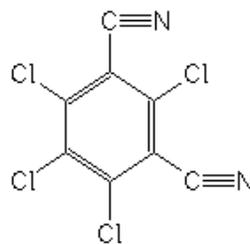
	Nombre del producto	Estimación Cualitativa	Órgano Clorados	Órgano Fosforados
1	Dichlorvos - DCLV	DE	-	x
2	Endosulfan a - ENDSa	DE	x	-
3	Endosulfan b - ENDSb	DE	x	-
4	Malation - MLTN	AD E	-	x
5	Methamidophos - MTMF	ND	-	x
6	Diazinon - DIAZ	ND	-	x
7	Chlorothalonil - CLTL	ND	-	x
8	Chlorpyrifos - CLPF	ND	-	x

Cuadro 7: Estimación cualitativa para la Microcuenca de Huaypo

	Nombre del producto	Estimación Cualitativa	Órgano Clorados	Órgano Fosforados
1	Dichlorvos - DCLV	DE	-	x
2	Endosulfan a - ENDSa	DE	x	-
3	Endosulfan b - ENDSb	DE	x	-
4	Malation - MLTN	ADE	-	x
5	Methamidophos - MTMF	ND	-	x
6	Diazinon - DIAZ	ND	-	x
7	Chlorothalonil - CLTL	ND	-	x
8	Chlorpyrifos - CLPF	ND	-	x

Los compuestos identificados en las dos microcuencas son las siguientes:

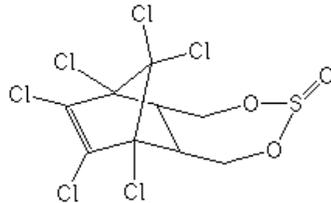
1. Chlorothalonil (CLTL 99%): Son cristales blancos (Análogo del 2,4,5,6-tetrachloro-meta-yleno) (Tetrachloroisophthalonitrile)-cloronitrilo $C_8Cl_4N_2$ - 265,91 g/mol - CAS 1897-45-6.



Pertenece a los compuestos organoclorados, tiene una estabilidad de 2 años de vida útil. Es un fungicida que se utiliza para prevenir, controlar enfermedades producidas por los microorganismos (hongos) en diferentes cultivos. Una de las enfermedades de mayor importancia en el distrito de Chinchero, es producido por la rancha (*Phytophthora infestans*), este

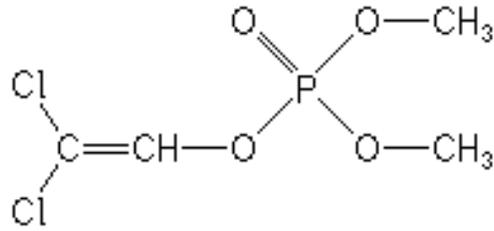
microorganismo se presenta cuando las condiciones ambientales (presencia de temperatura mayores a 12°C y humedad relativa mayores a 70%) son favorables para la presencia de este hongo en la planta, que ataca en cualquier estado de crecimiento al cultivo de papa, la enfermedad se inicia mostrando pequeñas manchas irregulares de color verde pálido a verde oscuro crecen rápidamente, dando lugar a lesiones necróticas grandes de color marrón a negro, los tejidos se van necrosando hasta avanzar a toda la parte aérea de la planta, entonces no habrá la producción de la fotosíntesis y por ende el desarrollo de los tubérculos no alcanzará a su madurez fisiológica.

2. Endosulfan (endsa, endsb): Según la formulación son isómeros geométricos, cristales pardos - ENDSa, ENDSb.[1,4,5,6,7,7-hexachloro-8,9,10-trinorborn-5-en-2,3-ylenebismethylene sulfite]. $C_9H_6Cl_6O_3S$ - 406,93 g/mol - CAS 115-29-7.



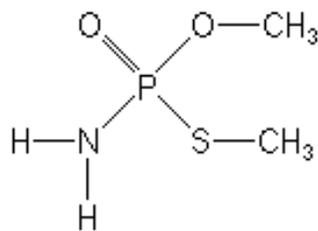
Este compuesto pertenece a los órganos clorados, durante su aplicación en el suelo es moderadamente persistente (vida media de 50 días), sobre todo a pH ácido. La fracción disponible en suelos es degradada biológicamente en semanas, formando sulfato de Endosulfán como el metabolito más importante, el cual es relativamente estable y persistente. Es un insecticida y acaricida de contacto e ingestión que controla insectos y ácaros (chupadores, masticadores y barrenadores), en su fase gaseosa a temperaturas mayores a 20 °C. Afecta el sistema nervioso de estos.

3. Dichlorvós (dclv): Su formulación Sln 45% p/p, $D^{25^{\circ}\text{C}} = 1,12\text{g/ml}$ líquido amarillento [2,2-dichlorovinyl dimethyl phosphate]. $\text{C}_4\text{H}_7\text{Cl}_2\text{O}_4\text{P}$ -220,9764 g/mol - CAS 62-73-7.



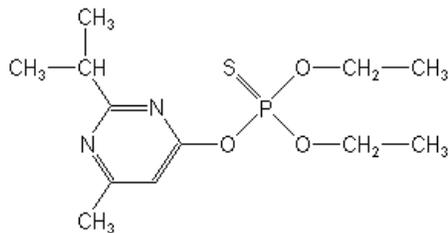
Compuesto órgano Fosforado, es un insecticida y acaricida en forma de líquido denso incoloro, tiene aroma algo dulce y se mezcla fácilmente con agua, sirve para controlar plagas como es el caso del Gorgojo de los andes (*Prennotrypes latithorax*), el diclorvos se evapora fácilmente en el aire, por lo cual se suele utilizar más en áreas cerradas. Una vez en el aire, puede reaccionar con el vapor de agua y descomponerse. Su permanencia en el suelo solo es 3 días siempre y cuando el suelo este seco y tenga un pH ácido, en las microcuencas en la presente investigación se utilizó para controlar a los insectos y ácaros como es el caso de arañita roja (*Tetranychus urticae*) el daño ocasionado por parte de la arañita es la destrucción de las células, aumenta la transpiración y reduce el crecimiento de la planta, las hojas se vuelven amarillas y, debido a que se pierde más savia, se produce, eventualmente, la necrosis y muerte de la planta.

4. Methamidophos (mtmf): Su formulación química es: MTMF - 72% p/p a 25°C sólido cristalino - [(RS)-(O,S-dimethyl phosphoramidothioate)]. $\text{C}_2\text{H}_8\text{NO}_2\text{PS}$ - 141,1309 g/mol - CAS 10265-92-6.



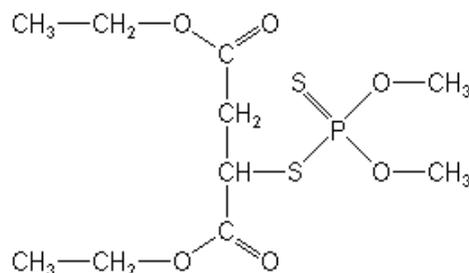
Pertenece al grupo de los compuestos organofosforados, insecticida y acaricida de acción sistémico para controlar plagas mastigadores y chupadores, altamente peligrosos, tiene una permanencia en el suelo de 2 semanas hasta 3 meses dependiendo del tipo de suelo, si es arcilloso menor tiempo de permanencia, si presenta pH alto mayor tiempo de permanencia.

5. Diazinon (diaz): La formulación química: DIAZ, 95% p/p, líquido marrón - [O,O-diethyl O-2-isopropyl-6-methylpyrimidin-4- y l phosphorothioate]. $C_{12}H_{21}N_2O_3PS$ - 304,35 g/mol - CAS 333-41-5.



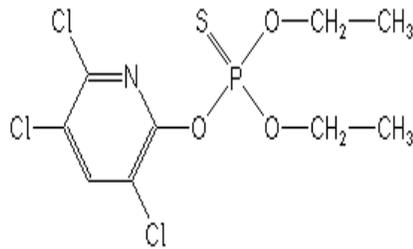
Compuesto del tipo organofosforado, la sustancia pura es un aceite incoloro prácticamente sin olor, de color pardo pálido a oscuro poco peligroso; se degrada en el suelo en horas a dos semanas. Es un insecticida, acaricida y repelente de amplia gama de control, se recomienda su uso para insectos chupadores y masticadores, se aplica al cultivo como preventivo en el momento del brote de la planta.

6. Malation (mltn): Su fórmula química MLTN: 84% p/p, líquido ambar, $D^{25^{\circ}C} = 1,24$ g/ml - [S-1,2-bis (ethoxycarbonyl)ethyl O,O-dimethyl phosphorodithioate]. $C_{10}H_{19}O_6PS_2$ - 330,3630 g/mol - CAS 121-75-5.



Compuesto organofosforado, producto ligeramente peligroso, permanece en el ambiente por días o meses; pero, generalmente es degradado dentro de unas pocas semanas. Es degradado a otros compuestos químicos por el agua, la luz solar y bacterias que existen en el suelo y en el agua. Es un insecticida y acaricida de amplio espectro, lo que significa que es un plaguicida medianamente toxico actúa por actividad, ingestión, inhalación y por contacto. El Malathion se utiliza para propósitos agrícolas con el fin de matar y controlar insectos en cosechas de diferentes cultivos entre ellos el cultivo de papa.

7. Chlorpyrifos (clpf): CLPF 97%: Su fórmula química es como sigue, cristales marrón claros - (0,0) iethylO-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate]. $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$ - 350,57 g/mol.



Es un compuesto organofosforado, al aplicar a la planta para controlar a los insectos las gotas que cae al suelo por lo general, permanecen en el área donde fue aplicado se adhiere firmemente a las partículas del suelo. Debido a esto, hay poca probabilidad de que el clorpirifos se desprenda del suelo y pase a los sistemas locales de agua, permanece en el suelo de 2 a 4 días. Es un insecticida ampliamente utilizado en el control de plagas agrícolas - principalmente en cultivos de soya, maíz, trigo, girasol y papa que actúa inhibiendo la acetilcolinesterasa y causando envenenamiento por colapso del sistema nervioso del insecto.

4.1.2 Contaminación del Suelo por Agroquímicos.

Cuadro 8: Color de las etiquetas

Nombre del producto	Compuesto orgánico	Clase de pesticida	Color de la etiqueta
Chlorothalonil	Organoclorado	Fungicida	Moderadamente peligroso
Endosulfan (a,b)	Organoclorado	Insecticida	Atamente toxico
Dichlorvos	Organofosforado	Insecticida y acaricida	Extremadamente toxico
Methamidophos	Organofosforado	Insecticida y acaricida	Altamente toxico
Diazinon	Organofosforado	Insecticida y acaricida	Poco peligroso
Malation	Organofosforado	Insecticida y acaricida	Poco peligrosos azul
Chlorpyrifos	Organofosforado	Insecticida	Moderadamente peligroso

Los agricultores del distrito de Chinchero, reconocen a los productos químicos que son utilizados para controlar y prevenir de plagas y enfermedades en el cultivo de papa, por el color de las etiquetas que presentan los productos la peligrosidad. Para obtener mejores rendimientos de tubérculos sin daño, los agricultores de la zona utilizan sin orientación profesional, usando indiscriminadamente los agroquímicos cuyos efectos posteriores son mortales para los animales y para los seres humanos.

1. Chlorothalonil (cttl 99%).

Fungicida, la toxicidad es moderadamente peligroso, presenta etiqueta de color amarillo, perteneciente al grupo de los cloronitrilos, es de acción preventiva y de contacto; su formulación presenta una mejor adherencia sobre la superficie de la planta, brindando mayor número de días de protección. El hongo siendo un microorganismo vivo se ve impedido su proceso de respiración (conversión de carbohidratos en energía) de las células del hongo mediante un enlace rápido de las moléculas de clorotalonil con grupos sulfidrilos, deteniendo la producción de energía, el crecimiento y provocando la muerte del individuo. Para obtener un control óptimo se deben aplicar cuando existen los primeros síntomas de la enfermedad, el intervalo de aplicación puede variar entre 5 a 7 días, no debe combinarse con ningún otro producto, si el agricultor observa en su

cultivo la necesidad de aplicar abonos inorgánicos debe dejar pasar diez días.

