



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Revisión Sistemática: Efectos de los agroquímicos en la
calidad de los suelos agrícolas usando Bioindicadores, 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental**

AUTORA:

Grandez Gonzales, Gabriela (ORCID: 0000-0002-8748-8920)

ASESORA:

Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline (ORCID: 0000-0002-9965-9678)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Los Recursos Naturales

LIMA-PERÚ

2020

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de investigación en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí, por darme la fuerza y la salud para llevar en marcha mis metas y objetivos, quiero también dedicar a mi madre Milagros y a mi padre José Luis, porque siempre están apoyándome y acompañándome en cada paso y proyecto de mi vida, por inculcarme buenos valores, y por su amor incondicional.

Agradecimiento

Por su orientación y apoyo a mis consultas, mi agradecimiento a la Mg. CABELLO TORRES, RITA JAQUELINE, quien fue mi asesora todo este tiempo; mi agradecimiento también a la Universidad César Vallejo, por las facilidades, comprensión y oportunidades.

Gracias a mi familia, a mi hermana, y a mi compañero de vida, porque con ellos compartí toda esta experiencia, por el apoyo incondicional, especialmente porque estuvieron presentes en la evolución y posterior desarrollo total de mi trabajo de investigación, les agradezco mucho. Los amo.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Índice de Abreviaturas	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipos y Diseño de Investigación.....	24
3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística.....	24
3.3. Escenario de Estudio.	27
3.4. Participantes.	27
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.6. Procedimientos.....	28
3.7. Rigor Científico.....	28
3.8. Método de análisis de información.	29
3.9. Aspectos éticos.	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS	55
Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Categoría (cualitativo).....	70
Anexo 2: Instrumento de recolección de datos.	72

Índice de tablas

Tabla 1: Funciones de los micro y macro organismos del suelo en nutrientes y en la estructura del suelo.	18
Tabla 2: Matriz de categorización apriorística.	25
Tabla 3: Efectos de los Agroquímicos sobre la calidad de los suelos agrícolas que se detectan usando Bioindicadores.	32
Tabla 4: Bioindicadores de contaminación por agroquímicos.	41
Tabla 5: Organismos del suelo bioindicadores de contaminación.	43
Tabla 6: Funciones de los Bioindicadores del Suelo.	47
Tabla 7: Efecto de los agrícolas en las propiedades físicas del suelo que afectarían a la biodiversidad.	49
Tabla 8: Efecto de los Agroquímicos sobre organismo vivos del suelo.	51

Índice de figuras

Figura 1: Organismos bioindicadores del suelo.....	17
Figura 2: Clasificación de agroquímicos.....	20
Figura 3: Estructuras tridimensionales de algunos de los principales agroquímicos organoclorados.....	21
Figura 4: Estructura química de las triazinas.....	21
Figura 5: Estructura general de un carbamato.	22
Figura 6: Estructura química de los herbicidas de sulfonilurea: metsul-furon-metilo, sulfometuron-metilo, rimsulfuron y nicosulfuron.	22
Figura 7: Estructura química de los neonicotinoides.....	23
Figura 8: Relación unidad de estudio-variables.	27
Figura 9: Procedimiento de recolección de datos.....	30

Índice de Abreviaturas

FAO: La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

ITPS: Instituto de Tecnología e Pesquisas de Sergipe.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

MO: Materia orgánica.

OTU: Unidad taxonómica operativa.

ELD: The Economics of Land Degradation Initiative (Iniciativa sobre la economía de la degradación de la tierra)

MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego.

ISO: Organización Internacional de Normalización.

pH: Potencial de hidrógeno.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

Cd: Cadmio.

Cu: Cobre.

Pb: Plomo.

Zn: Zinc.

Mulch: Cobertura orgánica, es una capa de materia orgánica suelta.

NPK: Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

rRNA: Ácido ribonucleico ribosómico o ribosomal.

µg: Microgramo.

INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar los efectos de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas usando bioindicadores; para ello se realizó la revisión y análisis de diferentes artículos científicos y revistas científicas indexadas y libros, en idioma inglés y visita a plataformas institucionales de INIA, FAO y ONU en el idioma español, la información que forma parte de la presente investigación corresponde de los años 2015 al 2020 y la búsqueda fue enfocada a los objetivos específicos como los tipos y funciones de los bioindicadores del suelo y los tipos de agroquímicos que se utilizan en la agricultura, teniendo como resultado la disminución y mortalidad de los organismos bioindicadores, responsables de los ciclos de los nutrientes del suelo y responsables de la sostenibilidad ecológica; los suelos agrícolas son los más expuestos a su deterioro por las mismas actividades que se desarrollan con el fin de lograr la seguridad de los alimentos, lo que se recomienda evaluar el estado del suelo mediante estos organismos bioindicadores llamados así porque indican el estado e impacto en su hábitat.

Palabras Claves: Calidad del suelo, agricultura, agroquímicos, bioindicadores y suelo agrícola.

Abstract

The objective of this research was to determine the effects of agrochemicals on the quality of agricultural soils using bioindicators; For this, the review and analysis of different scientific articles and indexed scientific journals and books were carried out, in English and a visit to institutional platforms of INIA, FAO and UN in the Spanish language, the information that is part of the present investigation, correspondence of the years 2015 to 2020 and the search was focused on specific objectives such as the types and functions of soil bioindicators and the types of agrochemicals used in agriculture, resulting in the decrease and mortality of bioindicator organisms, responsible for the cycles of soil nutrients and responsible for ecological sustainability; Agricultural soils are the most exposed to deterioration due to the same activities that are developed in order to achieve food safety, which is recommended to evaluate the state of the soil through these bio-indicator organisms, so called because they indicate the state and impact on their habitat.

Keywords: Soil quality, agriculture, agrochemicals, bioindicators and agricultural soil.

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades antropogénicas son las que transforman la atmósfera, el océano y el suelo, las consecuencias se pueden observar en los suelos agrícolas donde todas sus condiciones son alteradas y pueden interferir en la vida microbiana, animal, vegetal, la seguridad de los alimentos y la biodiversidad del suelo (Quigley, T. P.; Amdam, G. V.; y Harwood, G. H., 2019, p.132).

La agricultura con el fin de lograr la seguridad de la alimentación, afectan a la calidad del suelo y modifican la capacidad de los suelos, es decir la intensidad con que se intensifica la producción agrícola están impactando con la pérdida de valor para otros servicios ecosistémico, se estima que el 33% de los suelos se encuentran de moderada a muy degradados producto de la erosión, la salinización, la acidificación, la contaminación o la compactación (FAO e ITPS, 2015), y según Kopittke, P., M., et al., (2019, p.3, como se citó en ELD, 2015) el 52% de las tierras agrícolas están moderada o gravemente afectadas por degradación del suelo. Por esta razón en esta investigación se consideró estudiar los efectos ambientales por el uso y aplicación de agroquímicos en el recurso suelo mediante la revisión de artículos y revistas científicas, libros y plataformas institucionales, sobre los efectos de su causante (agroquímicos) y el uso de bioindicadores para la evaluación de sus efectos positivos o negativos en respuesta a ello.

Mancini, F.; Woodcock, B. A.; e Isaac, N. J. B. (2019, p.53) Los agroquímicos son importantes en la alimentación por el rápido crecimiento de las mismas, sin embargo el uso de estos agroquímicos tienen consecuencias para el medio ambiente, provocando la disminución de los organismos y microorganismos, la polinización y el desarrollo y función de plagas naturales.

Los organismos son llamados bioindicadores porque pueden ser animal o vegetal que responden a un estímulo positiva o negativamente, cambiando sus funciones vitales o bioacumulan toxinas. (García, J.M., et al., 2017, p.49, como se citó en Environment Agency, 2008).

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA (2015, p.12), los organismos bioindicadores del suelo se categorizan de la siguiente manera: Microflora (Bacterias y Hongos); Microfauna (Nematodos, Protozoarios y Ácaros-pequeños); Mesofauna (Ácaros, Colémbolos, Artrópodos-pequeños, Enquistados-lombrices pequeñas) y Macrofauna (Lombrices, Enquistados-grandes, Bicho bolita, Diplopodos, Quilopoda, Moluscos e Insecta-larvas y adultos); también menciona las funciones de estos organismo bioindicadores del suelo, como sus intervención en el ciclo de nutrientes, regulan la dinámica de MO, secuestran carbono, regulan los gases de efecto invernadero, modifican la estructura física del suelo y actúan sobre el régimen de agua y erosión.

Para Rawtani, D., et al., (2018, p.750) Los agroquímicos que se utilizan en la agricultura se clasifican según el tipo de plaga (Insecticidas, Herbicidas, Fungicidas, Alguicidas, Bactericidas, Rodenticidas, Larvicidas, Repelentes, Virucidas, Ovicidas, Acaricidas, Nematicidas, Moluscicidas, Bolas de Polilla, Plaguicidas, Avicidas y Lampricidas); y por su composición Química (Organoclorinos, Triazinas, Carbamatos, Sulfonilureas y Neonicotinoides).

Con esta investigación se pretende informar y concientizar sobre los efectos ocasionado por el uso excesivo de los agroquímicos en la agricultura, teniendo como base de estudio el suelo que es componente clave de la tierra, ya que brinda los servicios para la producción de los alimentos, el crecimiento y desarrollo de las plantas, hábitat de los animales y microorganismos, captura del carbono y la calidad del ambiente, (ONU, 2015, párr.3), por lo tanto mediante la presente investigación se brinda conocimientos científicos basados en estudios reales sobre los efectos de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas usando bioindicadores para así optar por un uso sostenible e interés y preocupación por el estado de nuestros suelo. También se eligió organismos bioindicadores para medir los efectos que ocasionan el uso de los agroquímicos en los suelos agrícolas porque son una herramienta para determinar los cambios en un ambiente. (Parmar, T. K.; Rawtani, D.; y Agrawal, K. Y. 2016, p.110).

Sobre la base de la realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿Cuáles son los efectos de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas que se detectan usando bioindicadores? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE1: ¿Cuáles son los tipos de bioindicadores para evaluar los efectos de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas?

PE2: ¿Qué funciones cumplen los tipos de bioindicadores para la evaluación de la calidad de los suelos agrícolas?

PE3: ¿Cuáles son los tipos de agroquímicos que se utilizan en la producción agrícola?

El objetivo general fue Determinar los efectos de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas que se detectan usando bioindicadores. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Identificar los tipos de bioindicadores para evaluar los efectos de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas

OE2: Mencionar las funciones que cumplen los tipos de bioindicadores para la evaluación de la calidad de los suelos agrícolas

OE3: Nombrar los tipos de agroquímicos que se utilizan en la producción agrícola.

II. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de éste capítulo consiste en el análisis de diferentes estudios realizados, teorías y conceptos en relación al Efecto de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas usando bioindicadores, los que ayudaron al desarrollo y que forman parte del cuerpo del trabajo , los que se detallan a continuación:

Gautam, A., et al. (2020, p.1) En su estudio evaluó los impactos del estiércol y los fertilizantes minerales a largo plazo (16 años) en los indicadores bioquímicos y biológicos del suelo; con 6 tratamientos diferentes de estiércol y fertilizantes, como resultado del estudio se concluyó que un mayor tratamiento del estiércol, puede ser beneficiosa para mejorar los indicadores bioquímicos y biológicos del suelo. Asimismo Gautam, A., et al. (2020, p.34) menciona que podría haber problemas con una mayor aplicación de estiércol en el ecosistema, por lo que sugiere realizar más estudios sobre la perspectiva ambiental.

Cabrera-Mireles, H., et al. (2019, p.232, 233) Evaluó la abundancia, riqueza y diversidad de oribátidos, colémbolos y hormigas como indicadores de perturbación del suelo en diferentes sistemas de manejo del cultivo de mango Manila y caña de azúcar en Veracruz, México; la obtención de la muestra lo realizó mediante excavación de 25x25x30 cm en cada punto de muestreo y para análisis de datos usó el programa EstimateS versión 8.2.0.; como resultado del estudio se concluyó que la abundancia de colémbolos y hormigas, indicadores de fertilidad y estabilidad del suelo, fue mayor en el sistema de manejo mínimo tradicional, los oribátidos, indicador de perturbación del medio edáfico tuvo mayor presencia en el sistema de manejo tecnificado con mango.

Tang, J., et al. (2019, p.122) Estudió los cambios de diferentes índices y su posible mecanismo microbiológico bajo la contaminación por metales pesados en los suelos; su metodología fue la revisión sistemática, como resultado del estudio se concluyó que los indicadores microbiológicos son sensibles a los cambios ambientales como también son susceptibles a los factores ambientales (pH, tamaño

de grano del suelo, MO, etc.). Asimismo Tang, J., et al. (2019, p.128) recomienda para futuras investigaciones tener en cuenta la relación cuantitativa entre los factores físico-químicos del suelo y los indicadores microbianos.