2. Endosulfan (endsa, endsb).

Insecticida, altamente toxico muy peligroso que corresponde a una banda de color rojo, producto químico que pertenece al grupo de los organoclorados. Es un insecticida y acaricida de contacto y estomacal de amplio espectro; es decir, tiene un efecto tóxico mortal al entrar en contacto o ser ingerido por una amplia variedad de insectos chupadores y masticadores que llegan a ser plaga en distintos cultivos agrícolas. Ha sido usado en un amplio rango de cultivos: en hortalizas, frutales, cereales, algodón, té, café, cacao, soya y también en ornamentales en arbustos, árboles y viñedos, según indica la FAO en 1993. Históricamente se usó en algunos países también para el control de termitas y de la mosca tse-tse; incluso se usó como preservador de madera, aunque este uso fue discontinuado.

3. Dichlorvós (dclv).

Insecticida y acaricida, altamente toxico, presenta etiqueta roja, es un líquido incoloro denso que se evapora fácilmente en el aire y se disuelve muy poco en el agua. Tiene un aroma dulzón y reacciona rápidamente con el agua. El diclorvos utilizado en el control de plagas se diluye con otros líquidos, para ser aplicado como rociador. Esta sustancia química también se puede incorporar al plástico para que se libere gradualmente, generalmente se utiliza en almacenes.

4. Methamidophos (mtmf).

Insecticida y acaricida, altamente toxico, presenta etiqueta de color rojo. Insecticida sistémico del producto hasta llegar a la última hoja, inhibidor de la colinesterasa, controla ácaros e insectos masticadores y chupadores en algodón, cítricos, maíz, ornamentales, papas, chile, cucurbitáceas y tabaco.

5. Diazinon (diaz).

Insecticida y acaricida, presenta toxicidad aguda de etiqueta color azul. Actúa por contacto e ingestión, afecta el sistema nervioso central y el periférico de los insectos, inhibiendo la enzima acetilcolina esterasa. Este producto estimula inicialmente las células nerviosas produciendo repetidas descargas y en algunos casos la parálisis. Estos efectos son causados por acción en los canales de sodio, a través de los poros por donde se permite la entrada a los axones para causar la excitación. Estos efectos son producidos en el cordón nervioso de los insectos, los cuales presentan ganglios y sinapsis.

6. Malation (mltn).

Insecticida y acaricida, toxicidad poco peligrosa, presenta etiqueta de color azul, su modo acción es de contacto y estomacal. El ingrediente activo de este producto penetra de forma inmediata en el exoesqueleto de las plagas e internamente actúa a nivel de sistema nervioso central inhibiendo la colinesterasa provocando la interrupción del impulso eléctrico y provocando la parálisis de los insectos u otro artrópodo.

7. Chlorpyrifos (clpf)

Insecticida, toxicidad moderadamente peligrosa de color etiqueta amarillo de acción biocida no sistémico, contacto, estomacal y respiratorio. Inhibe la colinesterasa., estable en medios neutros o ácidos, inestable en alcalinos, su hidrólisis incrementa con el pH, con cobre y otros metales que pueden formar quelatos, se utiliza en el control de insectos minadores, chupadores y cortadores en el suelo y follaje, en muchos cultivos; plagas domésticas (Blattellidae, Muscidae, Isóptera), en platano y otros para impregnar fundas protectoras del fruto. No es muy soluble en agua, de manera que generalmente se mezcla con líquidos aceitosos antes de aplicarse a cosechas o a animales. También se puede aplicar a cosechas en forma decápsulas.

Cuadro 9: Clasificación de plaguicidas de acuerdo a su persistencia - Microcuenca de Piuray y Huaypo.

Nombre del producto	Compuesto orgánico	Persistencia	Tiempo de permanencia
Chlorothalonil	Organoclorado	Altamente persistente	2 años
Endosulfan (a,b)	Organoclorado	Moderadamente persistente	36 semanas
Dichlorvos	Organofosforado	Ligeramente persistente	1 semana
Methamidophos	Organofosforado	Moderadamente persistente	36 semanas
Diazinon	Organofosforado	Ligeramente persistente	3 semanas
Malation	Organofosforado	Moderadamente persistente	36 semanas
Chlorpyrifos	Organofosforado	Ligeramente persistente	3 semanas

Los plaguicidas organoclorados son derivados de los hidrocarburos clorados, son persistentes en el medio ambiente y actúan como veneno estomacal y de contacto; el compuesto más conocido de esta categoría toxicológica es el DDT, estos son un caso especial de contaminantes ya que son sustancias químicas que se dispersan en el ambiente; sin embargo, al trasladarse a sitios alejados del punto de aplicación o persistir después de cumplir su función, se convierten en contaminantes.

Estos compuestos tienen la capacidad de permanecer en un sustrato particular del ambiente, después de haber cumplido el objetivo por el cual se aplicó. Con base en su tiempo de vida media; es decir, el tiempo para que se degrade la mitad del compuesto aplicado, los plaguicidas pueden ser no persistentes, moderadamente persistentes, persistentes y permanentes. Los compuestos organoclorados se encuentran en la categoría de persistentes, ya que su promedio de degradación media ocurre en aproximadamente 5 años (De Faubert-Maunder y Egan, 1999; Kishida *et al.*, 2007).

Los plaguicidas organofosforados son generalmente ésteres del ácido fosfórico, son inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa y provocan reacciones en el sistema nervioso, son poco persistentes en el medio ambiente; pero, altamente tóxicos para aves, mamíferos y en menor cantidad para los peces. (Abbert, 1990).

La importancia de estos plaguicidas se debe a su triple acción: sistémico, contacto dérmico e ingestión; siendo esas las vías por las que los mismos entran en contacto con los seres vivos (organismos del suelo y seres humanos).

4.1.3 Análisis físico-químico del Suelo Agrícola de las Microcuencas

MICROCUENCA DE PIURAY

Cuadro N° 10: Análisis físico - químico del suelo Agrícola

Parámetros Evaluados	Unidad	Muestra Promedio
Humedad	%	10.25
Muestra Seca		
Nitrógeno Total	%	0.04
Fosforo disponible	mg/100	1.25
Potasio disponible	mg/100	3.75
Materia Orgánica	%	0.8
pH		6.6
Conductividad eléctrica saturada	µS/cm	600
Capacidad intercambio catiónico	meq/100	14
Alcalinidad	mg	31
Acidez	HCO/100	1.5
Alcalinidad	mg/100	
Acidez		
Textura malla 2ml		
Arena	%	14.5
Arcilla	%	2.15
Limo	%	83.4
Clase textural		Limoso
Humedad equivalente	%	21
Densidad aparente	g/cc	1.435
Densidad real	g/cc	2.05
Capacidad de campo	%	20.8
Punto de marchitez permanente	%	11.4
Color del suelo		

MICROCUCENCA DE HUAYPO

Cuadro N° 11: Análisis físico - químico del suelo agrícola

Parámetros Evaluados	Unidad	Promedio
Humedad	%	12.5
Muestra Seca		
Nitrógeno Total	%	0.05
Fosforo disponible	mg/100	1.66
Potasio disponible	mg/100	3.5
Materia Orgánica	%	1
pH		6.6
Conductividad eléctrica	µS/cm	450
saturada	meq/100	14
Capacidad intercambio	mg	21
catiónico	HCO ₃ /100	1.5
Alcalinidad	mg/100	
Acidez		
Textura malla 2ml		
Arena	%	11.4
Arcilla	%	3.45
Limo	%	85.15
Clase textural		Limoso
Humedad equivalente	%	21
Densidad aparente	g/cc	1.41
Densidad real	g/cc	2.11
Capacidad de campo	%	20.8
Punto de marchitez	%	11.4
permanente		
Color del suelo		

Del cuadro N° 10 y 11, del análisis físico - químico, los resultados nos muestran el color del suelo siendo en las dos microcuencas que presentan el suelo de color oscuro, principalmente por la presencia de la materia orgánica y se aprecian a simple vista. La textura del terreno de cultivo con la evaluación de la composición granulométrica del suelo en el triángulo textural corresponde a un suelo limoso, estos son suelos muy especiales que tiene características favorables para el desarrollo del cultivo por que presenta dentro de sus características que tienen mayor permeabilidad, mejor aireación.

La Fertilidad del suelo

Es el resultado de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo. Consiste en la capacidad para suministrar micro y macro elementos más importantes en cantidades y proporciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de los cultivos; además, el tipo de suelo permite la adsorción de los elementos esenciales mediante las raíces.

1. Fertilidad física.

Se refiere a las propiedades físicas que presenta un determinado suelo y que influyen en el crecimiento normal de las plantas como son la textura, estructura, color, densidad aparente, porosidad y humedad.

a) Textura y estructura

La textura es la proporción de arena, limo y arcilla expresada en porcentaje teniendo en cuenta solo la fracción mineral del suelo < 2 mm de diámetro. De acuerdo a las distintas proporciones de arena (2 - 0,05 mm), limo (0,05 - 0,002 mm) y arcilla (< 0,002 mm), se designa a un suelo de acuerdo a la fracción o fracciones predominantes esto según el sistema USDA -1999 que considera 12 clases texturales. Con los datos obtenidos del análisis fisicoquímico el nombre vulgar de los suelos se ubican en suelos francos (textura mediana) clase textural limoso en las dos microcuencas del Distrito de Chinchero.

b) Densidad aparente.

Del cuadro N° 11, para la densidad aparente y crecimiento radicular en base a la textura del suelo con clase textural limoso, la densidad aparente varía de 1.3 mayor o igual a 1.60 g/cm³ siendo aceptable para el cultivo.

c) Color del suelo

El color del suelo indica la presencia de ciertos minerales, basada en que los minerales férricos proveen la mayoría y la mayor variedad de pigmentos al suelo. Para la determinación se compara con la tabla “Munsell”, la cual describe todos los posibles colores en términos de tres coordenadas: matiz (Hue), que mide la composición cromática de la luz que alcanza el ojo, claridad (Value), el cual indica la luminosidad u oscuridad de un color con relación a una escala de gris neutro y pureza (Chroma), que indica el grado de saturación del gris neutro por el color del espectro.

d) Humedad en el suelo

El agua es de vital importancia para el crecimiento de las plantas, no solo porque estas necesitan de ellas para realizar sus procesos fisiológicos, sino porque también el agua contiene nutrientes en solución. Esta humedad es dinámica ya que se mueve constantemente de un lugar a otro en respuesta a las fuerzas de movimiento del agua determinadas por los factores meteorológicos y el uso de las plantas. Estas plantas deben utilizar energía para extraer el agua del suelo, eso se debe a que el agua en el suelo está sometida a fuerzas que la retienen en los microporos capilares. Las fuerzas que retienen el agua en el suelo dependen de la textura y de la materia orgánica, las cuales permiten que el suelo pueda retener un volumen de agua disponible para las plantas.

2. Fertilidad química

La fertilidad química se refiere a la disponibilidad de los nutrientes, aquí interviene la capacidad del suelo para retener iones y la capacidad del ion a través de características ambientales para liberar estas y sirve para disponer los nutrientes necesarios asimilables a la planta.

a) pH del suelo

El pH del suelo tiene una influencia indirecta en los procesos químicos, disponibilidad de nutrientes, procesos biológicos y la actividad microbiana. El rango de variación del pH de los suelos en las áreas de producción de papa en Chinchero es de: 6,6 que se encuentra dentro de los indicadores del pH, se ubica en el intermedio entre la acidez y la alcalinidad (suelos neutros).

b) Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) de una suspensión suelo-agua, indica la cantidad de sales, estos son esenciales para el crecimiento de las plantas; pero, un exceso de sales inhibe el crecimiento de las plantas al afectar el equilibrio suelo-agua. Define la actividad vegetal y microbiana, estima la salinización de los suelos y el grado de erosión. Los valores de la CE para extractos en la microcuenca de Piuray, indica el buen desarrollo del cultivo; sin embargo, el de la micricuenca de Huaypo indica que es un suelo pobre, en este caso se necesita el incremento de fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

c) Materia Orgánica

La materia orgánica está constituida por los compuestos de origen biológico que se encuentran en el suelo y desempeña un rol muy importante en las propiedades físicas, químicas y biológicas ya que aumenta la capacidad de intercambio catiónico, regula el pH, retiene la humedad y contribuye con la estabilidad del suelo al ayudar a aglutinar las partículas para formar agregados, a nivel nutricional tiene capacidad de retener gran proporción de nutrientes, cationes y oligoelementos esenciales para el crecimiento de las plantas y regulan el pH del suelo.

d) Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

La (CIC), es un valor para indicar la capacidad del suelo retener e intercambiar nutrientes como él (calcio, magnesio, sodio y potasio principalmente) por que

estas tienen carga positiva, se fijan en las arcillas y materia orgánica que tienen carga negativa; entonces, la capacidad de intercambio catiónico en suelo es el valor total de cationes que puede ser retenido en los resultados de las áreas de investigación que pertenece a los suelos pobres.

e) Nutrientes

La cantidad de nutrientes en el suelo determina su potencial para alimentar organismos vivos. Los dieciséis nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas suelen clasificarse entre macronutrientes y micronutrientes dependiendo de su requerimiento para el desarrollo de las plantas.

En la nutrición de las plantas no debe faltar ninguno de los macroelementos primarios ni secundarios; así como, microelementos esenciales y deben estar presentes en la proporción adecuada. Los macronutrientes primarios son consumidos por las plantas en grandes cantidades, mientras que los macronutrientes secundarios son absorbidos en cantidades menores que los anteriores y son necesarios en la nutrición de la planta.

La deficiencia de cualquiera de ellos, ocasiona carencias que afectan de distinta manera al estado general de la planta, dependiendo del nutriente que falte y del grado de carencia.

Los indicadores más usados para la evaluación de la fertilidad son los macronutrientes como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S); para determinados tipos de suelos que presentan déficit es muy importante la selección de los micronutrientes ya que su insuficiencia puede dar lugar a carencia y su exceso a toxicidad como en el caso del hierro (Fe), cinc (Zn), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl).

4.1.4 Análisis Biológico del suelo de las Microcuencas de Piuray y Huaypo

Cuadro N° 12: Análisis de la Microfauna del suelo agrícola

Microcuenca de Huaypo					lcm: 1 org/gr unidades: org/gr	
Phylum	Clase	Orden	Familia	Género y/o especie		
protozoa	lobosa	arcellinida	arcellidae	<i>arcella</i> sp.	0.04	<1
suelo sin cultivo					lcm: 1 org/gr unidades: org/gr	
phylum	clase	orden	familia	género y/o especie		
nematoda	-	-	-	nd	0.33	<1
microcuenca de piuray					lcm: 1 org/gr unidades: org/gr	
phylum	clase	orden	familia	género y/o especie		
nematoda	-	-	-	nd	0.31	<1
suelo sin cultivo					lcm: 1 org/gr unidades: org/gr	
phylum	clase	orden	familia	género y/o especie		
nematoda	-	-	-	nd	0.34	<1
lcm: limite de cuantificación del método nd: no determinado						

La macrofauna está conformada por todos los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica los cuales dan ventilación a los suelos y promueven las interacciones entre los componentes biológicos, químicos y físicos, son depredadores de los microorganismos. En las muestras de suelo enviados al laboratorio para su análisis no se tiene información de la presencia de estos organismos.

El papel principal de la microfauna en el suelo, es la disgregación de la materia orgánica y la diseminación de la microflora. Son capaces de digerir casi cualquier sustancia orgánica y algunas sustancias inorgánicas (caucho sintético). Estos organismos suelen ser eslabones esenciales de la cadena alimentaria entre productores primarios y las especies más grandes. Los organismos encontrados en el análisis de suelo no son muy significativos por que encuentran por debajo de los parámetros indicados. La no presencia

de los microorganismos puede estar relacionado por la temporada seca y las temperaturas bajas del momento.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.2.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

El uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide directamente en la contaminación del suelo agrícola en el distrito de Chinchero, Región Cusco.

1. VARIABLE INDEPENDIENTE.

“Uso de Agroquímicos en el cultivo de papa”

Compuestos Químicos

Con la investigación verificamos que el suelo agrícola productora de papa se ve comprometida cuando las plagas y enfermedades que afectan este cultivo causan pérdidas en los rendimientos y en la calidad de los productos antes y después de la cosecha, es por este problema de sanidad que el agricultor de la zona se ve obligado a aplicar diferentes técnicas de control para disminuir la población de plagas y enfermedades, utilizando con facilidad y seguridad de los productos químicos. Es así en el análisis de los laboratorios se determinaron la presencia de dos compuestos organoclorados como Chlorothalonil altamente persistente y permanece en el suelo durante más de 2 años, y Endosulfan a,b moderadamente persistente permaneciendo en el suelo 36 semanas; también se encontraron los compuestos organofosforados como Dichlorvos ligeramente persistente que permanece en el suelo 1 semana, Methamidophos moderadamente persistente que permanece en el suelo 36 semanas, Diazinon moderadamente persistente que permanece en el suelo 3 semanas, Malathion moderadamente persistente se encuentra en el suelo durante 36 semanas, Chlorpiriphos ligeramente persistente y permanece en el suelo 3 semanas. En función a ello, los resultados se ponen en evidencia el uso de los agroquímicos (pesticidas) debido a la necesidad de contrarrestar el efecto negativo de las plagas, enfermedades y malezas sobre el rendimiento

de los cultivos, los efectos ambientales generados son promovidos por la intensificación y extensión de la agricultura como base de la alimentación en la población del Distrito y la región.

2. VARIABLES DEPENDIENTES

2.1 Variable Dependiente: “Contaminación del suelo”

2.1.2 Desequilibrio Físico.

Parámetros permitidos	Microcuenca: Piuray Parámetros Evaluados	Microcuenca: Huaypo Parámetros Evaluados
Textura - Estructura Según la Clasificación de USDA.	Suelos francos, textura mediana, clase textural Limoso	Suelos francos, textura mediana, clase textural Limoso
Densidad Aparente $1.3 < Da = 1.6 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	1.4 (g/cm ³)	1.4 (g/cm ³)
Color del Suelo Tabla Munsell	Gris	Marrón
Humedad del suelo De 5 a 50 %	10,25 %	12,5 %

Las propiedades físicas de un suelo son el resultado de la interacción que se origina entre las distintas fases del mismo (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentran cada una de estas. La condición física de un suelo determina su capacidad de sostenimiento, facilidad para la penetración de raíces, circulación del aire, capacidad de almacenamiento de agua, drenaje, retención de nutrientes, etc.

El comportamiento de las características del suelo según el análisis, expresan baja fertilidad al observar bajos contenidos de materia orgánica, fluctúan en un rango de 0.80 a 1.00%, pero por otro lado las propiedades que influye en los valores de la densidad aparente que está en el rango de 1.4g/cm³, es aceptable para el desarrollo de las plantas, así como en la disponibilidad de otros nutrientes, que dependen o son sinérgicos con la materia orgánica como el nitrógeno y el azufre. Autores como Gibbs y Reid (1988); Leiva (1998); Ohep *et al.* (1998); Sa *et al.* (2001) mencionan que las propiedades físicas del suelo como la densidad aparente, la estructura, así como las tasas de infiltración, se ven mejoradas por la presencia de la materia orgánica; sin

embargo, en la zona esta característica se ve afectada por la escasa cubierta vegetal.

Conclusión: El uso de los agroquímicos si altera las características físicas del suelo agrícola.

2.1.3 Desequilibrio Químico

Cuadro 13: Parámetros Evaluados

Parámetros permitidos	Microcuenca: Piuray Parámetros Evaluados	Microcuenca: Huaypo Parámetros Evaluados
pH: 0 a 14	6,6	6,6
Conductividad Eléctrica. < a 500 μ S/cm 500 a 1000 μ S/cm	600 μ S/cm	450 μ S/cm
Materia Orgánica 0,00 a 0,60 % 0,61 a 1,20 % 1,21 a 1,80 %	0,8 %	1 %
Capacidad de Intercambio Catiónico 0 a 10 meq/100 10 a 20 meq/100 20 a 35 meq/100	14	14

Las Características químicas se relacionan con la calidad y disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas, los parámetros evaluados para las microcuencas referido al pH del suelo presentan la reacción ácida o alcalina, y algunas veces neutral, el valor de pH oscila de 0 a 14, y el pH = 7 es el que indica que el suelo tiene una reacción neutra, en la investigación el análisis arroja el pH de 6,6 esto significa cercano a la neutralidad, los valores inferiores indican acidez y los superiores a 7 alcalinidad, esto dependiendo del cultivo puede interferir en el desarrollo normal de la planta, la papa tolera la acidez o alcalinidad del suelo. El valor de conductividad eléctrica que presenta el suelo, influye en gran medida en el esfuerzo que tiene que realizar la raíz de la planta para absorber los nutrientes de la solución de fertilizantes aportada. Por tanto, si se encuentra por encima del valor óptimo para el

cultivo, la planta tendrá que esforzarse en mayor medida para extraer los nutrientes, esto conlleva un gasto adicional de energía que influye negativamente en el rendimiento productivo. La materia orgánica del suelo proporciona mayor capacidad de retención de nutrientes, es decir, posee mayor capacidad de intercambio catiónico que las propias partículas de arcillas. Por tal razón los aportes de materia orgánica al suelo son muy beneficiosos en la mejora de la fertilidad del suelo.

Conclusión: El uso de los agroquímicos si altera la composición química del suelo.

2.1.4 Desequilibrio Biológico

Cuadro 14: Parámetros Evaluados

Microcuenca de Piuray		Microcuenca de Huaypo	
Suelo sin cultivo	Suelo con cultivo	Suelo sin cultivo	Suelo con cultivo
Nematoda 1 org/g de suelo < a 1 0,34	Nematoda 1 org/g de suelo < a 1 0,31	Nematoda 1 org/g de suelo < a 1 0,33	Arsella sp. 1 org/g de suelo < a 1 0,04

Las características biológicas del suelo es amplia compleja y dinámica, la macro y microfauna del suelo desempeñan un papel fundamental en la fragmentación, transformación y translocación de materiales orgánicos en él, aportando considerables cantidades de biomasa al suelo y mejoran algunas de sus propiedades físicas. Estos microorganismos que son de vida libre (como Arcella sp.), nematoda han tomado auge ya que se le considera un importante componente de la biota que mantiene los canales que regulan los sistemas naturales, como la transformación y descomposición de la energía, el mantenimiento de sistemas ecológicos y como bio indicadores de procesos de contaminación de sistemas acuáticos siendo incluso utilizados cotidianamente en actividades de la vida diaria de los agricultores, lo que los convierte en un importante grupo de investigación.

Conclusión: El uso de agroquímicos si altera las características biológicas del suelo, la ausencia de la fauna en el suelo es por el excesivo uso de pesticidas.

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las Microcuencas de Huaypo y Piuray que pertenecen al distrito de Chinchero, es productora de papa principalmente porque existen otros cultivos que trabajan en pequeña escala como es la cebada, haba, tarwi, quinua, etc. El rendimiento de papa en este lugar alcanza hasta 20tn/ha. Después de la cosecha (mayo); durante 5 meses el suelo permanece sin cultivo y luego inician nuevamente con la siembra grande entre los meses de: octubre y noviembre. Las áreas del cultivo, son rotadas y estas se ubican al extremo de la población.

Los agricultores de la zona, utilizan dichos agroquímicos indiscriminadamente desde la siembra hasta la cosecha, esta cosecha es comercializa en las regiones como Madre de Dios y otras localidades de nuestro país. Por el excesivo uso de estos agroquímicos va degradándose las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Los análisis de laboratorio nos muestran que si existen compuestos químicos del grupo de órgano clorado y organofosforados que tienen permanencia en el suelo de la aplicación hasta veinte años ó más, contaminando el ambiente. (E. Palacio Estrada - 2014), fundamenta que por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas con productos químicos y las actividades inadecuadas que practican en el manejo de los agroquímicos contaminan el ambiente donde viven. (Natalia Rodríguez Eugenio, FAO 2019), comenta sobre las preocupaciones de la contaminación del suelo que van en aumento en todas las regiones de Latino América. En fechas recientes, la Asamblea Ambiental de las Naciones Unidas (UNEA-3), adoptó una resolución que clama por acciones aceleradas y por ayuda para abordar y manejar la contaminación del suelo, este consenso logrado por más de 170 países, es un claro signo de la importancia global de la contaminación del suelo y de la voluntad de estos

países de desarrollar soluciones concretas para abordar las causas e impactos de esta enorme amenaza.