Wołejko, E., et al. (2019, p.2) Estudió mediante la revisión de literaturas la actividad de las enzimas del suelo y los microorganismos considerados como un indicador biológico de la contaminación del suelo, como resultado del estudio se concluyó que una concentración de plaguicidas en el suelo interviene en el crecimiento microbiano y en la actividad enzimática de los suelos. Asimismo Wołejko, E., et al. (2019, p.10) recomendó estudiar sobre los factores que pueden intervenir en la medición de la actividad biológica.

Dangi, S., et al. (2019, p.1) Evaluó la aplicación de fertilizantes orgánicos a base de desechos avícolas en diversas combinaciones de fertilizantes inorgánicos y enmienda con biocarbón sobre las propiedades microbianas del suelo después de 2 temporadas de cultivo de chiles serranos, como resultado del estudio se concluyó que la enmienda del suelo con biocarbón o fertilizante orgánico incorporado durante 2 años afectó la biomasa de la comunidad microbiana, la composición y el rendimiento de los cultivos. Asimismo Dangi, S., et al. (2019, p.9) recomienda para futuras investigaciones aumentar la comprensión de los impactos a largo plazo con respecto a la salud del suelo y la producción de cultivos sostenibles.

Gómez, J. A.; y Luna. J. A. (2018, p.100-108) Evaluaron los grupos funcionales microbianos de poblaciones heterótrofas de los ciclos del C y N en muestras de suelos contaminadas con toxafeno durante 2 períodos climáticos, por el método de recuento directo en placa y con medios de cultivos selectivos y para análisis estadístico utilizaron ANOVA simple con un 95 % de confianza; como resultado del estudio se concluyó que la persistencia del plaguicida toxafeno en el suelo causa efectos no favorables para el desarrollo de las poblaciones microbianas heterótrofas de los ciclos del C y N. Asimismo Gómez, J. A.; y Luna. J. A. (2018, p.109) sugiere para futuras investigaciones establecer las características edafológicas del suelo en estudio.

Socarrás-Rivero, A. M., (2018, p.113-119) Estudió la diversidad de la mesofauna en 3 diferentes tipos de usos del suelo: Pastizal cultivado, Sistema silvopastoril y Bosque secundario, de cada área se sacaron 5 muestras de suelo de 0-10 cm de profundidad de manera aleatoria y para la extracción utilizó embudos Tullgren y para el procesamiento estadístico utilizó el paquete del programa automatizado TONYSTAT; como resultado del estudio se concluyó que los ambientes y/o áreas con árboles contribuyen a la conservación de la calidad biológica de los suelos.

Cabrera-Dávila, G., et al. (2017, p.119, 120-124) Evaluó el efecto de 7 sistemas de uso de la tierra (bosques primarios, bosques secundarios, sistemas agroforestales, pastizales, cañaverales, cultivos varios y agroecosistemas urbanos) sobre la macrofauna como indicador para diagnosticar el impacto en el suelo en Cuba; la recolección de la macrofauna se hizo de acuerdo a la metodología del Programa de Biología y Fertilidad del Suelo Tropical, y para el análisis estadístico usó (ANOSIM); como resultado del estudio se concluyó que la riqueza taxonómica y la abundancia de la macrofauna disminuyeron por la perturbación en el suelo. Asimismo Cabrera-Dávila, et al. (2017, p.124) recomendó para futuras investigaciones el uso de estos bioindicadores en diferentes tipos de suelo.

Andrade, C., K., (2017, p.135-138) En su estudio caracterizó y evaluó la sustentabilidad de las fincas de brócoli en el distrito de Santa Rosa de Quives, Lima, Perú; para ello confeccionó indicadores de tipo económico, social y ecológico adecuados a los sistemas de estudio; como resultado del estudio se concluyó que la disminución de la biodiversidad aumenta la susceptibilidad de los sistemas en relación a enfermedades, plagas y variaciones climáticas, y los convierte más dependientes de insumos agrícolas.

Pelosi, C., y Römbke, J. (2016, p.256-261) En su investigación mediante la revisión de literaturas evaluaron la relevancia de los enquitreidos como indicadores de prácticas agrícolas (centrándose principalmente en cultivos de cereales), como resultado del estudio se concluyó que los enquitreidos pueden considerarse indicadores de las prácticas de manejo agrícola porque son sensibles a los cambios. Asimismo Pelosi, C., y Römbke, J. (2016, p. 256-261) menciona las

dificultades de medición e identificación por falta de estudios de exposición a largo plazo, por lo que recomienda para futuras investigaciones visitar sitios Europeos de alto nivel que midan el mayor número posible de factores que influyen en ellas durante un período de al menos 5 años.

Para, Mora, J., M., et al., (2019, p. 5) El suelo es un sistema vivo, que cuenta con una diversidad de macro y micro organismos que se relacionan y cumplen diferentes funciones que a su vez apoyan a los ciclos de la naturaleza, catalogándose como un sistema complejo. Bacterias, hongos y actinomicetos son microorganismo importantes en el enlace suelo-planta y en el aumento y/o disminución de nutrientes, siendo importantes en la nutrición de cultivos y en la sostenibilidad de los agroecosistemas; y La calidad del suelo es la capacidad para producir o ser usado sin perder sus funciones ambientales, realizando así sus funciones de forma sostenible. (Meza, A. M.; et al. 2017, p.495 citado en Garbisu et al, 2007).

Según, Castillo, B., et al. (2020, p.4 citado en Navarro & Barba, 1996) La presencia de los agroquímicos en el suelo mediante su aplicación para el control de las plagas, como los insecticidas, fungicidas y herbicidas, ocasionan el 50% de su almacenamiento en el suelo, sin embargo los herbicidas por su objetivo son aplicados directamente al suelo, mientras que los plaguicidas ingresan al ecosistema y empieza su degradación en diferentes tiempos y procesos como la latencia que es producida a corto tiempo, teniendo al plaguicida, también la disipación que es rápida su degradación en el suelo y por último la persistencia la cual es lenta su degradación. Sin embargo su uso intensivo con el objetivo de tener un suelo apto para siembra y libre de patógenos se vuelve cada día más rutinario, lo que causa la destrucción de los microorganismos no objetivos existentes en el suelo.

Según La Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (2015, p.31), la intensidad del uso del suelo y la pérdida de MO están provocando la pérdida de la biodiversidad del suelo y esto sucede por la transformación de tierras naturales a agrícolas por la agricultura.

Los agroquímicos afectan la dinámica de las poblaciones microbianas especialmente en sus funciones como: la degradación de la MO, almacenamiento de nutrientes, degradación de sustancias químicas, etc. (Sterren M., A., et al., 2019, p.67).

Parmar, T. K.; Rawtani, D.; y Agrawal, K. Y (2016, p.110-111 citado en Khatri y Tyagi 2015) Los bioindicadores se utilizan para evaluar la salud y calidad del medio ambiente, es una herramienta para determinar los cambios en el medio ambiente, positivos o negativos y sus efectos (Ver Figura 1). Hay factores que determinan la presencia de los bioindicadores como la transmisión de luz, agua, temperatura y MO, con los bioindicadores se puede predecir el estado natural de un medio, también nivel de contaminación. Los beneficios de su uso son:

- a. Identificar los impactos biológicos.
- b. Monitorear los impactos de diversos contaminantes.
- c. Monitorear los efectos tóxicos de las toxinas.
- d. Se pueden estudiar contándolos, debido a su prevalencia.
- e. Económico en comparación de otros sistemas.

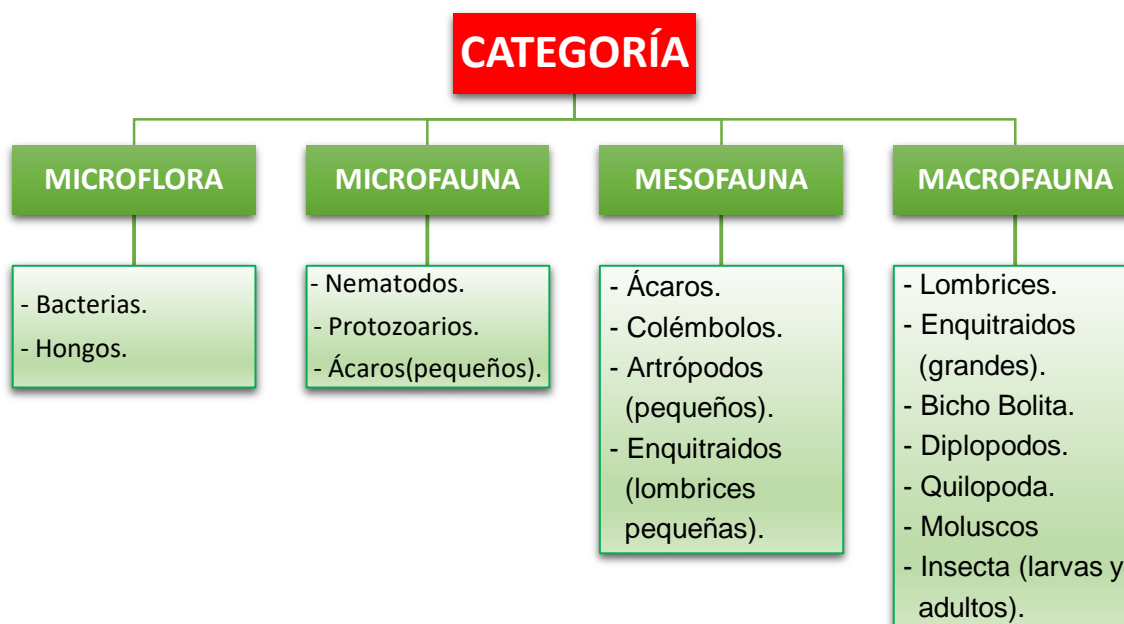


Figura 1: Organismos bioindicadores del suelo.

Fuente: Adaptado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. (2015. p. 12).

Zhou, Z.; Wang, Ch.; y Jin, Y. (2017, p.1 citado en van der Heijden et al.2008) La microflora interviene en el ciclo de nutrientes, en el crecimiento y desarrollo de las plantas por medio de la mineralización.

La microfauna del suelo está presentes en suelo con vegetación y suelos sin vegetación y se encuentran en niveles de hasta 4.23 Log UFC.g-1 de suelo. (Beltrán, M., E., et al. 2017, p.166).

Según George, P., B., L., et al., (2017, p.537 citado en Lavelle et al., 2006: Barrios, 2007) La mesofauna apoyan a la descomposición de la MO, el ciclo de nutrientes y formación del suelo, favoreciendo el abastecimiento de agua y regulariza la erosión del sitio y el clima.

La macrofauna son todos los organismos macro invertebrados de 2 mm a 20 mm de longitud y están vivamente en el suelo. (Castillo, Sh. O. y Ñique, M., 2019, p.48).

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria, (2015, p.11). En el suelo existen organismos que se desarrollan y se relacionan entre sí, cumpliendo las siguientes funciones: (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Funciones de los micro y macro organismos del suelo en nutrientes y en la estructura del suelo.

CATEGORÍAS	FUNCIONES EN NUTRIENTES	FUNCIONES EN ESTRUCTURA DEL SUELO
MICROFLORA: <ul style="list-style-type: none"> • Bacterias • Hongos 	<ul style="list-style-type: none"> • Catabolizan M.O. • Mineralizan e Inmovilizan nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Producen compuestos orgánicos que unen los agregados. • Las hifas unen partículas y agregados.
MICROFAUNA: <ul style="list-style-type: none"> • Nematodos 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulan las poblaciones de 	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden afectar la estructura de los agregados mediante

<ul style="list-style-type: none"> • Protozoarios • Ácaros (pequeños) 	bacterias y hongos. <ul style="list-style-type: none"> • Intervienen en el reciclaje de nutrientes. 	sus interacciones con la microflora.
MESOFAUNA: <ul style="list-style-type: none"> • Ácaros. • Colémbolos. • Artrópodos (pequeños). • Enquitráidos (lombrices pequeñas). 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulan las poblaciones de hongos y de la microfauna. • Intervienen en el reciclado de nutrientes. • Fragmentan restos vegetales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Producen pelotas fecales. • Crean bioporos. • Promueven la humificación.
MACROFAUNA: <ul style="list-style-type: none"> • Lombrices. • Enquitráidos (grandes). • Bicho Bolita. • Diplopodos. • Quilópoda. • Moluscos • Insecta (larvas y adultos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fragmentan restos vegetales. • Estimulan la actividad microbiana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclan partículas orgánicas y minerales. • Redistribuyen la materia orgánica y los microorganismos. • Crean bioporos. • Promueven la humificación. • Producen pelotas fecales.