Los plaguicidas que pertenecen al grupo de los órganos fosforados permanecen en el suelo desde de una semana hasta un año, en cambio los plaguicidas que componen los organoclorados se mantienen en el suelo de 1 a 20 años, esto significa que están siendo adsorbidos por las raíces de las plantas que forman tubérculos los que son consumidos por los seres humanos produciendo daño en la salud. (Zaragoza-Bastida, Benjamín Valladares-Carranza (2016)), en su investigación de las repercusiones del uso de los organoclorados sobre el ambiente y salud publicaron que los insecticidas organoclorados son compuestos químicos sintéticos de amplio espectro cuya propiedad más destacada es su alta estabilidad química muy solubles en grasas e insolubles en agua, estos compuestos se incluyen a los derivados de los etanos de los cuales el diclorodifeniltricloroetano (DDT) es el más conocido; ciclodienos que incluyen al: clordano, aldrin, dieldrin, heptaclor, endrin y toxafeno; y la serie de los hexaclorociclohexanos como el lindano, estos insecticidas son comercializados en varias presentaciones como aerosoles, polvos y líquidos; se considera que tienen una toxicidad relativamente aguda que se acumulan en el tejido adiposo con efectos adversos a largo plazo sobre los seres vivos, incluyendo al ser humano.

En la presente investigación, intento resaltar la importancia y el impacto que ha tenido el sobreuso de compuestos organoclorados en la contaminación ambiental. La cuantificación de los agroquímicos en muestras de suelo (plaguicidas, fungicidas, bactericidas, etc), se realizó mediante la prueba de Cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID), para cuantificar la presencia de los agroquímicos presentes como son: endosulfan A y B que es un organoclorado y dichlorvos, malation organofosforados. En el trabajo de investigación de, (Luz Estéfanny Quispe Cárdenas el año 2015), se identificaron 3 CBM (Carbofuran, Metomilo y Aldicarb), y mediante la técnica de Cromatografía de Gases (GC - FID) para cuantificar 4 plaguicidas OC (Clorotalonil, Endosulfan b, DDT y Heptacloro) y 4 OF (Clorpirifos,

Metamidofos, Malation y Paration), siendo su objetivo evaluar el riesgo ecotoxicológico y genotóxico de plaguicidas utilizados en el cultivo de papa en el distrito de Chinchero (Cusco).

En las muestras enviadas al laboratorio para su análisis respectivo, se encontró la presencia de compuestos químicos con los resultados de 0,002 miligramos por kilo de suelo, entonces afirmamos que existe la presencia de los organoclorados y organofosforados, siendo el máximo permisible de 0,005mg/k de suelo según (Aparicio, De Gerónimo, Hernández, Pérez, Portocarrero y Vidal, 2015). Los agricultores de la zona se ven obligados a aplicar los agroquímicos para mejorar su producción por que viven de la agricultura, por la altitud de la zona en su mayoría son productores de papa y cada año trabajan este tubérculo, practican muy pocos la rotación de cultivos, esto significa que el suelo acumula los agroquímicos residuales.

(Torres D. M., 2006), refiere que los sistemas agrícolas tradicionales a nivel mundial se han caracterizado por el manejo intensivo de la tierra, lo que conlleva al deterioro de la calidad del suelo. El deterioro se manifiesta en problemas físicos y químicos, lo cual repercute sobre la actividad biológica ya que los microorganismos son sensibles a los cambios de calidad del suelo. La presencia de la macro y microfauna en el suelo, son mejores que las variables químicas como indicadores de calidad del suelo ya que son más sensibles en la identificación de cambios en diferentes manejos de cultivos. La biomasa microbiana es usada para medir parte del carbono orgánico contenido en el suelo siendo ésta una medida indirecta de la cantidad de microorganismos existentes; la cual, a su vez permite reconocer los cambios ocurridos en el ambiente suelo.

El uso de agroquímicos es frecuente, el 100% de agricultores aplica fertilizantes inorgánicos comerciales como; nitrato de amonio, fosfato diamónico, cloruro de potasio y urea; los mismos que son utilizados desde la siembra hasta el segundo aporque del. También son aplicados los fertilizantes

orgánicos como guano de corral y guano de isla. Los nutrientes como el cloruro de potasio y el fosfato diamónico son aplicados durante la siembra, el nitrato de amonio es aplicado en el primer aporte y el cloruro de potasio vuelve a ser aplicado durante el segundo aporte. Existen además abonos inorgánicos que vienen debidamente mezclados y preparados, cuyas concentraciones NPK son de 15-15-15, denominándose en el mercado comercial como compomaster o fertilizante misti, el cual es utilizado especialmente para cultivo de papa. Igualmente, en el mercado agroveterinario se expende abonos orgánicos como el guano de isla cuya aplicación por ha es de 150Kg. Durante la siembra, los abonos foliares son aplicados durante el primer y segundo aporte. La aplicación de pesticidas, inician juntamente desde el primer aporte de la papa para controlar y prevenir el ataque de los insectos plaga, la mayoría de los agricultores mezclan los productos para aplicar en una mochila de 15 litros sin cuidado alguno de su propia salud.

(Dorrosoro, Abril 2010) “un suelo contaminado es aquél que ha superado su capacidad de amortiguación para una o varias sustancias y como consecuencia pasa de actuar como un sistema protector a ser causa de problemas para el agua, la atmósfera, y los microorganismos.”

Las propiedades física química y biológica del suelo, están relacionadas con mezclas de distinto tamaño de partículas estratificadas en capas; es decir, arcillas con limo con arenas finas o gruesas e inclusive con gravas, se presentan todas las combinaciones posibles y la influencia de la presencia de cada uno de los tamaños de las mismas, esto define el tipo de textura y el comportamiento del suelo frente al agua (Capacidad de almacenamiento), que influye en la capacidad de retención del contenido de materia orgánica. La no presencia de los microorganismos en el suelo es debido a la estación del año, en el suelo no se observa ningún tipo de organismo viviente esto por la aplicación indiscriminada de los agroquímicos.

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El uso de los agroquímicos en la producción de papa en las dos microcuencas permitió verificar y confirmar la presencia de los plaguicidas residuales en el suelo agrícola como son organoclorados (Dichorvos, Endosulfan a,b) y organofosforados (Malation), la principal característica de persistencia de estos contaminantes, favorecen la degradación del suelo y con ello pérdidas en la economía del productor al disminuir la capacidad de producción de los suelos agrícolas.

- El uso de los agroquímicos incide en la alteración física del suelo, las muestras recolectadas corresponden a un suelo franco de textura mediana que pertenece a la clase textural limoso que brindan una humedad adecuada por la capacidad de absorber y retener el agua, lo cual disminuye su permeabilidad, favoreciendo la acumulación y persistencia de los compuestos organoclorados y organofosforados.

- El uso de los agroquímicos incide en la alteración química del suelo las características como el pH (6.6) presenta la acidez muy débil que significa que está ubicado en el intervalo de la neutralidad; mientras la conductividad eléctrica (0,400 - 0,600) indican que afecta negativamente en el crecimiento de las plantas y como consecuencia bajos rendimientos, la capacidad de intercambio catiónico está directamente relacionado con la presencia de materia orgánica pobre (1 - 0,8) y el suelo tiene baja habilidad de retener nutrientes.

- El uso de agroquímicos incide en las características biológicas del suelo, en la microfauna del distrito de Huaypo se encontró Nematoda y Arcella sp. (menores a 1 org/g de suelo) esta última especie que pertenece al

género de Amoebozoa del Reino Protista, son organismos unicelulares eucariotas con cubierta o concha que recubre a toda la célula y le brinda protección, habitan en suelos húmedos, cumplen la función en el sustento del flujo de energía y el ciclaje de nutrientes de estos sistemas. En la microcuenca de Piura y en el suelo sin cultivo se encontró Nematoda por debajo de los parámetros indicados en el cuadro 12, esta especie cumple la función de ciclado de nutrientes y como reguladores de la fertilidad del suelo mediante el flujo de energía, movilización y utilización de nutrientes. Mientras los plaguicidas permanecen en elevadas concentraciones en el suelo posterior a su aplicación, causan la muerte de diferentes microorganismos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Siendo las microcuencas de importancia económica para los agricultores realizar mayor número de muestreos para determinar la presencia de macro y microfauna del suelo durante el proceso de desarrollo del cultivo.
- Realizar mayor número de evaluaciones anuales de las características fisicoquímico del suelo.
- Mediante trabajos de investigación incrementar temas relacionados con el uso excesivo de agroquímicos debido a la importancia que poseen estos compuestos dentro de los cultivos agrícolas y los daños que causan al ambiente y la salud de las personas.
- Con la introducción de prácticas agrícolas que reduzcan la utilización de los agroquímicos es fundamental intensificar esfuerzos en la capacitación y la actualización permanente de los agricultores, así como fortalecer acciones de prevención y educación hacia la comunidad protegiendo la destrucción física, química y biológica del suelo agrícola.

BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS (BIBLIOGRAFICAS, DE DOCUMENTOS Y DE INTERNET)

- Agricultura, O. d. (2018). Evaluacion de Residuos de Plaguicidas. Roma: Roma.
- Agricultura, O. d. (2019). La contaminacion del suelo una realidad Oculta. Roma: Roma.
- Aguilar, C. J. (2017). Tesis - Repercusion social, economico y ambiental del manejo integrado del Gorgojo de los andes, en el distrito de Chinchero Cusco. Cusco: Cja - 2017.
- ambientales, R. L. (----- de Febrero de 2020). WWW. flacsoandes.edu.ec. Obtenido de WWW. flacsoandes.edu.ec.
- Ambientales, R. L. (Setiembre 2019). Etica y Filosofia Ambiental. Quito - Ecuador: FLACSO.
- ARARIWA. (2008). Manejo Integrado de Plagas en la Microcuenca de Calca y Urubamba. Cusco: Cusco.
- arroyave, S. M. (2009). Analisis de la contaminacion del Suelo. Medellin Colombia: Universidad de Medellin.
- Baradon, E. y. (1992). Plaguicidas modernas y su accion bioquimica. Mexico: Mexico.
- Bello G. J., y. L. (2001). Fundamentos de Ciencia y Toxicologia. España: Madrid.
- Camazano, M. M. (1984). Los Plaguicidas. Adsorcion y evolucion en el suelo. Portugal: 1ra Edision.
- Campos, M. A. (2018). EL USO DE PESTICIDAS EN LA AGRICULTURA Y SU DESORDEN AMBIENTAL. ARTÍCULO DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLE, 40 a 47.
- Cardenas, L. E. (2017). Tesis - Riesgo Ecotoxicologico y genotoxico de plaguicidas utilizadas en el cultivo de papa, distrito de Chinchero - Cusco. Cusco: UNSAAC.
- Castillo A., R. J. (2003). Manual de Plaguicidas. Costa Rica: Costa Rica.
- CEPLAN. (1990 - 2021). Evolucion socioeconomica del Peru. Lima: Ceplan.

- Champi, M. N. (2016). Riesgo ambiental de plaguicidas en suelos destinados al cultivo de papa sector de Huatata, Chinchero, Cusco. Cusco: Repositorio Institucional - UNSAAC.
- CIP, I. P. (2010). Raices y Tuberculos. En C. I. Papa, ---. Lima: Lima.
- Corral, A. L. (2016). Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo . SciELO - Mexico, 16 pag.
- Dorrosoro, C. (. (Abril 2010). Degradacion del suelo, contaminacion del suelo. Chile: Chile.
- E.D.ONGLEY. (1997). Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. CANADA: CANADA.
- F. Coll Cardenas, L. G. (2017). Articulo cientifico. cerac.inlpam.edu.ar, Articulo cientifico.
- F:J:, S. S. (--- de Mayo de 2009). Analisis de contaminacion del Suelo. Revista Cientifica. Medellin, Colombia, Colombia: Universidad de Medellin.
- FAO. (2013). PROPIEDADES BIOLOGICAS DEL SUELO. Madrid - España: FAO.
- Ferro, C. M. (s.f.). Tesis: Impacto Ambiental de la .
- Font G., F. M. (2017). Tesis: Sistema Integrarl contra las plagas agricolas. Trujillo: Trujillo.
- GARCIA E. RODRIGUEZ, A. FERNANDEZ.A. Y RODRIGUEZ, R. (Marzo 2015). Alternativas tecnicas para la eliminacion de plaguicidas en el medio ambiente. España 2015: DIPALME.
- Girbau E., G. (. (2010). Problematica del uso de plaguicidas en el cultivo de papa, Huasahuasi. Lima: Lima.
- Girbau L., G. (1994). Residuo de Plaguicidas organoclorados en papa. La plata - Argentina: Argentina.
- <http://www.munichinchero.gob.pe/index.php>. (Agosto 2010). Municipalidad de Chinchero - Cusco. ----, ----.
- Jesus, H. A. (2017). Tesis Doctoral: "RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO DE PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN PAPA. LIMA: LIMA PERU.
- Lema, I. I. (2003). Evaluacion de riesgo por sustancias toxicas. España: INE.

- M., A. A. (2008). Analisis de Residuos de plaguicidas organo fosforados. Lima: Universidad La Molina.
- Mexico, U. N. (Diciembre 2007). Tecnicas Cromatograficas. Mexico: Mexico.
- Muller, K. O. (2013). FITORREMEDIAÇÃO DE SOLO DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO CONTAMINADO COM HEBICIDAS DO GRUPO QUÍMICO DAS IMIDAZOLINONAS. Brazil: Congreso Brasileiro de Arroz Irrigado.
- Natalia Rodríguez Eugenio, F. (2019). Contaminacion del suelo una realidad oculta. Roma: Roma.
- Neuenschwander, J. C. (--- de Setiembre de 2009). Propiedad del Subsuelo y los Recursos Naturales en el Peru . Propiedad del Subsuelo y los Recursos Naturales en el Peru . Lima, Lima, Peru: Peru.
- Olortino, G. P. (2016). Tesis - Estudio fisicoquimico del suelo del sistema de andeneria del centro poblado CAGRA, provincia de Yauyos Lima. San Miguel, Lima: PUCP.
- OLORTINO, G. P. (2016). Tesis: ESTUDIO FISICOQUÍMICO DEL SUELO DEL SISTEMA DE ANDENERÍA. Lima : Universidad Catolica - Peru.
- Papa, C. I. (2009). Manejo Integrado de Plagas. Lima: Lima.
- Poletta, G. L. (2011). Monitoreo y daño inducido por plaguicidas como organismo centinela de los humedales de Argentina. Tesis Doctoral. Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- R., M. L. (!4 de Enero de 2013). Articulo cientifico. Impacto del Manejo de Agroquimicos. Antioquia, Colombia, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Ramirez, J. A. (2007). Plaguicidas: Clasificacion, uso, toxicologia y medicion de la exposicion. Tesis Doctorado en Ciencias de la Salud, 67 a 75.
- RODAS, J. J. (2017). TESIS: CONTAMINACION DEL SUELO AGRICOLA PROVOCADO POR AGROQUIMICOS EN LA PARROQUIA SAN JUAQUIN. CUENCA: ECUADOR.
- Salud, O. M. (2010). Informe - Agroquimicos y la salud. Lima: Lima.
- Sandra Milena Silva Arroyave, F. J. (Mayo del 2009). ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: REVISIÓN DE LA NORMATIVA Y

POSIBILIDADES DE REGULACION ECONOMICA. Colombia: Universidad de Medellin.

Sarmiento, N. M. (2015). La agricultura sostenible un reto para la microbiología del suelo. Artículo Científico: World Soil Day, 5 y 6 pag.

TACUAREMBO, I. . (2015). Semana de la ciencia y tecnología. Uruguay: Uruguay.

Torres, D. M. (2006). Impacto del tipo de uso de la tierra sobre propiedades del suelo. Scielo, 59(2): 207-217.

Torres, L. A. (2014). Tesis : Destino de los Plaguicidas en el ambiente. Mexico: Mexico.

ANEXOS

Anexo 01

PROPUESTA

1. TÍTULO

Uso racional de plaguicidas en el cultivo de papa en el distrito de Chinchero - Cusco.

2. FUNDAMENTACIÓN

La falta de conocimiento sobre el manejo de plaguicidas agrícolas en el cultivo de papa causa daños a la salud de los agricultores, consumidores y medio ambiente, ya que no existe un control adecuado en la utilización de los mismos, recomendaciones técnicas, periodos de utilización, llegando hasta el punto de comercializar el producto aun con residuos de los mismos.

El uso indiscriminado de plaguicidas por parte de los agricultores y la no rotación de cultivos para controlar las diversas plagas y enfermedades, ocasiona grandes pérdidas en la producción de papa; razón por la cual en el cultivo, existen grandes niveles de contaminación por residuos de plaguicidas ya que la utilización del control químico provoca efectos dañinos en el medio ambiente como también en las personas que aplican dichos productos y los consumidores de papa.

El presente ensayo se fundamenta basado en los resultados obtenidos con los análisis sobre el uso de agroquímicos en el cultivo de papa del distrito de Chinchero, pudiendo concluir la contaminación del suelo agrícola los mismos que conlleva a un sinnúmero de problemas económicos, de salud y medioambiente, por lo tanto mediante una utilización racional de pesticidas como la utilización de un manejo integrado de plagas, ayudara a disminuir la contaminación del suelo y del ambiente con estos productos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Establecer la utilización de plaguicidas de manera racional y adecuada tolerables para el agricultor y el ambiente, por los agricultores del distrito de Chinchero- Cusco, mediante dinámicas grupales.

3.2 Objetivo Específico

Capacitar sobre el uso racional de plaguicidas a los agricultores de la zona de Chinchero Cusco.

3.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La presente investigación permitirá a los productores de papa, utilizar correctamente los plaguicidas para controlar enfermedades y plagas, protegiendo su salud, medioambiente, mejorar su economía y asegurar un producto sano para los consumidores, de esta manera establecer un vínculo de armonía entre los individuos que interactúan en el ecosistema.

3.4 GENERALIDADES

El uso y manejo adecuado de plaguicidas, permitirá reducir la contaminación ambiental y a prevenir la salud de los agricultores como de los consumidores. Por lo tanto, se capacitará a los agricultores con talleres dirigidos, dinámicas, etc. poniendo a consideración los siguientes temas a tratar:

Tabla N°: 1

Taller N° 1	Temas y Actividades
	<p style="text-align: center;">Los Plaguicidas</p> <p>¿Conoces que son los plaguicidas? ¿Cuántas clases de plaguicidas conoces? ¿Crees que el plaguicida causa daños a los seres humanos? ¿Qué causan los plaguicidas al ambiente y a nuestra salud? ¿Sabes cuándo, en que momento aplicar los plaguicidas? ¿Dónde compras y donde guardas?</p>
Taller N° 2	Uso y manejo de plaguicidas
	<ul style="list-style-type: none"> -Usos, riesgos -Vías de contaminación del organismo vivo -Medidas de prevención -Protección del manipulador -Precauciones después del tratamiento -Lugar y almacenaje de los plaguicidas
Taller N° 3	<p style="text-align: center;">Uso de semilla de calidad</p> <ul style="list-style-type: none"> -Generalidades -Formas de propagación de la semilla -Selección de calidad de semilla -Edad de la semilla -Desinfección de la semilla

TALLER 1

En este taller se hablará en forma general sobre los plaguicidas, clases, peligrosidad, manejo, compra y almacenamiento:

Los Plaguicidas.

¿Qué son los plaguicidas?

Los plaguicidas son químicos o venenos para el control de plagas y enfermedades de los cultivos.

¿Cuántas clases de plaguicidas conoces?

Existen diferentes clases de plaguicidas como podemos observar en el gráfico.

Grafico 1: Clases de plaguicidas.

Clases de Plaguicidas	Acción	Ejemplos
Insecticidas	Mata insectos	 Mosca blanca Gusano blanco
Fungicidas	Mata enfermedades de las hojas (hongos)	 Lancha Roya
Herbicidas	Mata malezas	 Mala hierba

¿Cómo sabemos el peligro de los plaguicidas para nuestra salud?
 Cualquier plaguicida que nosotros utilizemos tiene franjas de colores por medio de los cuales nosotros podemos darnos cuenta del grado de peligrosidad de los productos como se muestra en el siguiente Cuadro:

Cuadro 2: Color de las etiquetas

Categoría	Color de Etiqueta	Descripción
I-a	Rojo	Extremadamente toxico
I-b	Rojo	Altamente toxico
II	Amarillo	Moderadamente toxico
III	Azul	Ligeramente toxico
IV	Verde	De cuidado

¿Cómo nos afectan los plaguicidas?

- A corto plazo los plaguicidas pueden causarnos envenenamiento o intoxicación, produciendo algunos síntomas característicos como: Mareos y dolores de cabeza, sudoración fría del cuerpo, náuseas, vómitos, calambres, debilidad, salivación, etc.
- A largo plazo puede causar graves daños al cerebro, y al sistema nervioso, y puede ser causa de cáncer, en ciertos casos

Manejo y Aplicación de plaguicidas.

1. El uso de los plaguicidas debería complementar todos los métodos y alternativas usadas en el manejo integrado de plagas.
2. Una vez realizado el sondeo de la parcela se debe analizar las posibles alternativas de control de una plaga, luego de identificarla y elegir un plaguicida se debe tomar en cuenta una serie de factores antes de hacer la aplicación.
3. Toda persona que maneje plaguicidas debe poseer una serie de conocimientos y de precauciones mínimas a fin de garantizar el buen control de la plaga o enfermedad y un adecuado nivel de seguridad para el operario, el cultivo y el medio ambiente.
4. Las medidas de seguridad a seguir comprenden desde el momento mismo de la elección del plaguicida, y durante todo el cultivo hasta la cosecha.

Compra y almacenamiento.

1. Al comprar los plaguicidas se debe exigir una buena orientación y no permitir que decidan por nosotros de qué es lo que debemos comprar, nos debemos fijar en el buen estado del producto y que no estén caducados.
2. Los plaguicidas se deben almacenar en lugares adecuados para ello en un sitio seguro y bien ventilado, lejos de la vivienda y sobre todo fuera del alcance de los niños y animales.

Etiqueta:

Uno de los aspectos importante para la elección del plaguicida consiste en leer la etiqueta donde existe información como: Nombre del producto, ingrediente activo, la concentración, el nombre y dirección de la empresa fabricante, el grado de toxicidad, primeros auxilios en caso de envenenamiento, etc.

Dosificación:

Se debe utilizar la dosis recomendada para la plaga o enfermedad a tratarse, una sobredosis puede causar toxicidad al cultivo y favorecer la aparición de resistencia, en cambio al utilizar dosis menores a las recomendadas se puede obtener controles deficientes favoreciendo el apareamiento de nuevas plagas y enfermedades.

Preparación de la mezcla:

Se debe tomar las precauciones debidas a fin de evitar derrames o contacto directo con nuestro cuerpo, durante la preparación de la mezcla, primero se debe comenzar con la dilución de polvos mojables, granulados y por último los productos líquidos, debe hacerse una buena agitación a fin evitar la sedimentación de los productos.

Equipo de protección:

Debe utilizarse un equipo básico de Protección a fin de evitar el contacto directo del producto con alguna parte de nuestro cuerpo, para esto lo principal es utilizar, guantes, mascarilla, botas, pantalón de caucho, chompa y algún plástico que nos sirva de protección.

Aplicación del producto:

Se debe realizar una aplicación uniforme del producto tratandode calibrar bien nuestro equipo, no fumigar en contra del viento, evitar hacer la fumigación cuando se presagien lluvias, no comer ni fumar, evitar el contacto del producto con la piel, ojos y la boca.

Después de la aplicación:

Se debe asearse bien y usar ropa limpia inmediatamente después de cada fumigación, lavar bien nuestro equipo y guardarlo en un lugar seguro.

Manejo de envases:

Hay que tener mucho cuidado en no dejar botado los envases usados, ya que ocasionan peligro para las personas, animales y el medio ambiente. Se deben enterrar o quemar y no usarlos para otros fines.

TALLER 2

En este taller se explicará a los agricultores el uso y manejo adecuado de los plaguicidas, considerando sus riesgos, vías de contaminación, medidas de prevención etc.

Uso y Manejo de Plaguicidas**Riesgos:**

- Intoxicaciones, que pueden ser agudas, manifestándose síntomas graves en poco tiempo, crónicas, síntomas de menor gravedad y de larga duración.
- Quemaduras debidas al carácter ácido o alcalino de algunos productos o mezclas.
- Reacciones alérgicas a la materia activa o alguno de los coadyuvantes con los que seformula el producto comercial.
- Incendios y explosiones.