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria, (2015, p. 12).

(Rawtani, D., et al. 2018, p.750). Dice que los agroquímicos tienen la función de eliminar y controlar plagas y malezas. Se utilizan mayormente en la agricultura para la protección de los cultivos también hace la clasificación de los agroquímicos de acuerdo a su origen y plaga objetivo. (Ver Figura 2).

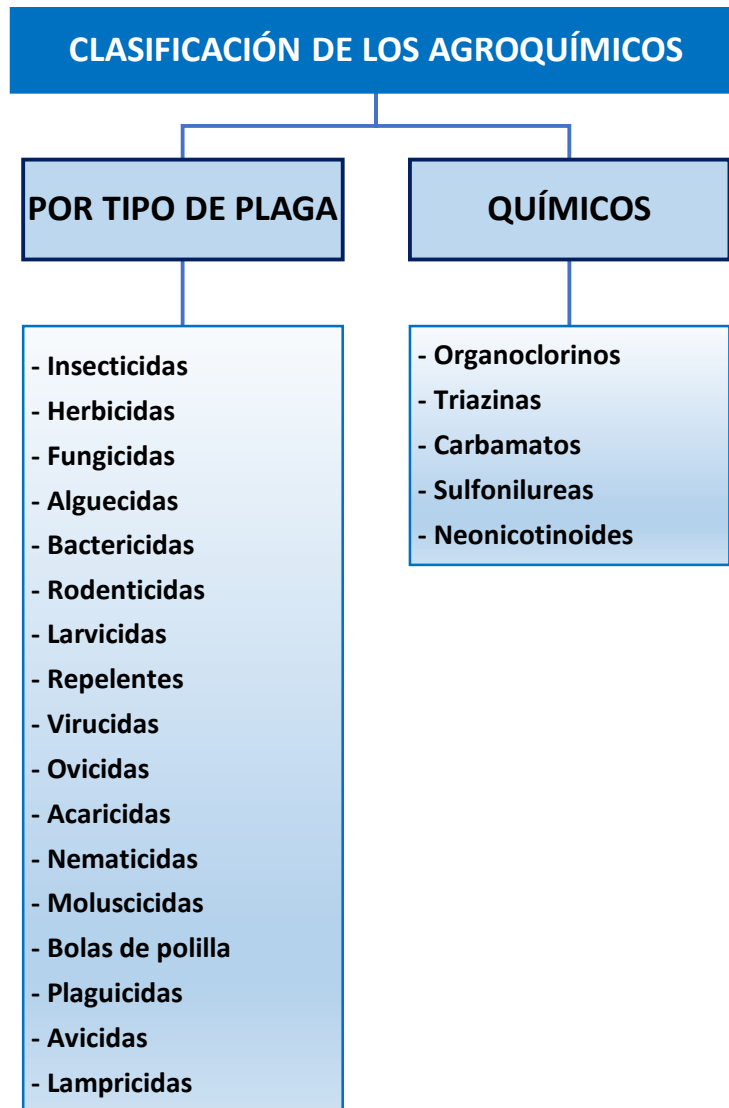


Figura 2: Clasificación de agroquímicos.

Fuente: Adaptado por Rawtani, D., et al., (2018, p.750).

Por el tipo de plaga, es la sustancia o mezcla de sustancias con el objetivo de prevenir, destruir o repeler cualquier tipo de plaga que interfiera en el desarrollo y crecimiento del cultivo o planta. (Bascopé, R., Bickel, U., y Jacobi, J., 2019, p. 387).

Se entiende por agroquímicos de origen químicos aquellas sustancia con el propósito de eliminar plagas, pueden ser también fertilizantes (impulsan el crecimiento y desarrollo de las plantas, estos a su vez incluyen medicamentos de uso veterinario. (Landini, F., Beramendi, M., y Vargas, G., L., 2019, p. 23).

Entre los agroquímicos de origen químicos se encuentran los plaguicidas organoclorados cuya sobresaliente y notable propiedad es que tiene firmeza química, con características de solubilidad y escasa volatilidad, entre ellos se encuentran el DDT (diclorodifeniltricloroetano), clordano, aldrin, dieldrin, heptaclor, endrin, toxafeno; y el lindano. (Zaragoza-Bastida, A., et al. 2016, p. 44).

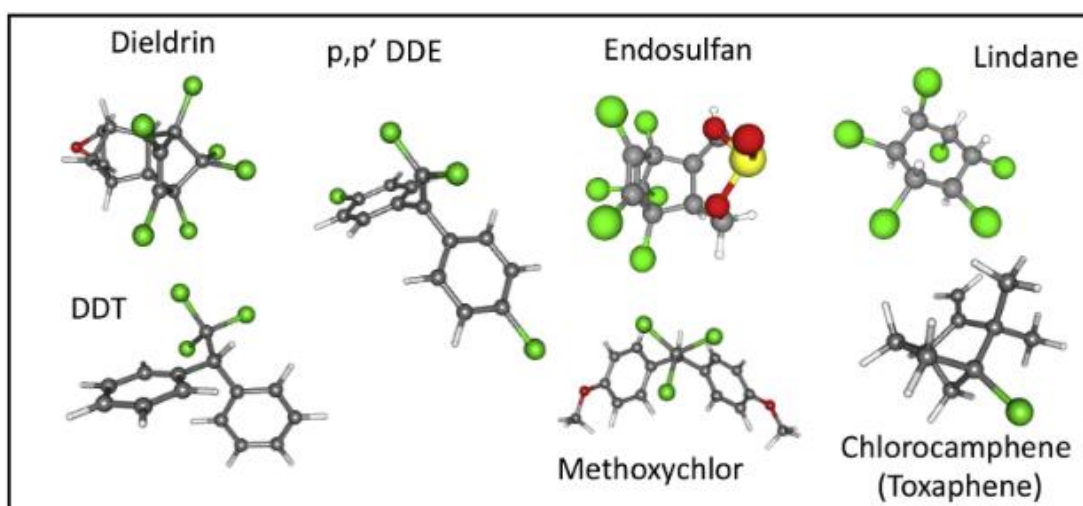


Figura 3: Estructuras tridimensionales de algunos de los principales agroquímicos organoclorados.

Fuente: Martyniuk, C. J.; Mehinto, A. C.; y Denslow, N. D. (2020, p.2)

Las triazinas son herbicidas, que tienen moléculas hidrofóbicas, entre ellas se encuentran: Ametrina, Atrazina y Prometrina. (Sánchez, M., C., et al., 2018, p. 586). (Ver figura 4).

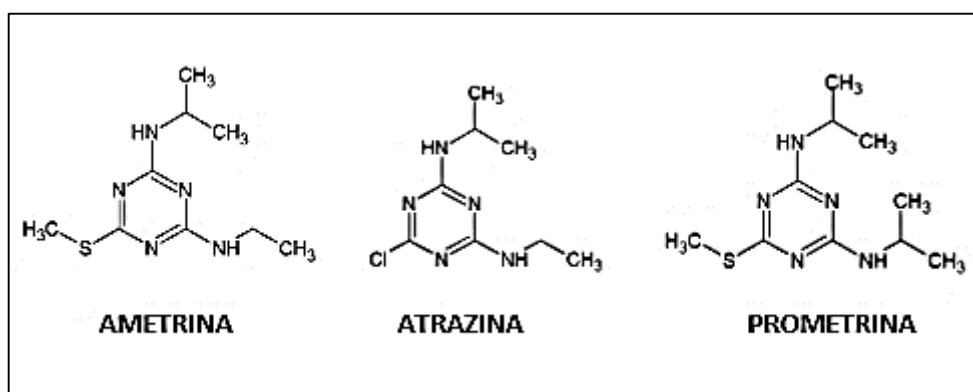


Figura 4: Estructura química de las triazinas.

Fuente: Adaptado por Sánchez, M., C., et al., (2018, p. 586).

Los Carbamatos son los más usados, estos derivan de carbamicacida con las funciones más extrañas de los biosidas. (Bini Dhouib I., et al., 2016, p. 1).

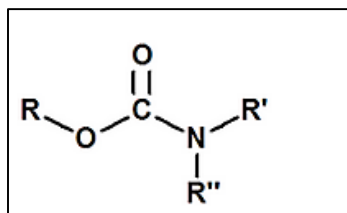


Figura 5: Estructura general de un carbamato.

Fuente: Adaptado por Bini Dhouib I., et al., (2016, p. 2)

El grupo de los Sulfonilureas son herbicidas conformados por ejemplo del herbicida metsulfuron metil, intervienen en la síntesis de aminoácidos de cadena ramificada. (Padín, S., B.; y Passalacqua, S. A., 2018, p. 59).

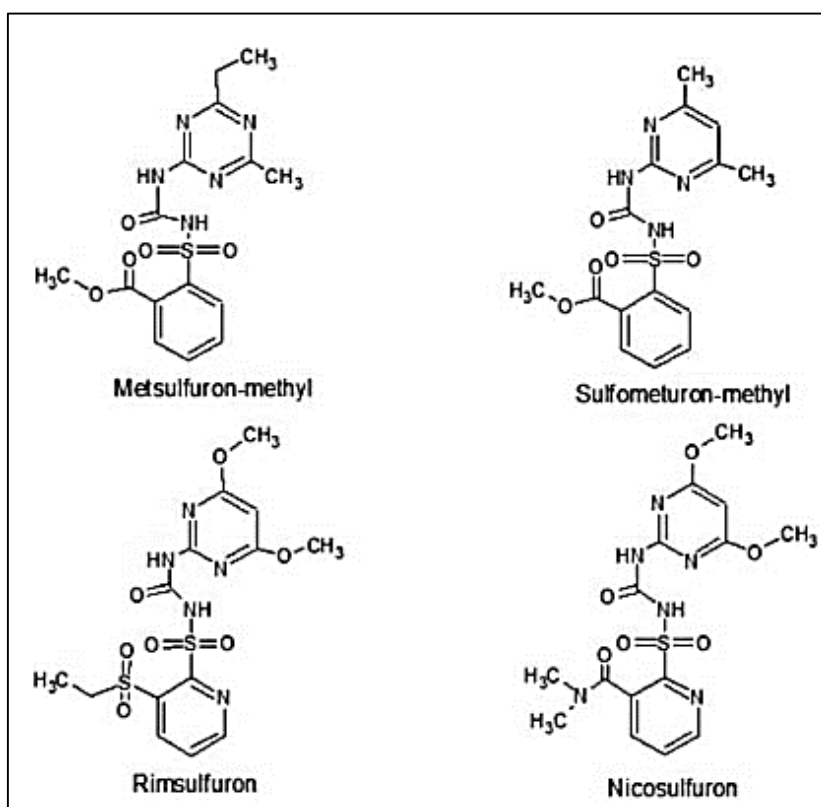


Figura 6: Estructura química de los herbicidas de sulfonilurea: metsul-furon-metilo, sulfometuron-metilo, rimsulfuron y nicosulfuron.

Fuente: Azcarate, M. P., Montoya, J. C., y Koskinen, W. C. (2015, p.230).

Los agroquímicos (insecticidas) del grupo Neonicotinoides, se utilizan para proteger los cultivos en la agricultura y en el control de plagas. (Yu, B. et al., 2020 p.2 como se citó en Simon-Delso et al., 2015); su aplicación y presencia en el suelo representa una amenaza para los microorganismos y afecta sus funciones ecológicas. (Yu, B. et al., 2020 p.2 como se citó en Cycon et al. 2013).

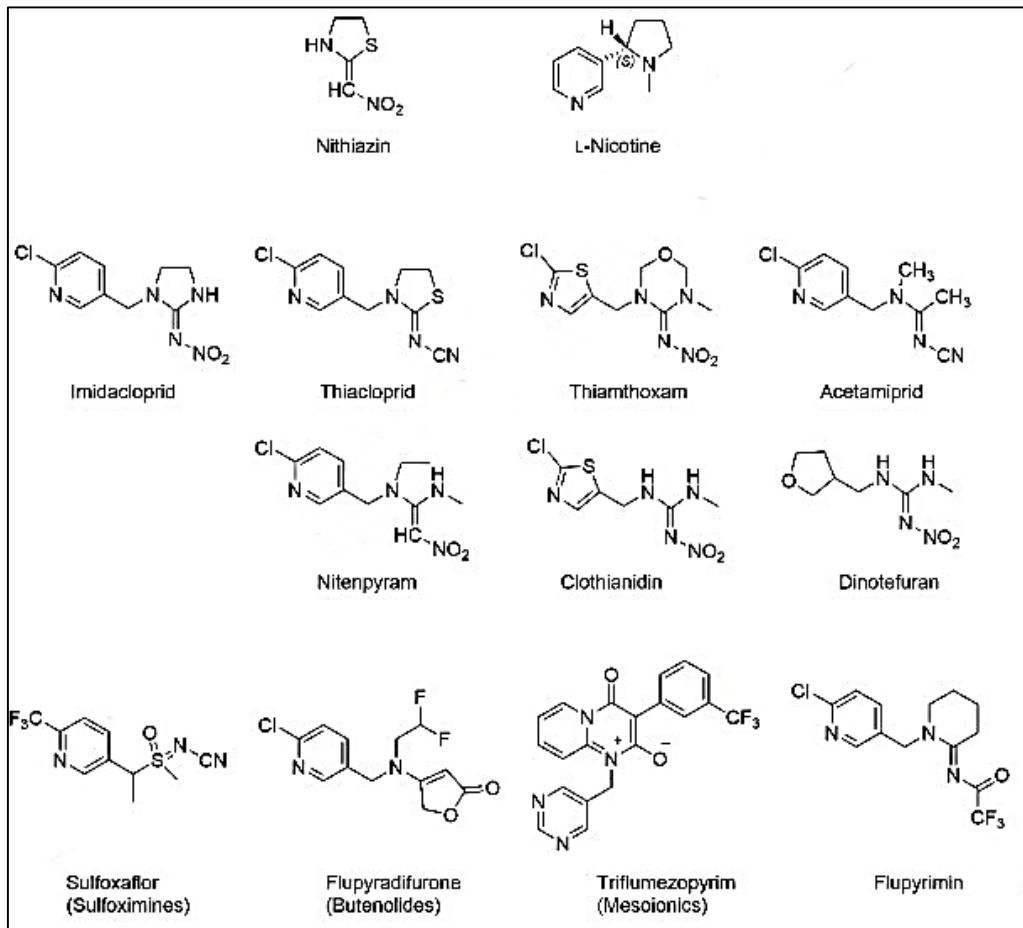


Figura 7: Estructura química de los neonicotinoides

Fuente: Ihara, M., y Matsuda, K. (2018, p.17).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipos y Diseño de Investigación.

El tipo de investigación es Básica (CONCYTEC, 2018, p.2) porque la investigación se enfocó en el análisis y la comprensión del uso y aplicación, y efectos de los agroquímicos sobre los suelo agrícolas que pudieron ser detectados mediante el uso de bioindicadores, a través de la revisión sistemática.

Respecto al diseño de investigación según Palella, S. y Martins, F. (2010, p. 87), la presente investigación es de diseño bibliográfico de metodología cualitativa, ya que se fundamenta en la revisión sistemática y donde se procuró analizar los efectos de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas usando bioindicadores, utilizando artículos y revistas científicas, etc., luego se recolectó, seleccionó y analizó y se presentó resultados.

3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística.

Tabla 2: Matriz de categorización apriorística.

“Revisión Sistemática: Efecto de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas usando Bioindicadores, 2020”

Matriz de categorización apriorística				
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍAS	SUB CATEGORÍAS	UNIDAD DE ANÁLISIS
Identificar los tipos de bioindicadores para evaluar los efectos de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas.	¿Cuáles son los tipos de bioindicadores para evaluar los efectos de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas?	Tipos de bioindicadores.	<ul style="list-style-type: none"> • Microflora: (Bacterias y hongos). • Microfauna: (Nematodos, protozoarios, ácaros-pequeños). • Mesofauna: (Ácaros, colémbolos, artrópodos-pequeños, enquitaidos-lombrices pequeñas). • Macrofauna: (Lombrices Enquitraidos-grandes, bicho bolita, diplopodos, quilopoda, moluscos, insecta-larvas y adulto). 	<ul style="list-style-type: none"> • Zhou, Z.; Wang, Ch.; y Jin, Y, (2017, p. 1). • Mekonen, S.; Petros, I., y Hailemariam, M., (2017, p. 137). • George, P., B., L., et al., (2017, p. 537). • Castillo, Sh. O. y Ñique, M. (2019, p. 48, 51, 52, 59).
Mencionar las funciones que cumplen los tipos de bioindicadores para la evaluación de la calidad de los suelos agrícolas.	¿Qué funciones cumplen los tipos de bioindicadores para la evaluación de la calidad de los suelos agrícolas?	Funciones de los bioindicadores.	<ul style="list-style-type: none"> • Catabolizan M.O. • Promueven la humificación. • Intervienen en el reciclaje de nutrientes. • Modifican la estructura física del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • INIA (2015, P. 11,12);

<p>Nombrar los tipos de agroquímicos que se utilizan en la producción agrícola.</p>	<p>¿Cuáles son los tipos de agroquímicos que se utilizan en la producción agrícola?</p>	<p>Tipos de agroquímicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Por el tipo de plaga: (Insecticidas, herbicidas, fungicidas, alguecidas, bactericidas, rodencidas, larvicidas, repelentes, etc.), • Por sus propiedades químicas: (Organoclorinos, triazinas, carbamatos, sulfonilureas, neonicotinoides). 	<ul style="list-style-type: none"> • Bascopé, R., Bickel, U., y Jacobi, J., (2019, p. 387). • Landini, F., Beramendi, M., y Vargas, G., L., (2019, p. 23).
---	---	-------------------------------	---	--

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.3. Escenario de Estudio.

Esta investigación no tuvo un escenario de estudio, dado que es una revisión sistemática sobre los efectos de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas usando bioindicadores, por la cual se utilizaron diversos artículos científicos, revistas científicas y libros.

3.4. Participantes.

La presente investigación no tuvo participantes, pero para su desarrollo se incluyeron artículos, revistas científicas y libros, de las páginas ScienceDirect, SciELO, Springer, y Google Scholar, como también se hizo uso de las plataformas del INIA, FAO, MINAGRI y la ONU

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la revisión sistemática de documentos que tienen credibilidad por ello la mayoría fueron artículos y revistas científicas indexadas, y la búsqueda fue enfocada a la unidad de estudio y las variables, luego se procedió a la descarga, revisión, selección y análisis de los archivos que se utilizó.



Figura 8: Relación unidad de estudio-variables.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Los instrumentos utilizados fueron artículos, revistas científicas y libros, de las páginas: ScienceDirect, SciELO, Springer y Google Scholar, también de las plataformas del INIA, FAO, MINAGRI y la ONU, la lectura de cada archivo descargado mediante estos instrumentos fueron necesarios para la construcción del cuerpo del trabajo de investigación.

3.6. Procedimientos.

Se ingresó a las paginas ScienceDirect, SciELO, Springer, Google Scholar y plataformas del INIA, FAO, MINAGRI y de la ONU, en busca de todo material concerniente al tema de investigación “Efecto de los agroquímicos en la calidad de los suelos agrícolas usando bioindicadores”, para la página del ScienceDirect, SciELO, Springer y Google Scholar, la búsqueda fue en el idioma inglés, por lo que fue necesario la ayuda del traductor, también se pusieron solo palabras claves para su mejor búsqueda, y para las plataformas institucionales mencionadas líneas arriba se buscó en el idioma español incluyendo todas las palabras de mi interés necesarias para formar el cuerpo de mi investigación, es necesario mencionar que toda la información que incluye esta investigación pertenecen desde el año 2015 al 2020.

Los archivos descargados, revisados y seleccionados fueron elegidos de acuerdo al interés de la investigación (objetivo general y específicos) en el caso de artículos de ScienceDirect, SciELO, Springer y Google Scholar, con la traducción del resumen de cada documento encontrado pude clasificar los de interés enfocados todos al objetivo de la investigación, las palabras claves que se utilizaron fueron: soil bioindicators, soil quality, types of agrochemicals in farming, what are bioindicator species for, agricultural soil quality indicators, effect of agrochemicals on the soil, activity biological, soil, funtions of soil, funtions of bioindicators, soil concep, classification of agrochemicals. (Ver Figura 9).

3.7. Rigor Científico.

El presente trabajo de investigación se realizó con el cruce de información de los diversos instrumentos obtenidos en la recolección de datos, se podrá observar que todas esas fuentes de información cuentan con gran valor pues tienen categoría científica a base de estudios realizados cuyo resultado es consistente y coherente con el objetivo del tema de investigación.

3.8. Método de análisis de información.

La información obtenida resultado de la búsqueda con los diferentes instrumentos de recolección de datos, fueron separados por carpetas, es decir información relacionadas a agroquímicos, suelo agrícola, y bioindicadores, fueron separadas cada una de ellas en sus carpetas para guardar orden y facilitar así la creación de la bibliografía, los archivos que se encontraron por páginas web fueron guardadas en el Word para evitar la pérdida de las mismas.

Después se fueron discriminando con la lectura y análisis de todo el cuerpo de los documentos obtenidos, no todos iban enfocados al objetivo de estudio de la presente investigación.

Se trató de priorizar los artículos, revistas científicas y libros de las páginas ScienceDirect, SciELO, Springer y Google Scholar, de acuerdo a los años 2015-2020, que hayan tenido relación con las palabras claves y con la unidad de estudio.

Y para tomar citas y ordenarlas se siguió la secuencia de acuerdo al orden de los objetivos específicos, pues el general se encuentra con el desarrollo de estas, la cual se detalló en los resultados.

3.9. Aspectos éticos.

El presente trabajo de investigación tiene fuentes confiables suscritas en la bibliografía, citadas de manera correcta de acuerdo al manual ISO 690 de la Universidad Cesar Vallejo y de acuerdo a los anexos 1 y 2 Declaratoria de autenticidad (asesor) y Declaratoria de autenticidad (autor), esta investigación puede ser fuente de apoyo para investigaciones futura.

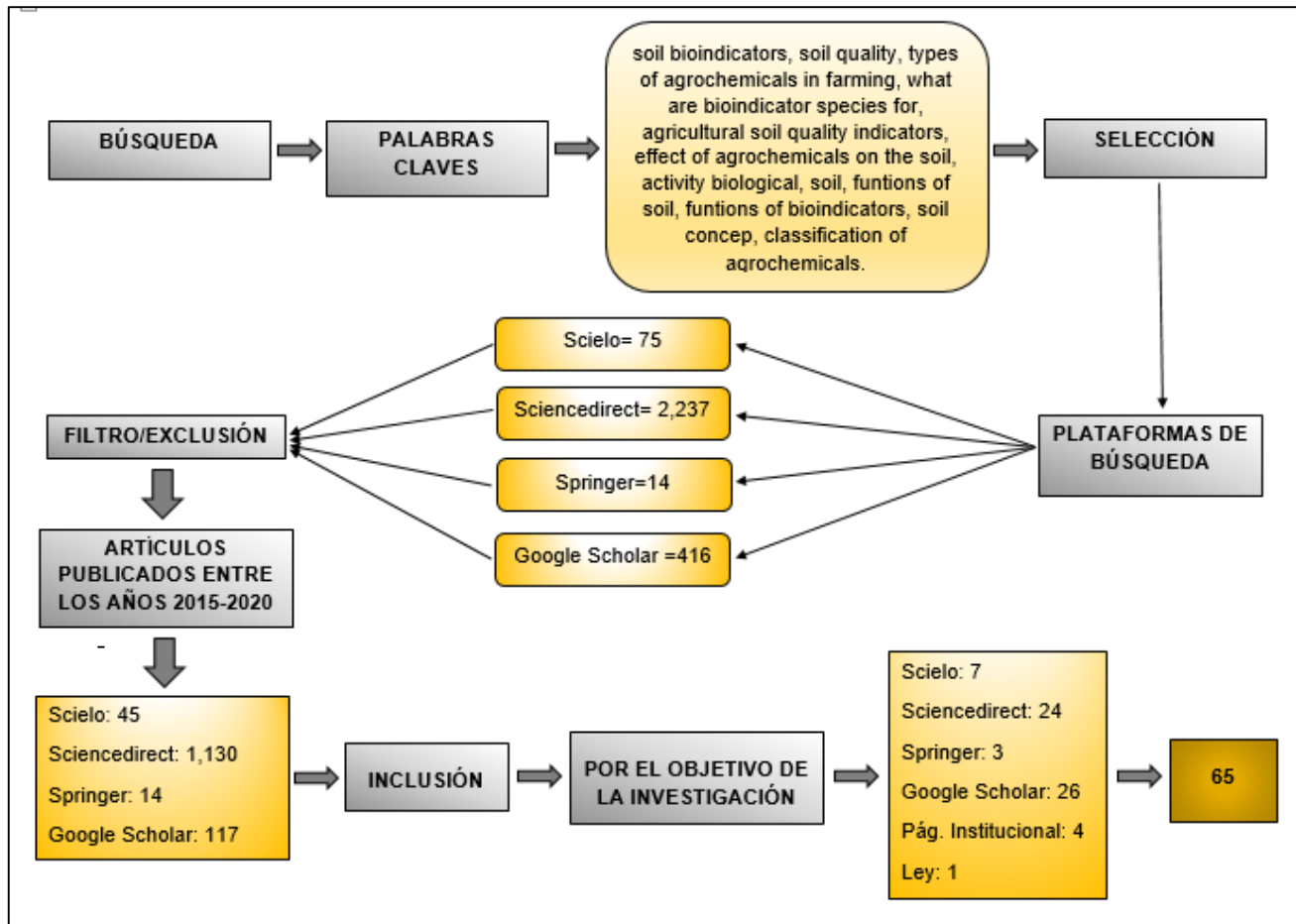


Figura 9: Procedimiento de recolección de datos.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se desarrollaron en función a los objetivos de la investigación:

El suelo es el sustento de la vida animal y vegetal, también es importante para las actividades de la agricultura porque satisface la demanda de alimentos, pero a su vez a mayor población mayor es la demanda de alimentos y eso hace que crezcan y se extiendan más las tierras agrícolas, haciendo que la producción y obtención de los alimentos sea el motivo para el uso indiscriminado del recurso suelo con uso y aplicación de los agroquímicos, ocasionando efectos positivos o negativos en los organismos: (Ver Tabla 3)

Tabla 3: Efectos de los Agroquímicos sobre la calidad de los suelos agrícolas que se detectan usando Bioindicadores.