El riesgo de intoxicación depende de la toxicidad del principio activo (en función del grupo químico al que pertenece), del tiempo de exposición (tiempo de contacto con el plaguicida), de las condiciones de manipulación y aplicación, del tipo de formulación (polvo, gránulos, líquidos emulsionables, etc.), de la vía de entrada, de las condiciones ambientales y del conocimiento del riesgo por parte del trabajador.

Vías de entrada del tóxico en el organismo.

Vía digestiva:

El plaguicida puede llegar a la boca al comer, beber o fumar, al tiempo que se manipulan estos productos, así como al llevarse a la boca piezas de máquinas y equipos, como boquillas u otros elementos en contacto con ellos. También, al ser confundidos con otras bebidas, cuando se utilizan recipientes de uso doméstico para guardarlos.

Vía respiratoria:

Los plaguicidas pueden encontrarse suspendidos en la atmósfera en forma de pequeñas partículas (polvo, niebla..., etc.), pudiendo llegar a los pulmones junto con el aire que respiramos. Esta situación puede agravarse si se hacen los tratamientos en locales cerrados o mal ventilados como invernaderos, establos, almacenes, etc.

Vía dérmica:

Los plaguicidas pueden ponerse en contacto con la piel por derrames, salpicaduras, uso de ropa contaminada, etc. La intoxicación puede ser más grave si se trata de un líquido, está concentrado o si existe sudoración.

Vía parenteral:

Las heridas, excoriaciones y lesiones de la piel en general, facilitan la entrada de los tóxicos en el cuerpo, debiendo ser protegidas del contacto con ellos.

Medidas Preventivas. Protección Del Manipulador.

- Adquiere los productos en sus envases originales, en establecimientos autorizados y solicita la ficha de seguridad del producto, al proveedor.
- Lee atentamente la ficha de seguridad del producto y la etiqueta, cumpliendo rigurosamente las recomendaciones tanto de seguridad como técnicas especificadas en ella.
- Adopta las precauciones desde las operaciones previas, al medir la cantidad de producto, verterlo, mezclarlo o cargarlo. Efectúa estas operaciones al aire libre o en un local bien ventilado.
- Verifica que utilizas el equipo adecuado que se especifica en la ficha de seguridad del producto (traje, guantes, gafas o visera, mascarilla, etc.) y comprueba las especificaciones del producto.

Al realizar la aplicación:

- Utiliza maquinaria de pulverización o espolvoreo adecuada y en buen estado.
- No trates en contra del viento, no desates las boquillas obturadas soplando con la boca sino con agua o una sonda blanda, ni intentes limpiar las boquillas cuando la bomba esté en funcionamiento o cuando el depósito esté a presión.
- En trabajos con mochila protégete la espalda con plásticos o ropa impermeable.
- Lleva ropa de trabajo adecuada, ésta debe cubrir la mayor parte del cuerpo, sin dejar zonas expuestas a un posible contacto con los productos. Se recomienda realizar los tratamientos durante las horas frescas del día.
- Debes llevar mangas y pantalones largos, sin desgarros ni partes desgastadas. Utiliza elementos de protección impermeables que te cubran la cabeza. Preferentemente utiliza ropa de trabajo. La ropa normal puede

adaptarse como ropa de trabajo, siempre que la guardes separadamente y la reserves sólo para este uso.

- La ropa de trabajo la deberás lavar después de cada uso. Los lavados los efectuarás sin mezclar con ropas utilizadas para otros usos diferentes a la fumigación.
- Debes usar guantes durante los tratamientos ya que las manos son a menudo la parte más expuesta del cuerpo al contacto con los productos. Se recomiendan los guantes de nitrilo o de goma natural.
- Las botas que ofrecen la mejor protección y son fácilmente lavables después de cada jornada de trabajo son las de goma. Estas deben quedar siempre bajo el pantalón.
- Protección respiratoria. Para protegerte del peligro de inhalación de polvos o vapores desprendidos durante la manipulación y aplicación de los productos utiliza mascarillas de protección. La mascarilla/máscara a utilizar deberá ajustarse a las particularidades del plaguicida.
- Las máquinas de pulverizar sólo serán empleadas en los tratamientos, y jamás para transportar agua para dar de beber a personas o a los animales.

Precauciones después del tratamiento.

- Limpia el material de aplicación empleado y sustituye las piezas desgastadas, como boquillas, gomas, etc.
- Después de tratar, lávate la cara y las manos antes de comer, beber o fumar. Al acabar la jornada, dúchate y lava la ropa de trabajo, guantes y botas. Cámbiate la ropa en el centro de trabajo no la llesves al hogar.
- No destruyas o elimines los envases, sigue las disposiciones reglamentarias que se encuentran en el frasco para gestionar los residuos.

Almacenamiento:

- Coloca los plaguicidas fuera del alcance de los niños y de los animales domésticos, lejos de alimentos y bebidas, en un local bien ventilado,

fresco y seco, separado de viviendas o establos y si es posible cerrado con llave.

- Conserva los productos en sus envases de origen, bien cerrados, con sus etiquetas y ordenados por categorías. No utilices envases de uso doméstico para almacenar plaguicidas ya que pueden llevar a confundir éstos con alimentos o bebidas.
- Observa la señalización de las instalaciones: por ejemplo, si en la entrada de un almacén se indica "Almacén de productos químicos" y aparece el símbolo de peligro, este local debe situarse lejos de materiales que ardan fácilmente. (heno, paja, maderas, etc.).
- Identifica la ubicación de los medios de protección (extintores, salidas de emergencias, botiquines) por si pudieras necesitarlos, mantenlos visibles, no bloques su acceso y comunica las anomalías que observes.
- Mantén debidamente el etiquetado de los envases utilizado en los trasvases de los productos químicos.

Anexo 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**“USO DE AGROQUIMICOS EN EL CULTIVO DE PAPA Y LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO AGRICOLA EN EL DISTRITO DE CHINCHERO, CUSCO.”
(Periodo 2019-2020)**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES/DIMENSIONES
<p>GENERAL: ¿En qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la contaminación del suelo agrícola, en el distrito de Chinchero, Región Cusco - Perú?</p>	<p>GENERAL: Evaluar la incidencia del uso de agroquímicos en el cultivo de papa en la contaminación del suelo agrícola en el distrito de Chinchero, Región Cusco - Perú.</p>	<p>GENERAL: El uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide directamente en la contaminación del suelo agrícola en el Distrito de Chinchero, Región Cusco - Perú.</p>	<p>V1: VI: USO DE AGROQUÍMICOS EN EL CULTIVO DE PAPA.</p> <p>DIMENSIONES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Órgano fosforado 2. Organoclorado
<p>ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la dimensión del desequilibrio físico del suelo? 2. ¿En qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide en la dimensión de desequilibrio químico del suelo? 3. ¿En qué medida el uso de agroquímicos en el cultivo 	<p>ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la incidencia del uso de agroquímicos en el cultivo de papa en la dimensión del desequilibrio físico del suelo. 2. Estimar la incidencia del uso de agroquímicos en el cultivo de papa en la dimensión del desequilibrio químico del suelo. 3. Determinar la incidencia del uso de agroquímicos en el cultivo de papa en la dimensión del desequilibrio 	<p>ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide directamente en la dimensión del desequilibrio físico del suelo. 2. El uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide directamente en la dimensión del desequilibrio químico del suelo. 3. El uso de agroquímicos en el cultivo de papa incide directamente 	<p>V2: VD: CONTAMINACIÓN DEL SUELO AGRICOLA.</p> <p>DIMENSIONES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desequilibrio físico 2. Desequilibrio químico 3. Desequilibrio biológico

de papa incide en la dimensión desequilibrio biológico del suelo?	biológico del suelo.	en la dimensión del desequilibrio biológico del suelo.	
--	-------------------------	--	--

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
V1: vi: Uso de agroquímicos en el cultivo de papa	Compuestos químicos	- Organofosforados - Organoclorados
V2: VD: Contaminación del suelo agrícola	Desequilibrios físico	- Textura y estructura - Densidad aparente - Color del suelo - Humedad
	Desequilibrios químico	- pH del suelo - Conductividad eléctrica - Materia orgánica - Capacidad de intercambio catiónico
	Desequilibrios biológicos	- Materia orgánica

Anexo 03: RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIOS EN MUESTRAS DE SUELO.

ANALISIS DE LABORATORIOS



FRACTAL QUÍMICOS E.I.R.L.

RUC: 20602077811 - Mariscal Luzuriaga 341

Jesús María (Lima 11) – PERÚ - Tlf. 4231669

Email: fractal@fractalquimicos.com

www.fractalquimicos.pe

ENSAYOS Y CERTIFICACIÓN EN FISIQUÍMICA Y ANALÍTICA – ICP EN QUÍMICA – ASESORIA Y CAPACITACIÓN – ADARAYOS Y REACTIVOS

ANÁLISIS CUALITATIVO DE PLAGUICIDAS RESIDUALES EN MUESTRAS DE SUELOS

SOLICITANTE: Catalina Jiménez Aguilar

MUESTRAS: 02-muestras de SUELOS procedentes de la región Cusco
Muestra 01 – Piuray (Zona Chinchero, microcuenca Piuray – Nov. 2019)
Muestra 02 – Huaypo (Zona Chinchero, microcuenca Huaypo – Nov. 2019)

TIPO DE ANÁLISIS: PERFIL CROMATOGRÁFICO CUALITATIVO DE ORGANO-CLORADOS (OCls) Y ORGANO-FOSFORADOS (OPs)

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: Lima-Lab.FQ. 19-11-2019.
FECHA DE ANÁLISIS: 20-11-2019 al 30-11-2019.
FECHA DE INFORME: 03-12-2019.

REPORTE DE ANALISIS CUALITATIVO DE ORGANO-CLORADOS (OCls) Y ORGANO-FOSFORADOS (OPs) EN MUESTRAS DE SUELOS PROCEDENTES DE LA REGIÓN CUSCO

CONTENIDO

	<u>Pag</u>
1. Resultados cualitativos	2
2. Métodos referenciales	2
3. Equipos	2
4. Patrones:	4
4.1. OCl: <u>clorotalonil (CLTL)</u> , <u>endosulfan-A (ENDSa)</u> , <u>endosulfan-B (ENDSb)</u>	4
4.2. OP: <u>diclorvos (DCLV)</u> , <u>metamidofos (MTMF)</u> , <u>diazinón (DIAZ)</u> , <u>malatión (MLTN)</u> , <u>clorpirifós (CLPF)</u>	4
5. Procedimiento para el análisis GC-FID de OP y OCl	5
6. Resultados:	6
6.1. <u>Cromatogramas</u> simultáneos GC-FID de 3-OCl y 5-OP patrones – 20ppm c/u	6
6.2. <u>Cromatogramas</u> GC-FID correspondientes a las muestras	7
6.3. Tabla de resultados.	8
7. Observaciones finales	8

1. RESULTADOS CUALITATIVOS

Tabla 1. Contenido de humedad

MUESTRA SUELOS	Procedencia	HUMEDAD ^a (%p/p)
Muestra 01	Piuray (Microcuenca)	3,00 ± 0,1
Muestra 02	Huaypo (Microcuenca)	3,02 ± 0,1

^a Gravimétrico.

Tabla 2. ESTIMACION CUALITATIVA DE ORGANO-CLORADOS (OCls) Y ORGANO-FOSFORADOS (OPs) POR GC-FID - Figuras 2 y 3.

Muestra SUELOS	DCLV OP	MTMF OP	DIAZ OP	CLTL OC1	MLTN OP	CLPF OP	ENDSa OC1	ENDSb OC1
Muestra01*	DE (pico2)	ND	ND	ND	ADE (Ady.pico6)	ND	DE (pico8)	ND
Muestra02*	DE (pico2)	ND	ND	ND	ADE (Ady.pico6)	ND	DE (pico8)	ND

mg/kg: miligramos por kilogramo de muestra original.

DE: detectable mayor que 0,002 mg/kg en la muestra original.

ADE: apenas detectable.

Ady = adyacente.

ND: no detectable-inferior a 0,002 mg/kg en la muestra original.

* código de muestras establecido por solicitante.

2. Método: Cromatografía GC-FID simultáneo para órgano clorados (OC1) y órgano fosforados residuales (OP) en suelos.

Referencias: [1]. CIPAC – Handbook, 2011.

[2]. THERMO electron corporation, TR-5MS Trace GC Capillary column - 8081 Organochlorine pesticides.