Bioindicadores	Metodologías	Resultados	Autor (es)
Macrofauna edáfica, incluyendo a todo organismo visible (>2 mm).	De los suelo en estudio (cultivo y del bosque nativo), se recolectaron organismos del tipo macrofauna edáfica, incluyendo a todo organismo visible (>2 mm) con ayuda de lupas y pinzas entomológicas.	La mayor abundancia promedio de macrofauna edáfica se registró en el bosque nativo con 38.4 individuos y el más bajo en el cultivo con 20 individuos.	Trávez, G., K., A., (2020, p.5, 11,12).
Caracol.	Hélix áspera se usó para investigar la contaminación de fungicidas (tebuconazol, folpet, piraclostrobina y cimoxanil) y herbicidas (glufosinato y glifosato) mediante detección de fluorescencia.	El 68% del Cd el 90% del Cu el 43% del Pb y los 60% del Zn fueron acumulados. - en tejido blando, conchas y heces.	Firas, J; Fajloun, Z.; y Millet, M., (2020, p. 3).
Macrofauna edáfica.	Se sacaron las muestras de los 4 lados de las calicatas en temporadas húmedas y secas, con profundidad de 60 cm.	Pocos organismos identificados se ubicaron en profundidades de 0-20 y 20-40 cm. La escasa macrofauna del sitio se debió a la degradación del suelo, en relación a la poca o escasa materia orgánica.	Pascual-Córdova, G. et al., (2018, págs. 8- 20).

Bacterias del Nitrógeno.	Se extrajo suelo de 0-10 cm de profundidad y se guardó a 4 °C. Los sistemas fueron preparados con 200 g de suelo que se colocaron en bandejas plásticas. Un total de 36 bandejas fueron utilizadas (3 dosis de herbicida x 4 tiempos de muestreo x 3 repeticiones), incubadas a 25°C durante 48 h.	Las comunidades de bacterias heterótrofas aerobias y celulolíticas no fueron afectadas por la aplicación de glifosato pero sí aumentaron con el transcurso de los días, se supone que fue por la utilización de las fuentes carbonadas del suelo durante el experimento.	Boccolini, M., F., et al., (2019, párr. 11; 29).
Microorganismos.	El muestreo de suelo se realizó a una profundidad de 0-15 cm. Cada muestra estuvo compuesta por 20 submuestras, ambos terrenos agrícolas cuentan con aplicación de glifosato durante la época sin cultivo y aplicaciones de glifosato durante la época del cultivo.	La actividad y la respiración fueron mayor en los tratamientos con aplicación de glifosato posiblemente porque el glifosato pueda ser usado por los microorganismos como una fuente de sustrato carbonado lo cual estimularía el metabolismo respiratorio.	Sterren, M., A., et al., (2016, p. 249; 252).

<p>Macroinvertebrados (Arthropoda- Mollusca y lombrices de tierra)</p>	<p>Se sacaron muestras de tierra de parcelas de caña de azúcar bajo tres sistemas de manejo diferentes; aplicación de fertilizante químico (NPK), vinaza (10 m³ha⁻¹) y lodo de filtración (50 m³ha⁻¹) y un control sin fertilizantes químicos ni orgánicos; como también bosque secundario, fluvisol y cambisol.</p>	<p>La abundancia de macroinvertebrados pertenecientes a Arthropoda y Mollusca Phylum cambió de 0,70 a 4,18 g.m² y de 0,52 a 4,08 g.m² para la biomasa de lombrices de tierra. Para Arthropoda-Mollusca, los valores más bajos y más altos correspondieron a fórmulas de fertilizantes químicos, el valor medio de vinaza fue de 3.68 g.m², mientras que para lodos de filtración y control 1.96 g.m² y 1.50 g.m² para bosque secundario. La biomasa de lombrices de tierra varió de la siguiente manera; fertilizante químico 4.08 g.m², vinaza 0.87g.m², lodo filtrante 1.78 g.m², bosque secundario 0.52 g.m² y control 1.68 g.m². Fluvisol tuvo una biomasa expresivo más alta que Cambisol tanto en Arthropoda-Mollusca como en la biomasa de lombrices de tierra, 2.68-1.22g.m² y 2.52-0.99 g.m².</p>	<p>Chi, L., et al., (2020, p. 4-9).</p>
<p>Microorganismos.</p>	<p>El experimento se hizo en un suelo agrícola, en parcelas seleccionadas al azar, con seis tratamientos y tres réplicas por tratamiento (18 parcelas de 9 m²) correspondientes a suelo no modificado y suelo modificado, 3 parcelas recibieron solo lluvia natural, mientras que otras 3 parcelas recibieron semanalmente la formulación comercial de triasulfuron y prosulfocarb.</p>	<p>Disminuían significativamente población de microorganismos mientras se producía la aplicación de los herbicidas.</p>	<p>García-Delgado, C., et al., (2019, p. 1480-1482).</p>

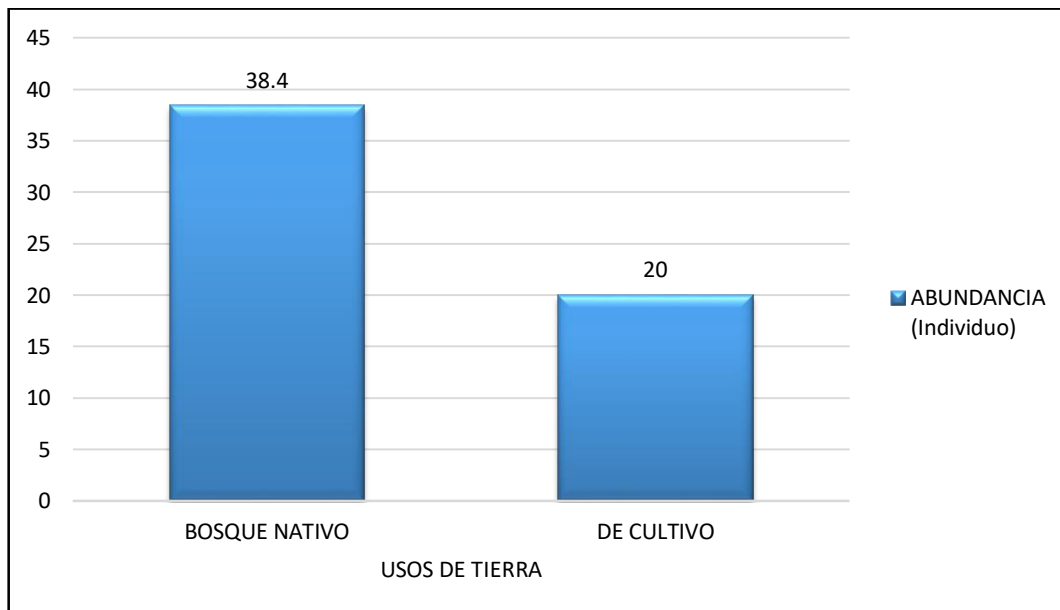
Colémbolos F., E. andreise e isópodos.	Se aplicaron herbicidas sobre el terreno agrícola, 11 días después de la aplicación en el campo, se recolectaron muestras de suelo en la superficie (20 cm), se tamizaron (malla de 5 mm) y se llevaron a pruebas de ecotoxicidad.	Luego de 48 h de exposición, la letalidad para lombrices colémbolos e isópodos en las pruebas de evitación se mantuvieron <10%, los colémbolos F. cándido mostró un comportamiento de evitación significativo ($p < 0.05$), opuesto de E. andreise que parece ser más resistente.	Niemeyer, L., C., et al., (2018, p. 155-157).
Bacterias y Hongos.	Se evaluó clorpirifos sobre los microorganismos del suelo, temporalmente con muestras de suelo tratadas con 2 concentraciones diferentes de 100 y 200 lg / g.	En el día 1 el insecticida frenó el número de unidades formadoras de colonias tanto de bacterias como de hongos.	Supreeth, M., et al., (2016, p. 147).
Microorganismos.	Se hicieron tratamientos con la aplicación de glifosato a la tasa de campo recomendada.	El glifosato funciona como fuente de nutrientes reactivando a los microbios del suelo.	Bonfleur, L., J., et al., (2015, p. 21).
Lombrices de tierra.	Se hicieron 2 experimentos; en el primero el tiempo de exposición al herbicida fue de 7 días y en el segundo (experimento de reproducción) las lombrices adultas se eliminaron después de 28 días (la exposición de los adultos fue de 28 días) y los jóvenes se contaron después de 56 días.	Después de 7 y 28 días de exposición a herbicidas seleccionados, se encontraron cambios reveladores entre las lombrices de tierra de control y las tratadas. No se registró mortalidad en ninguno de los tratamientos, y no hubo una disminución significativa de juveniles por lombriz de tierra en ningún tratamiento.	Hackenberger, D., K., et al., (2018, p. 5, 9).

Bacterias.	Se cogieron muestras de suelo no contaminadas de 0 a 20 cm. Las muestras se trataron en condiciones de laboratorio, con 2 herbicidas sulfuronuréticos (tribenurón-metilo y nicosulfurón).	Las bacterias del género Clostridium son el grupo más sensible al impacto de tribenurón-metil y nicosulfurón, y el efecto más fuerte se observó cuando la dosis fue 7 veces mayor que la dosis normal.	Filimon, M., N., et al., (2015, p. 1703, 1704,1706).
------------	---	--	--

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Trávez, G., K., A., (2020, p.5, 11,12), al recolectar y al contar la abundancia de macrofauna edáfica en diferentes usos del suelo, como tierra de cultivo y suelo nativo, pudo obtener como resultado que mayor abundancia se encontraba en el suelo nativo.

Gráfico 1: Abundancia de macrofauna edáfica entre dos tipos de usos de suelos.

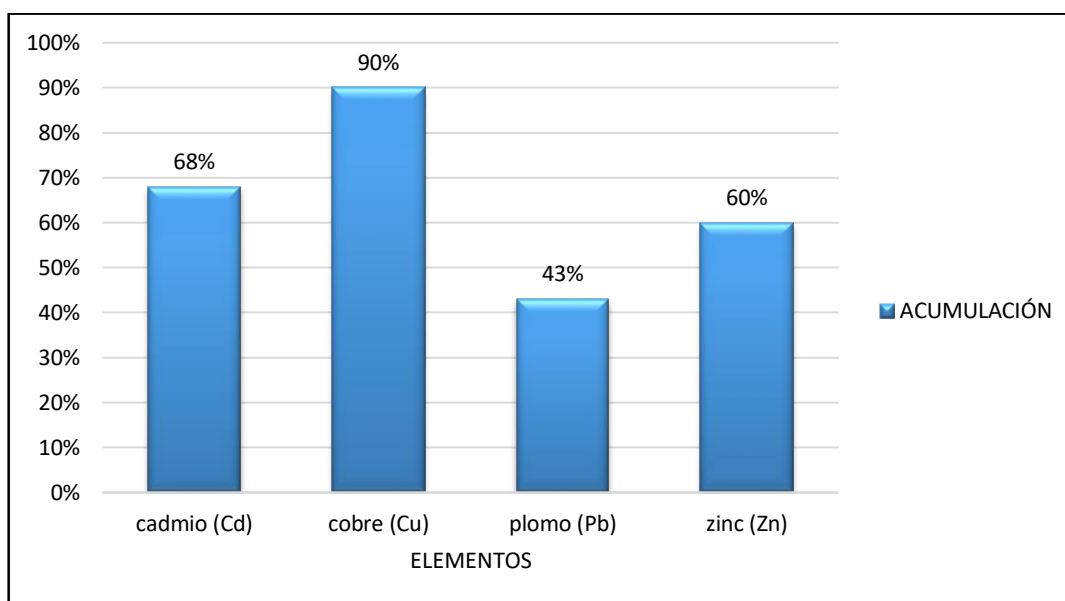


Nota: La abundancia promedio fue de 38.4 individuos de macrofauna edáfica incluyendo a todo organismo visible (>2 mm) se encontró en el bosque nativo, mientras que 20 individuos se encontró en el suelo de cultivo.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Firas, J; Fajloun, Z; y Millet, M. (2020, p. 3), muestra que algunos compuestos de sustancias químicas que se utilizan en la agricultura para el control de plagas y crecimiento de plantas son acumulables por algunos organismos del suelo, como por ejemplo el caracol.

Gráfico 2: Contaminación por fungicidas y herbicidas en Caracol.



Nota: el 68% del cadmio (Cd), el 90% del cobre (Cu), el 43% del plomo (Pb) y los 60% del zinc (Zn) ingeridos fueron acumulados. - en tejido blando, conchas y heces.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

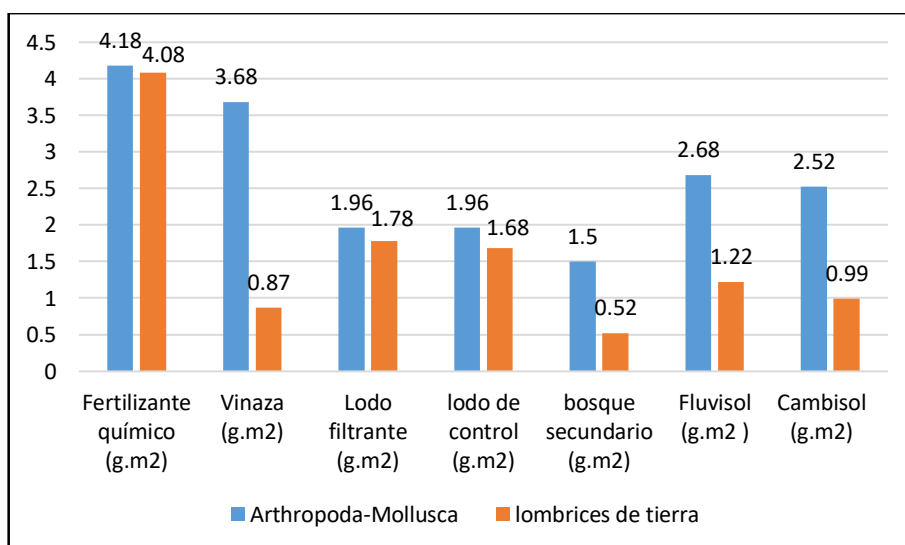
La acumulación de metales pesados por organismos de los suelos puede ser resultado de diferencias en asimilación, ingestión o cualquiera de las dos. El cadmio (Cd), el mercurio (Hg) y el plomo (Pb); evidencian una toxicidad aunque estén en niveles de exposición muy bajos son considerados amenazas para todo tipo de vida. (Rajeshkumar, S. y Li, X., 2018, p. 288).

Los resultados del estudio de Pascual-Córdova, G. et al., (2018, págs.8-20) fueron que la escasa macrofauna del sitio se debió a la degradación del suelo, en relación a la poca o escasa materia orgánica. Los que fueron semejantes a los resultados de los estudios de Tang, J., et al., (2019, p.122); Socarrás-Rivero (2018, p.113-119) y Cabrera-Dávila, et al., (2017, p.119, 120-124) quienes encontraron disminución de organismos en diferentes sistemas de uso de suelo, respectivamente. Los resultados del presente estudio fueron semejantes a los estudios descritos porque que la disminución de la diversidad de organismos se debe a factores ambientales

(como la escasa MO y la manipulación antropogénico) Sin embargo, los resultados del estudio fueron diferentes a los resultados de los estudios de Boccolini, M., F., et al., (2019, párr. 11; 29) y Sterren, M., A., et al., (2016, p. 249; 252) quienes encontraron que con la aplicación de glifosato la disminución de los organismos no son significativos, respectivamente. Los resultados del presente estudio fueron diferentes a los estudios descritos porque posiblemente los organismos edáficos lo utilicen como fuentes carbonadas del suelo durante el experimento como es el caso de las bacterias del nitrógeno.

Chi, L., et al., (2020, p. 4-9) muestra la variación de la biomasa de macroinvertebrado (Arthropoda-Mollusca y lombrices de tierra) en diferentes tipos de parcelas de azúcar (con fertilizante químico, vinaza, y lodo filtrante), y uno de control sin sustancias químicas ni orgánicas, como también en bosque secundario, fluvisol y cambisol.

Gráfico 3: Variación de la biomasa de macroinvertebrados y lombrices de tierra.



Nota: La mayor biomasa de macroinvertebrados (Arthropoda-Mollusca y lombrices de tierra) se obtuvo en la parcela de azúcar donde se aplica fertilizantes como el NPK, y la mínima en bosque secundario.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Los resultados de los estudios de García-Delgado, C., et al., (2019, p.1480-1482), Niemeyer, L., C., et al., (2018, p.155-157), Supreeth, M., et al., (2016, p.147), Bonfleur, L., J., et al., (2015, p.21), Hackenberger, D., K., et al., (2018, p.5,9) y Filimon, M., N., et al., (2015, p.1703, 1704,1706); fueron que la disminución de organismos se debe a la aplicación de agroquímicos utilizados en la agricultura. Los que fueron semejantes a los resultados de los estudios de Wolejko, E., et al., (2019, p.2), Dangi, S., et al., (2019, p.1) y Gómez, J., A., y Luna J., A., (2018, p.100-108) quienes encontraron disminución de organismos significativamente en ante exposición de químicos utilizados en la agricultura, los cuales interviene en su crecimiento.

Los servicios ecosistémicos que brinda el suelo dependen mucho de la biodiversidad de organismos presentes ya que tienen participación en los ciclos que se dan en ella que luego pasan a ser disponibles a todo tipo de vida considerado de esa manera apoyo y sustento para todo tipo de sistema.

A esos organismos se les conoce como organismos bioindicadores (Microflora, Microfauna, Mesofauna y Macrofauna) de la calidad y salud de los suelos, pues determinan los cambios positivos o negativos y sus efectos en el suelo por las actividades que se dan en la agricultura.

Resultados del Objetivo Específico 1: Tipos de bioindicadores del suelo, presentados en la Tabla 4.

Tabla 4: Bioindicadores de contaminación por agroquímicos.

CATEGORÍAS	METODOLOGÍA	CONCLUSIONES	AUTORES
MICROFLORA	Para las comunidades de microhongos, se puso 1 ml de alícuotas de suspensión diluida 10-4 a placas de Petri y se mezclaron 25 ml de medio PDA fundido.	El uso y la aplicación de fungicidas en suelos agrícolas afectan a las comunidades microbianas y alteran la fertilidad del suelo, principalmente el balance de nitrógeno.	Hemanth, G., et al., (2016, p. 2246-2249).
MICROFAUNA	El tratamiento se hizo en 2 parcelas, una con labranza cero y otra con labranza convencional. Cada parcela se subdividió en 6 tratamientos (3 sistemas de cultivo x 2 niveles de fertilizante), dando un total de 36 subparcelas.	El uso y aplicación de fertilizantes, en los sistemas agrícolas y las prácticas de labranza, individual o combinadas, tuvieron efectos cambiables sobre el movimiento y el número de especies microbianas del suelo.	Habig, J., y Swanepoel, C., (2015, p. 360,376).
MESOFAUNA	El experimento se realizó en 3 tipos de usos del suelo: 1. Suelo con al menos 30 años de producir caña de azúcar, 2. Suelo manejado con pasto con al menos 10 años y 3. Suelo sin cultivo, la macro y mesofauna del suelo se cogieron de forma manual.	El uso de suelo con pasto impactó negativamente la diversidad de la mesofauna. Los suelos sin cultivo y caña de azúcar proporcionaron abundancia, riqueza y diversidad de la mesofauna edáfica.	Cabrera-Mireles, H., et al., (2019, p. 34, 35,41).

MACROFAUNA	Se realizó en 9 parcelas por sistema agroforestal con (4) submuestras por parcela. La parcela tuvo la siguiente dimensión: 25 x 25 x 30 cm, en 2 parcelas diferentes: INAS (sistema agroforestal nativo) e ITAS (sistema agroforestal tradicional mejorado).	La mayor diversidad taxonómica tuvo el INAS, pero fueron valores muy bajos en comparación con los sistemas naturales con cierto trabajo de conservación, como las selvas secundarias, que poseen gran riqueza taxonómica.	Castillo, Sh. O., y Ñique, M. (2019, p. 51, 52,59).
-------------------	--	---	---

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Así como en la Tabla 4, se muestran a los bioindicadores de contaminación por agroquímicos, esas categorías a su vez están constituidas por organismos conocidos como organismo edáficos. (Ver Tabla 5).

Tabla 5: Organismos del suelo bioindicadores de contaminación.

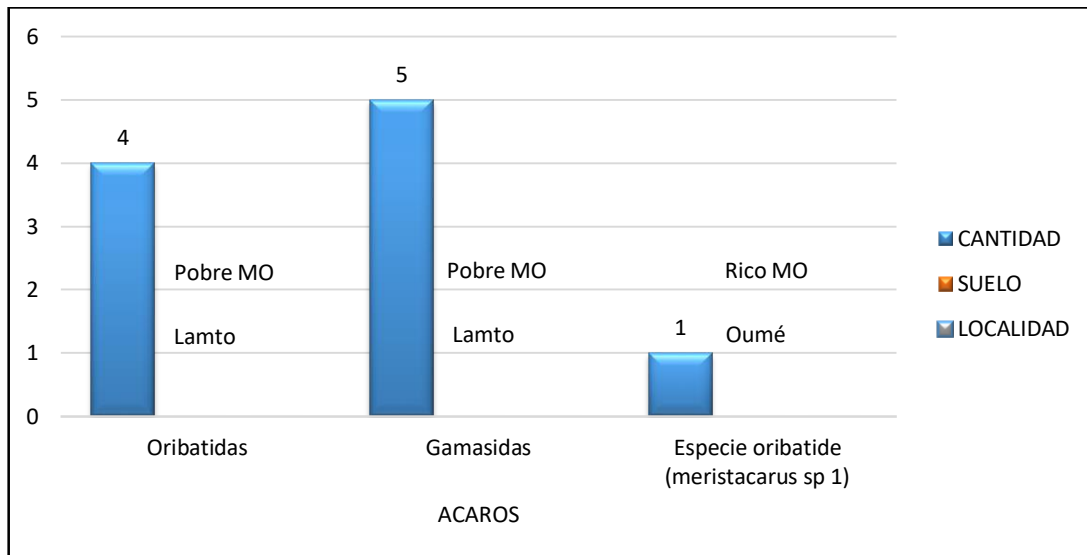
ESTUDIOS	BIOINDICADORES	METODOLOGÍA	RESULTADOS	AUTOR (S)
<p>Uso de microartrópodos como bioindicadores del estado ambiental: caso de los ácaros del suelo.</p>	<p>Ácaros (Mesofauna).</p>	<p>La mesofauna se extrajo durante 1 semana, y se pusieron en 1 placa de Petri, desde el inicio se separaron los ácaros de las demás microartrópodos en etanol al 70% y se contaron bajo un microscopio binocular.</p>	<p>9 especies, 4 oribátidas y 5 gamasidas, son indicadores de la localidad de Lamto (sitio pobre en MOS), mientras que 1 sola oribátide: Meristacarus sp.1, es indicador de la localidad de Oumé (sitios ricos en MOS).</p>	<p>N'Dri, J., K., et al., (2016, p. 4625,4626).</p>
<p>Impacto del glifosato en la biomasa microbiana del suelo y la respiración: un metaanálisis.</p>	<p>Microorganismos (Microflora).</p>	<p>La concentración de glifosato se dividió en tres niveles: <10 mg kg⁻¹, representativo de las tasas de la etiqueta; 10 e 100 mg kg⁻¹, representativo del uso repetido o sobre etiquetado; y > 100 mg kg⁻¹, representativo de los niveles potencialmente encontrados</p>	<p>La concentración de glifosato tuvo la mayor influencia en la respuesta. El modelo BRT sugirió que a concentraciones de menos de 200 mg kg⁻¹, el glifosato tiene más posibilidades de tener efecto negativo sobre la respiración, mientras que concentraciones</p>	<p>Nguyen, D., B., et al., (2016, p. 52).</p>

		después del derrame de producto concentrado.	mayores a 200 mg kg ⁻¹ generalmente incitaban la respiración.	
Invertebrados del suelo como biomonitores de la contaminación por metales tóxicos en suelos impactados.	Lombrices de tierra de cuerpo blando (<i>Eudrilus eugeniae</i>) y los milpiés de banda ámbar de cuerpo duro (<i>Pachybolus ligulatus</i>) (Macrofauna).	Las lombrices de tierra (<i>Eudrilus eugeniae</i>) se clasificaron con manos, las parcelas de suelo fueron de 100 cm x 100 cm excavados a profundidad de 15 cm, Se recogieron milpiés (<i>Pachybolus ligulatus</i>) entre la MO y la superficie del suelo.	Los resultados indicaron una mayor acumulación de Pb, Fe, Zn y Cd en <i>Eudrilus Eugenia</i> y Ni en <i>Pachybolus ligulatus</i> .	Udousoro, I., et al., (2015, p. 368,372).
Efecto de las propiedades del suelo, metales pesados y contaminantes emergentes en la diversidad de nematodos del suelo.	Nematodos (Microfauna).	Las muestras de suelo, se seleccionaron a través de una rejilla de 2 mm y se secaron al aire. La comunidad de nematodos se identificó a nivel de género y se evaluó la dominancia.	El menor valor de abundancia de nematodos se registró en el área Industrial (20,99%) y fue aproximadamente el doble del valor registrado en el área Agrícola (38,56%).	Gutiérrez, C., et al., (2016, p. 185-187).