[3]. THERMO Scientific. Applications Note 20705. Organophosphorus pesticides, TraceGold TG-5MS column, Trace 1310, US EPA, Method 8141B, quartz liner, 2013.

[4]. Food safety and standards authority of India Ministry of health and family welfare Government of India, Manual of methods Analysis of Foods. Pesticides Residues New Delhi, 2015.

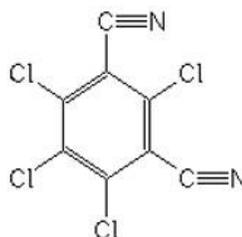
3. Equipos: Cromatógrafo* de gases con detector fe ionización de flama, THERMO 1300 GC-FID-He, Columna TR-5MS. Software: Chromeleon 7.1- Dionex – 2013.

* Equipos disponibles en el Laboratorio químico de Investigación y desarrollo de Fractal Químicos, con áreas de instrumentación en fisicoquímica y analítica: gravimétricos, electrométricos, espectroscópicos y de instrumentación avanzada.

4. Patrones: ORGANO CLORADOS – OCl

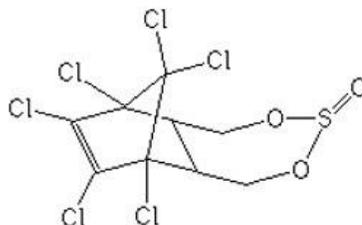
[Ref. Cromatograma referencial 8081 Organochloride pesticidas – Thermo Scientific]

CHLOROTHALONIL - CLTL 99%, cristales blancos (Análogo del 2,4,5,6-tetrachloro-meta-xileno) [Tetrachloroisophthalonitrile] – **Fungicida cloronitrilo**
 $C_8Cl_4N_2$ – 265,91 g/mol – CAS 1897-45-6.



ENDOSULFAN A y B 96% – 70:30 isómeros geométricos, cristales pardos – **ENDSa, ENDSb**

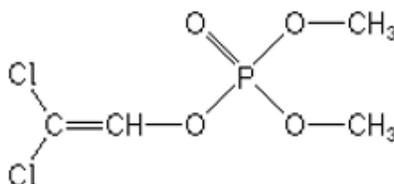
[1,4,5,6,7,7-hexachloro-8,9,10-trinorborn-5-en-2,3-ylenebismethylene sulfite] – **Insecticida acaricida**. $C_9H_6Cl_6O_3S$ – 406,93 g/mol – CAS 115-29-7



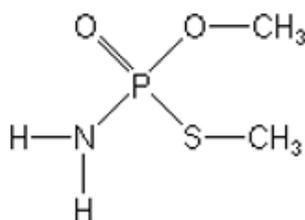
ORGANO FOSFORADOS - OP

[Ref. Chromatogram of 22 OPP standards – Thermo Scientific]

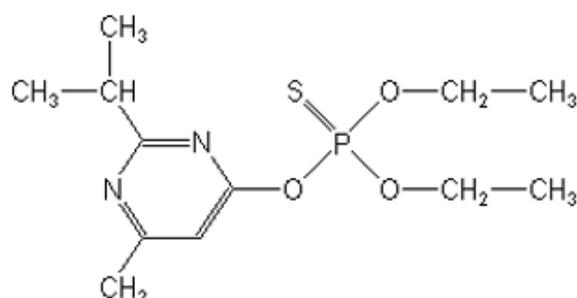
DICHLORVÓS Sln 45% p/p, $D^{25^\circ C} = 1,12\text{g/ml}$ líquido amarillento – **DCLV**
 [2,2-dichlorovinyl dimethyl phosphate]. **Insecticida, acaricida**.
 $C_4H_7Cl_2O_4P$ – 220,9764 g/mol - CAS 62-73-7



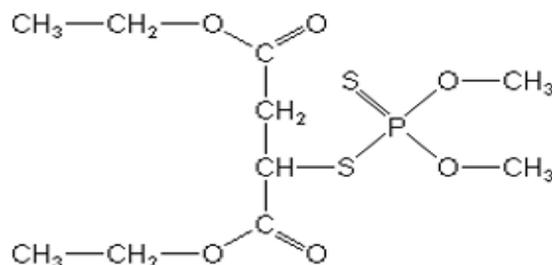
METHAMIDOPHOS 72% p/p a 25°C sólido cristalino - **MTMF**
 [(*RS*)-(*O,S*-dimethyl phosphoramidothioate)]. **Insecticida, acaricida.**
 $C_2H_8NO_2PS$ – 141,1309 g/mol - CAS 10265-92-6



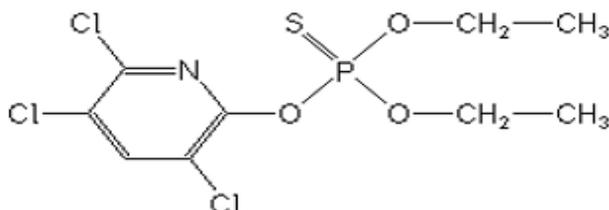
DIAZINON 95% p/p, líquido marron - **DIAZ**
 [*O,O*-diethyl *O*-2-isopropyl-6-methylpyrimidin-4-yl phosphorothioate].
Insecticida, acaricida, repelente. $C_{12}H_{21}N_2O_3PS$ – 304,35 g/mol – CAS 333-41-5



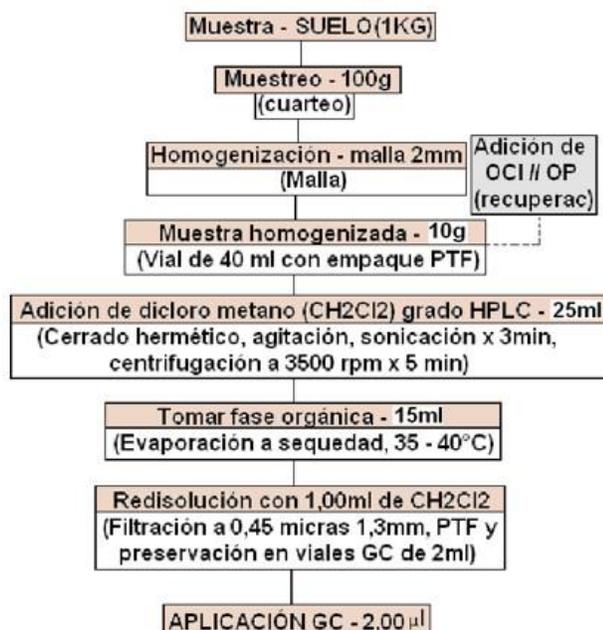
MALATION 84% p/p, líquido ambar, $D^{25^\circ C} = 1,24$ g/ml – **MLTN**
 [*S*-1,2-bis(ethoxycarbonyl)ethyl *O,O*-dimethyl phosphorodithioate].
Insecticida, acaricida. $C_{10}H_{19}O_6PS_2$ – 330,3630 g/mol - CAS 121-75-5



CHLORPYRIFOS 97%, cristales marron claros - **CLPF**
 [*O,O*-diethyl *O*-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate]. **Insecticida.**
 $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$ – 350,57 g/mol



5. Procedimiento para el análisis GC-FID de OP y OCI en muestras de suelos



Inyección:	1 µL (patrones) // 2 µL (muestras)
Inyector:	240°C
Split:	1:5
Columna:	Thermo TR-5MS
Gas portador:	Helio
Horno:	40°C(1 min) $\xrightarrow{30^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 190°C(3 min) $\xrightarrow{10^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 300°C(5 min)
Detector:	280°C
Analitos:	20 ppm c/u en CH ₂ Cl ₂
Recuperación:	Adición de 0,5 ml de <u>sln.</u> 3OCIs-5OPs (conteniendo 10ppm c/u) sobre 10g de suelo. Concentración recuperada entre 94 – 97 %.

6. RESULTADOS

6.1. Cromatograma simultáneo de 03-OCIs y 05-OPs (patrones)

Tabla 3. Tiempos de retención (Tr), concentraciones de los patrones y picos.

Organo clorados-OCIs (03) Organo fosforados-OPs (05)	Tr (min)	C (ppm)	Pico Figura 1
DCLV - OP	5,807	20	1
MTDF - OP	7,162	20	3
DIAZ - OP	8,132	20	4
CLTL - OCI	12,66	20	5
MLTN - OP	14,01	20	6
CLPF - OP	14,21	20	7
ENDSa - OCI	16,07	20	8
ENDSb - OCI	17,35	20	9

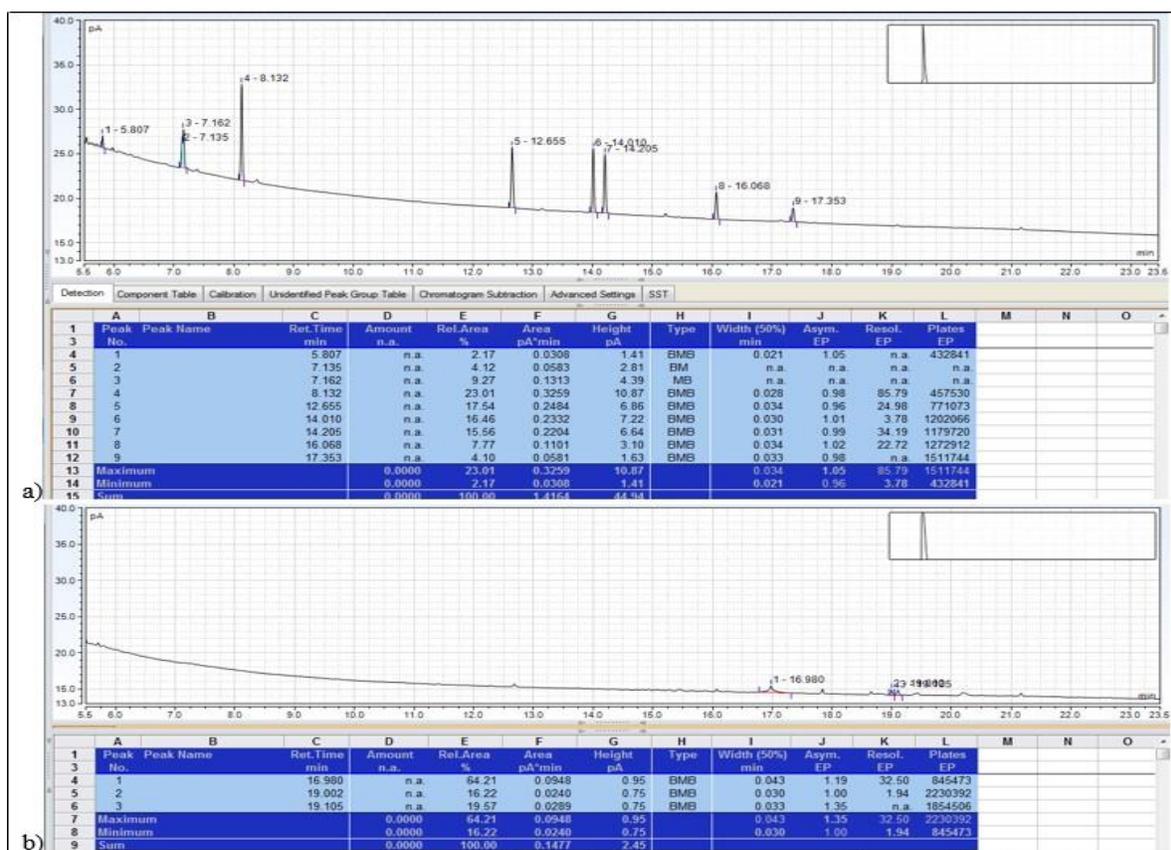


Figura 1. a) Cromatograma GC-FID simultáneo de 03-OCIs y 05-OPs (tabla 3 con identificación de picos); b) cromatograma del solvente utilizado en la extracción sólido-líquido.

6.2. Cromatogramas GC-FID correspondientes a las muestras 01 y 02.

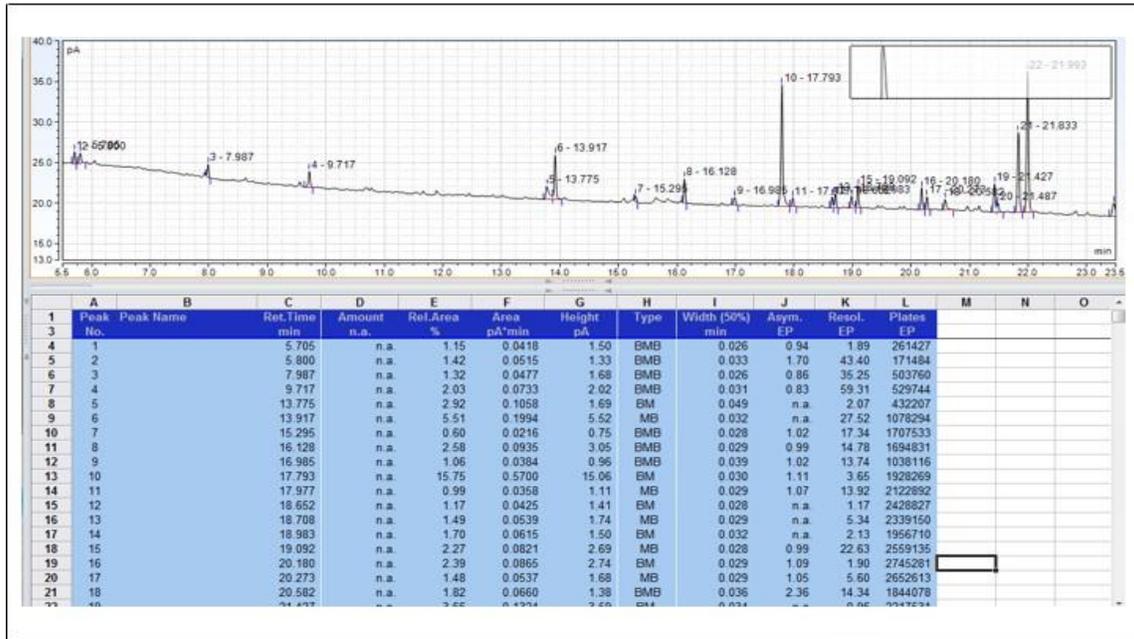


Figura 2. Cromatograma GC-FID de la Muestra 01 (Piuray)

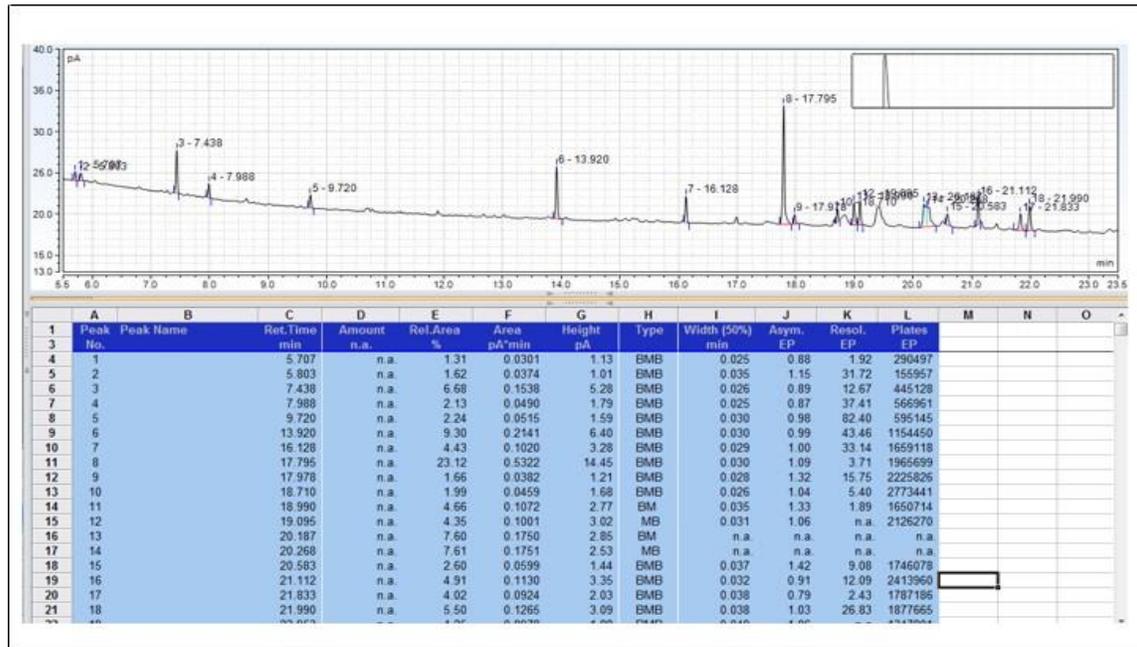


Figura 3. Cromatograma GC-FID de la Muestra 02 (Huaypo)

6.3. Tabla de resultados

Tabla 2. ESTIMACION CUALITATIVA DE ORGANO-CLORADOS (OCls) Y ORGANO-FOSFORADOS (OPs) POR GC-FID

Muestra SUELOS	DCLV OP	MTMF OP	DIAZ OP	CLTL OCl	MLTN OP	CLPF OP	ENDSa OCl	ENDSb OCl
Muestra01*	DE (pico2)	ND	ND	ND	ADE (Ady.pico6)	ND	DE (pico8)	ND
Muestra02*	DE (pico2)	ND	ND	ND	ADE (Ady.pico6)	ND	DE (pico8)	ND

mg/kg: miligramos por kilogramo de muestra original.

DE: detectable mayor que 0,002 mg/kg en la muestra original.

ADE: apenas detectable, Ady = adyacente.

ND: no detectable-inferior a 0,002 mg/kg en la muestra original.

* código de muestras establecido por solicitante.

6.4. Observaciones finales.

Los perfiles cromatográficos GC-FID cualitativos, obtenidos para las muestras 01 y 02 tienen alguna semejanza hasta el minuto 18, muestran compuestos extraíbles directamente con dicloro metano (CH_2Cl_2) y son perfectamente detectables y pueden ser identificados y cuantificados.

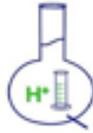
Los **resultados del análisis cualitativo** con los procedimientos mostrados en la sección 5 y métodos referenciales de la sección 2, dan la presencia de por lo menos **21 compuestos** detectables y tres de ellos se han podido identificar: un OP (DCLV), un OCl (ENDSa) y otro OP apenas detectable – ADE adyacente al pico 6 y con el tiempo de retención similar al MLTN.

Para conclusiones completas, son necesarias la identificación del resto de compuestos manifestados en los perfiles cromatográficos cualitativos así como la cuantificación de los mismos.

- -----Lima, 03 de diciembre 2019-----


 Dr. JESÚS AMÉRICO C. JUNCO
 QUIMICO
 No. Reg. C.O.P. 452





MC QUIMICALAB

De: Ing. Gory Manuel Cumpa Gutierrez
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
 RUC N° 10445897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL.: 974 673993 - 946 488776

INFORME N° Q. 0567-2020

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO

SOLICITA : Ing. Catalina Jiménez A.

MUESTRAS : Suelos
 M₁- Microcuencia Piuray
 M₂- Microcuencia Huaypo

DEPARTAMENTO : Cusco

FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA : 18/08/2020.

RESULTADOS :
 M₁: MICROCUENCA DE PIURAY (1)
 M₂: MICROCUENCA DE PIURAY (2)
 M₃: MICROCUENCA DE HUAYPO (1)
 M₄: MICROCUENCA DE HUAYPO (2)

DISTRITO : Chinchero
 PROVINCIA : Urubamba
 DEPARTAMENTO : Cusco
 FECHA DE INFORME : 22/09/2020



RESULTADOS :

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Humedad	%	9	11.5	14	13.5
Muestra seca					
Nitrógeno total	%	0.04	0.04	0.05	0.05
Fosforo disponible P ₂ O ₅	mg/100	0.58	0.84	1.91	1.41
Potasio disponible K ₂ O	mg/100	4.0	3.5	3.0	4.0
Materia orgánica	%	0.8	0.8	1	1
pH		6.6	6.6	6.6	6.6
Conductividad Eléctrica Saturada	µS/cm	620	580	400	500
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C)	meq/100	14	14	14	14
Alcalinidad	mgHCO ₃ /100	31	31	21	21
Acidez	Mg/100	1.5	1.5	1.5	1.5
Textura(malla 2 mm)					
Areña	%	14.4	14.5	9.5	13.3
Arcilla	%	2.9	1.4	3.7	3.2
Limo	%	82.7	84.1	86.8	83.5
Clase textural		LIMOSO	LIMOSO	LIMOSO	LIMOSO
Humedad equivalente (He)	%	21	21	21	21
Densidad aparente	g/cc	1.50	1.37	1.38	1.43
Densidad real	g/cc	2.1	2	2.35	2.22
Capacidad de campo	%	20.8	20.8	20.8	20.8

(C.C.)					
Punto de marchitez permanente (P.M.P.)	%	11.4	11.4	11.4	11.4

MÉTODOS DE ANÁLISIS: El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2006; que a su vez está basado en el Manual *The Analysis of Agricultural Materials*, MAFF/ADAS.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



Mario Campa Cayuri
MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUIMICO
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16196



Lima, 27 de agosto de 2021

SOLICITANTE : ING. CATALINA JIMENEZ
 DE : COOPERATIVA DE TRABAJADORES BIOTECOOP
 Blgo. Mario Cueva Távora Ph.D(c)

**INFORME BC0054-21:
 RESULTADOS MICROBIOLÓGICO DE SUELOS**

DATOS DE LAS MUESTRAS:

MUESTRAS : Suelo sin cultivo
 Microcuenca de Huaypo
 Microcuenca de Piuray
 TIPO : Suelos
 MUESTREO POR : Cliente
 PROCEDENCIA : Cusco
 FECHA DE MUESTREO : 14/08/21
 FECHA DE RECEPCIÓN : 17/08/2021



DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El presente informe, ha sido elaborado por BIOTECOOP, para uso exclusivo del SOLICITANTE. El uso de la información, opiniones o conclusiones contenidas en el presente documento es responsabilidad exclusiva de dichas partes.

Los resultados presentados en este informe son consistentes con las metodologías de análisis aplicadas, los mismos que han sido revisados y validados bajo el rigor técnico del equipo de trabajo de BIOTECOOP, con amplia experiencia en estudios similares; la información presentada en este informe es correcta dentro de las limitaciones especificadas en el mismo.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

Tabla 1: Parámetros evaluados

D) MACROFAUNA DEL SUELO

MICROCUENCA DE HUAYPO					LCM: 1 Org/gr Unidades: Org/gr
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE	
--	--	--	--	--	0
SUELO SIN CULTIVO					LCM: 1 Org/gr Unidades: Org/gr
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE	
--	-	-	-	--	0
MICROCUENCA DE PIURAY					LCM: 1 Org/gr Unidades: Org/gr
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE	
-	-	-	-	-	0
SUELO SIN CULTIVO					LCM: 1 Org/gr Unidades: Org/gr
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE	
--	-	-	-	--	0

LCM: Limite de cuantificación del método
Nd: No Determinado



RESULTADOS

II) MICROFAUNA DEL SUELO

MICROCUENCA DE HUAYPO					LCM: 1 Org/gr Unidades: Org/gr	
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE		
PROTOZOA	LOBOSA	ARCELLINIDA	ARCELLIDAE	<i>Arcella sp.</i>	0.04	<1
SUELO SIN CULTIVO					LCM: 1 Org/gr Unidades: Org/gr	
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE		
NEMATODA	-	-	-	ND	0.33	<1
MICROCUENCA DE PIURAY					LCM: 1 Org/gr Unidades: Org/gr	
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE		
NEMATODA	-	-	-	ND	0.31	<1
SUELO SIN CULTIVO					LCM: 1 Org/gr Unidades: Org/gr	
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE		
NEMATODA	-	-	-	ND	0.34	<1
LCM: Limite de cuantificación del método Nd: No Determinado						

OBSERVACIONES:

Muestras colectadas y enviadas por el cliente.



 B/Go. Mario D. Cueva Távora
 BIOTECOOP
 CBP 10029

Anexo 04:**PANEL DE FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION****Fotografía N°4: Recolección de muestras de las microcuencas****Fotografía N°5: Recolección de muestras de las microcuencas de Piuray.**

Fotografía N°6: Recolección de muestras de la microcuenca de Huaypo





Fotografía N° 7: Análisis en laboratorio- análisis preliminar



Separación de soluciones para realizar Cromatografía en capa fina

Fotografía N° 8: Asesoramiento del Ing. Mario Cumpa en Laboratorio



Fotografía N° 9: El uso de los agroquímicos en el cultivo de papa