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Para N'Dri, J., K., et al., (2016, p. 4625,4626); la presencia de los ácaros de las especies oribatidas y gamasidas son indicadores de suelos pobres en Materia Orgánica, mientras que la presencia del ácaro de la especie oribatide: meristacarus sp 1, indica abundancia de Materia Orgánica.

Gráfico 4: Ácaros bioindicadores de contaminación ambiental.

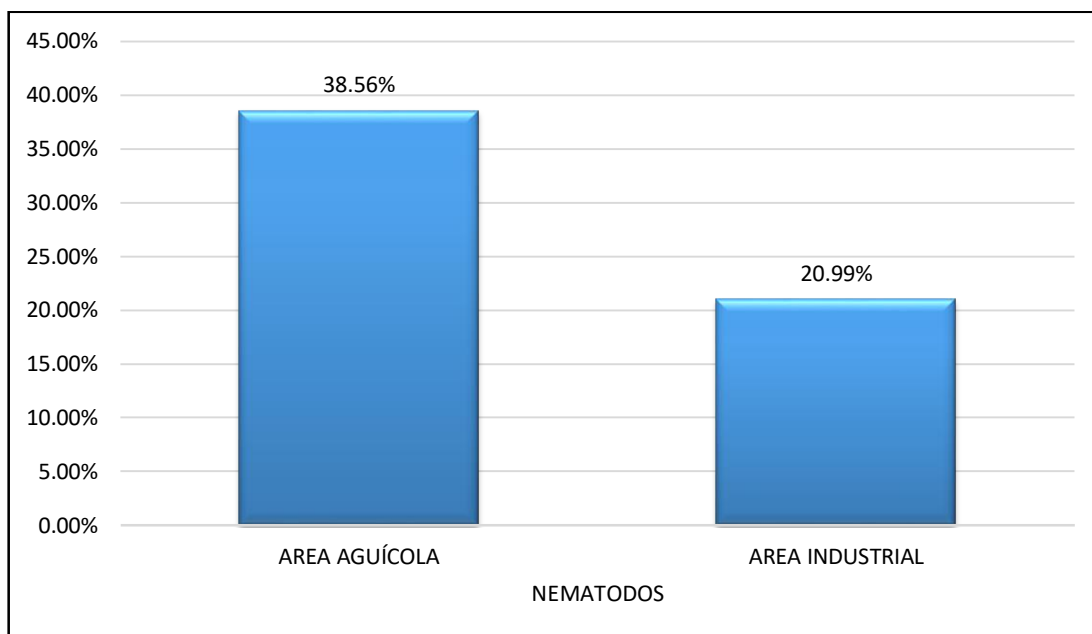


Nota: 9 especies: 5 gamasidas y 4 oribatidas de la localidad de Lamto indican suelos pobres en MO y 1 Meristacarus sp 1 de la especie Oribatide de la localidad de Oumé indica suelo rico en MO.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Y, para Gutiérrez, C., et al., (2016, p. 185-187). La diversidad de nematodos es más abundando en un área agrícola con 38,56% que en un área industrial con 20,99%.

Gráfico 5: Efecto de los contaminantes emergentes sobre la biodiversidad de nematodos en el suelo.



Nota: En la identificación de especies de nematodos, se encontró mayor diversidad en suelos agrícolas que en suelos industriales.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Mekonen, S.; Petros, I., y Hailemariam, M., (2017, p. 137), Los nematodos como bioindicadores de la calidad del suelo son excelentes bioindicadores a los cambios en su hábitat, ya que una vez que se encuentran en su hábitat y cerca a quienes contribuyen a su desarrollo, se multiplican muy rápido.

Los organismos del suelo cumplen funciones que le permiten tener al suelo un equilibrio en cuanto a riqueza y almacenamiento de nutrientes aptos y aprovechables para las plantas. (Ver Tabla 6).

Para, Soria, M., A., (2016, p. 4), los microorganismos del suelo también intervienen en el proceso de formación y degradación del suelo, como también en los ciclos del carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y hierro.

Resultados del Objetivo Específico 2: Funciones de los bioindicadores, presentados en la tabla 6.

Tabla 6: Funciones de los Bioindicadores del Suelo.

CATEGORÍAS	FUNCIONES	AUTOR (ES)
Mesofauna (0,2-2,0 mm)- Ácaros (Acari); colas de resorte (colémbolos).	<ul style="list-style-type: none"> • Cortan residuos. • Mineralizan e inmovilizan nutrientes. • Humifican. • Regulan la población de bacterias y hongos. 	Instituto Nacional de Innovación Agraria, (2015, p. 12).
Macrofauna (>2.0mm)- Arañas, milpiés, Termitas, Slater, Ciempiés, Hormigas y escarabajos.	<ul style="list-style-type: none"> • Cortan residuos. • Estimulan la actividad microbiana. • Redistribuyen MO y nutrientes. • Secuestran carbón. • Humifican. • Aperturan canales y galerías. • Mezclan partículas orgánicas y minerales. 	
Microflora (Bacterias y Hongos).	<ul style="list-style-type: none"> • Catabolizan M.O. y Mineralizan e Inmovilizan nutrientes. 	
Microfauna (Nematodos, Protozoarios y Ácaros (pequeños)).	<ul style="list-style-type: none"> • Regulan poblaciones de bacterias y hongos e Intervienen en el reciclaje de nutrientes. 	

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Si bien las actividades de la agricultura sobre el suelo nos permiten abastecernos de alimentos; aquellas actividades hacen uso de sustancias que ayuda al crecimiento, desarrollo y obtener los productos deseados, que éstos a su vez contaminan todo tipo de hábitat, en el caso de los agroquímicos al aplicarse no solo repelan y eliminan a plagas objetivos sino a todo tipo de vida existentes allí, por lo que organismos cumplidores de muchos procesos y ciclos para la obtención de una

buena calidad y salud del suelo son perjudicados, trayendo consecuencias al propio recurso suelo, incluido otros efectos más. (Ver Tabla 7).

Resultados del Objetivo Específico 3: Agroquímicos que se utilizan en la agricultura, presentados en la tabla 7.

Tabla 7: Efecto de los agrícolas en las propiedades físicas del suelo que afectarían a la biodiversidad.

ESTUDIOS	METODOLOGÍAS	CONCLUSIONES	AUTORES
Deterioro del suelo franco arcilloso en cultivos de arroz seco por el uso de plaguicidas y pesticidas. (Glifosato).	Se realizaron un conjunto de simulaciones utilizando el software Vensim PLE versión 6.5 para Dinámica de sistemas.	El uso y aplicación en exceso de los agroquímicos afecta la capacidad de uso y fertilidad del suelo, fumigación y fertilización afectan en el incremento y/o crecimiento del deterioro del suelo.	Castiblanco, J.; Gonzalez, G.; y Redondo, J., M., (2015, p. 250,251).
Uso y manejo de agroquímicos en agricultores familiares y trabajadores rurales de cinco provincias Argentinas. (Herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes).	Se hicieron entrevistas con todos los actores relacionados con el tema en estudio de las 5 provincias.	El uso irracional de los agricultores, familiares y trabajadores rurales es grande y sigue creciendo.	Landini, F., Beramendi, M., y Vargas, G., L., (2019, p. 23,26).

<p>Plaguicidas químicos usados en el cultivo de soya en el Departamento de Santa Cruz, Bolivia: riesgos para la salud humana y toxicidad ambiental. (Glifosato y Atrazina).</p>	<p>Se visitaron las parcelas para conocer los manejos y tratamientos que se realizan, dificultades en los cultivos y la identificación de agroquímicos utilizados.</p>	<p>Anualmente se usa y aplica en promedio en una hectárea de soya más de 35 kg ha⁻¹ de productos químicos como plaguicidas y fertilizantes, con diferente nivel de toxicidad.</p>	<p>Bascopé, R; Bickel, U.; y Jacobi, J. ;(2019, p. 397,407).</p>
<p>Uso de agroquímicos, peligros ambientales y para la salud en Bangladesh. (Urea, superfosfato simple (SSP), superfosfato triple (TSP), muriato de potasa (MP), DAP, HPS y otros)</p>	<p>Revisión de fuentes como libros académicos y artículos de revistas, también datos se han analizado a partir de la observación.</p>	<p>Los fertilizantes químicos son importantes en el crecimiento de los cultivos; pero su aplicación intensiva afecta la calidad del suelo, el agua y el aire. La sostenibilidad ecológica se está perdiendo, ocasionando una situación peligrosa para el los animales. Los organismos no objetivo se están disminuyendo día a día.</p>	<p>Atikur, K., M.; y Chandra, S.; (2015, p. 76, 79).</p>
<p>Análisis sustentable de las fincas de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i>) en Santa Rosa de Quives, Lima, Perú. (Pesticidas (clase I y II)).</p>	<p>Se recopiló la información a través de encuestas, entrevistas y visitas a las parcelas.</p>	<p>El 96.9 % de las fincas reflejan una situación crítica para la sustentabilidad ambiental, que es una consecuencia del uso y aplicación intensiva de pesticidas.</p>	<p>Andrade, C., K., (2017, p. 136,140).</p>

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

A continuación algunos estudios experimentales sobre efectos del uso de agroquímicos en los organismos del suelo. (Ver Tabla 8).

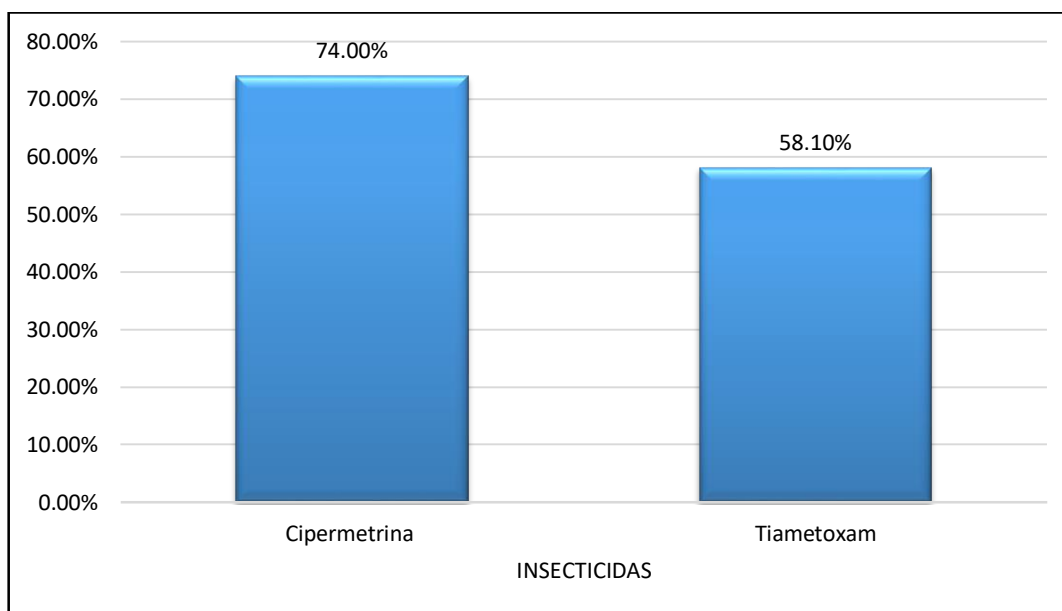
Tabla 8: Efecto de los Agroquímicos sobre organismo vivos del suelo.

AGROQUÍMICOS	BIOINDICADORES	METODOLOGÍAS	RESULTADOS	AUTOR (S)
Insecticidas (Cipermetrina y Tiametoxam).	Bacterias Nitrificantes.	Se hicieron realizaron diluciones de 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁵ para 1 g de suelo. Se inocularon volúmenes de 1 ml de cada dilución de suelo en medio de cultivo nutritivo electivo a 28 ° C y el tiempo de incubación fue de 7 a 21 días.	Con cipermetrina resultó en una disminución del 74% en el número de bacterias nitrificantes. Con tiametoxam resultó en una disminución del 58,10% en el número de bacterias nitrificantes.	Filimón N., M., et al., (2015, p. 10441,10445-10446).
Glifosato, glufosinato, paraquat y paraquat-diquat.	Actividad microbiana del suelo y la diversidad de bacterias, arqueas y nematodos.	Las muestras del suelo fueron sacadas de un suelo con cultivo de plátano seda. Los suelos se incubaron en contenedores a lo largo de 60 días y las comunidades se caracterizaron en muchos momentos.	Los resultados muestran que en relación con los controles, la composición de las comunidades de bacterias y arqueas no se vio afectada significativamente, ninguno de los herbicidas provocó un cambio significativo en el número total de nematodos, no se encontraron cambios en la actividad microbiana.	Dennis, P., G., et al., (2018, p. 2-4).

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Filimón N. M., et al., (2015, p. 10441,10445-10446). Muestra el efecto toxico de los insecticidas Cipermetrina y Tiametoxam sobre las bacterias nitrificantes del suelo.

Grafico 6: Efecto de los insecticidas en bacterias nitrificantes.



Nota: El 74% de las bacterias nitrificantes disminuyeron con la aplicación del insecticida Cipermetrina y el 58.1% sufrieron disminución con la aplicación del insecticida Tiametoxam, durante los 7 y 21 días de incubación.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Mediante las diferentes revisiones sistemáticas se encontraron diferentes estudios que mencionan y analizan los efectos de los agroquímicos sobre los bioindicadores del suelo y de los suelo agrícolas, alguno de ellos son resistentes, otros acumulan las sustancias tóxicas, mientras que otros encuentran como consecuencia la muerte o la poca actividad de sus especies, indicando así que la mayoría de las especies de los diferentes organismos demuestran cuando sus hábitat está siendo alterado.

V. CONCLUSIONES

Conclusión del Objetivo General: Los suelos agrícolas son los más expuestos a su deterioro por las actividades que se desarrollan para obtener un terrero apto para cultivo, mediante el uso y aplicación de agroquímicos trayendo así disminución y muerte de organismos listos a desarrollar funciones a favor de la calidad del suelo.

Conclusión del OE1: Se identificaron los organismos del suelo bioindicadores de la calidad del suelo por su comportamiento ante la alteración en su hábitat, demostrándonos así los efectos positivos o negativos por el uso y aplicación de los agroquímicos en la agricultura, entre ellos se encuentran, la microflora (Bacterias y hongos). microfauna (Nematodos, protozoarios, ácaros-pequeños), mesofauna (Ácaros, colémbolos, artrópodos-pequeños, enquitaidos-lombrices pequeñas) y la macrofauna (Lombrices Enquitraidos-grandes, bicho bolita, diplopodos, quilopoda, moluscos, insecta-larvas y adulto).

Conclusión del OE2: Se mencionaron las funciones importantes que cumplen los organismos bioindicadores en el suelo, regulan la dinámica de la materia orgánica, modifican la estructura física del suelo, catabolizan la materia orgánica, promueven la humificación, intervienen en el reciclaje de nutrientes, modifican la estructura física del suelo, y actúan sobre el régimen del agua y la erosión; siendo todas aquellas funciones importantes en el suelo porque brindan apoyo y sustento a todo tipo de vida; y también porque participan en los principales ciclos de nutrientes.

Conclusión del OE3: Se nombraron a los agroquímicos más usados en la agricultura por parte de los grandes, medianos y pequeños agricultores y chacras familiares, teniendo como predominio las sustancias sintéticas, las cuales son de las clases, organoclorados, carbamatos, neonicotinoides, sulfonilureas, triazinas, como también el glifosato y la urea.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

1. Visto los antecedentes durante el desarrollo de la investigación, en el mundo solo se estudian los efectos de los agroquímicos en las especies de organismo para saber el grado de toxicidad y muy pocas la relacionan con la calidad del suelo que estas causan al disminuir o ser eliminados, lo que se recomienda evaluar el estado del suelo mediante estos organismos bioindicadores llamados así porque indican el estado e impacto en su hábitat.
2. Se recomienda estudiar los factores ambientales que pudieran intervenir en la medición de la biodiversidad de organismos bioindicadores de calidad del suelo.
3. Se recomienda estudiar y revisar artículos y revistas científicas indexadas sobre el tema de investigación para que sea apoyo al comparar resultados, ya que no contamos con un parámetro de medición sobre el número de organismo en un suelo sano.
4. Estudiar el comportamiento de los agroquímicos en el suelo como también la fisiología de los organismos del suelo, en relación a interacción entre ellos.
5. Realizar estudios a largo plazo sobre el efecto de los agroquímicos en la calidad de los suelos para obtener mejores resultados, ya que en corto tiempo no se percibe en algunos organismos efectos adversos, como se señalan en algunos de los antecedentes de la presente investigación.

REFERENCIAS

1. QUIGLEY, Tyler. P., AMDAM, Gro. V., y HARWOOD, Gyan H. Honey bees as bioindicators of changing global agricultural landscapes. *Current Opinion in Insect Science* [En línea] Vol. 35, octubre 2019. [Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.08.012>. ISSN 2214-5745.
2. KOPITTKE Peter M.; MENZIES Neal W.; WANG Peng; MCKENNA Brigid A.; y LOMBI Enzo. Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International* [En línea] Vol. 132, noviembre 2019. [Fecha de consulta: 27 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105078> ISSN 0160-4120.
3. MANCINI Francesca; WOODCOCK Ben A. y ISAAC Nick J. B. Agrochemicals in the wild: Identifying links between pesticide use and declines of nontarget organisms. *Current Opinion in Environmental Science & Health* [En línea] Vol. 11, octubre 2019. [Fecha de consulta: 27 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2019.07.003>. ISSN 2468-5844.
4. GARCÍA, Juan Miguel; SARMIENTO, Luisa Fernanda; RODRÍGUEZ, Manuel Salvador y PORRAS, Lina Sabrina. Uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en ríos: aplicación en ríos tropicales de alta montaña. Revisión corta. *UGCiencia* [En línea] Vol. 23, 10 diciembre 2017. [Fecha de consulta: 27 de diciembre de 2020] Disponible en: Doi: <http://10.18634/ugcj.23v.0i.659>
5. RAWTANI, Deepak; KHATRI, Nitasha; TYAGI, Sanjiv; y PANDEY, Gaurav. Nanotechnology-based recent approaches for sensing and remediation of pesticides. *Journal of Environmental Management* [En línea] Vol. 206, 15 de enero 2018. [Fecha de consulta: 27 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.037>. ISSN 0301-4797.

6. PARMAR, Trishala K.; RAWTANI, Deepak y AGRAWAL, K. Y. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in Life Science* [En línea] Vol. 9, nº 2, p. 110–118, 22 de abril 2016, [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1080/21553769.2016.1162753>, ISSN: 2155-3769

7. GAUTAM, Asmita; SEKARAN, Udayakumar; GUZMAN, Jose; KOVÁCS, Péter; GONZALEZ, Jose L.; y KUMAR, Sandeep. Responses of Soil Microbial Community Structure and Enzymatic Activities to Long-Term Application of Mineral Fertilizer and Beef Manure. *Environmental and Sustainability Indicators* [En línea] Vol.8, diciembre 2020 [Fecha de consulta: 29 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100073>. ISSN 2665-9727.

8. CABRERA-MIRELES, Héctor; MURILLO-CUEVAS, Félix D.; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, Juan. A.; y ADAME-GARCÍA, Jacel. Oribátidos, colémbolos y hormigas como indicadores de perturbación del suelo en sistemas de producción agrícola. *Ecosist. Recur. Agropec.* [en línea] Vol. 6, nº 17, 2019 [Fecha de consulta: 29 de diciembre de 2020] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v6n17/2007-901X-era-6-17-231.pdf>. ISSN: 2007-901X.

9. TANG, Jiayi; ZHANG, Jiachao, REN, Liheng; ZHOU, Yaoyu; GAO, Jun; LUO, Lin; YANG, Yuan; PENG, Qinghui; HUANG, Hongli; y CHEN, Anwei. Diagnosis of soil contamination using microbiological indices: A review on heavy metal pollution. *Journal of Environmental Management* [En línea] Vol. 242, 15 de julio de 2019 [Fecha de consulta: 29 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.061>. ISSN 0301-4797.

10. WOŁEJKO, Elżbieta; JABŁOŃSKA-TRYPUĆ, Agata; WYDRO, Urszula; BUTAREWICZ, Andrzej; y ŁOZOWICKA, Bożena. Soil biological activity as

- an indicator of soil pollution with pesticides—A review. *Applied Soil Ecology* [En línea] Vol.147, marzo 2020 [Fecha de consulta: 29 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.09.006>. ISSN 0929-1393.
11. DANGI, Sadikshya; GAO, Suduan; DUAN, Yinghua y WANG, Dong. Soil microbial community structure affected by biochar and fertilizer sources. *Applied Soil Ecology* [En línea] Vol.150, junio 2020 [Fecha de consulta: 29 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103452>. ISSN 0929-1393.
 12. GÓMEZ REYES, Jorge Andrés y LUNA FONTALVO Jorge Alberto. Grupos funcionales microbianos en suelos contaminados con toxafeno en el departamento del cesar, Colombia. *Revista Luna Azul* [En línea] nº 47, 21 de diciembre 2018 [Fecha de consulta: 30 de diciembre de 2020] Disponible en: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/08/1008422/lunazul47_6.pdf ISSN 1909-2474
 13. SOCARRÁS-RIVERO, Ana América. Diversity of the edaphic mesofauna in three soil uses in the Mayabeque province, Cuba. *Pastos y Forrajes* [En línea] Vol. 41, nº 2, abril-junio 2018. [Fecha de consulta: 28 de diciembre de 2020] Disponible en: http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n2/en_pyf06218.pdf.
 14. CABRERA-DÁVILA, Grisel de la Caridad; SOCARRÁS-RIVERO, Ana América; HERNÁNDEZ-VIGO, Guillermina; PONCE DE LEÓN-LIMA, Daniel; MENÉNDEZ-RIVERO, Yojana Irina y SÁNCHEZ-RONDÓN, Jorge Alberto. Evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en Cuba. *Pastos y Forrajes* [En línea] Vol. 40, nº 2, abril-junio 2017 [Fecha de consulta: 28 de diciembre de 2020] Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n2/pyf05217.pdf>
 15. ANDRADE ALVARADO, Cristina Karina. Análisis sustentable de las fincas de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) en Santa Rosa de Quives, Lima,

- Perú. *Ecología Aplicada* [En línea] Vol.16, nº 2, 20 de noviembre 2017 [Fecha de consulta: 29 de diciembre de 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v16i2.1017>. ISSN 1993-9507.
16. PELOSI, C. y, RÖMBKE, J. Are Enchytraeidae (Oligochaeta, Annelida) good indicators of agricultural management practices? *Soil Biology & Biochemistry* [En línea] Vol. 100, setiembre 2016 [Fecha de consulta: 29 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.06.030>. ISSN 0038-0717.
17. MORA DELGADO, Jairo; SILVA PARRA, Amanda y ESCOBAR ESCOBAR, Natalia. Bioindicadores en suelos y abonos orgánicos. [en línea] 1ª. Ed. Ibagué : Universidad del Tolima, 2019 [Fecha de consulta: 30 de diciembre de 2020] Disponible en: https://www.academia.edu/42066023/Bioindicadores_De_Suelos_Contentido_28_08_2019_lastVersion
ISBN: 978-958-5569-34-8
18. MEZA ALIAGA, Mónica; PAZ CASTRO CORREA, Carmen; PEREIRA ACUÑA, Karem y PUGA MORALES, Gustavo. . Indicadores para el monitoreo de la calidad del suelo en áreas periurbanas. Valle De Quillota, Cuenca del Aconcagua, Chile. *Interciencia* [En línea] Vol. 42, nº 8, agosto 2017 [Fecha de consulta: 30 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/08/494.pdf>
19. CASTILLO, Bessy; RUIZ, Jose O.; MANRIQUE, Manuel A. L.; y POZO, Carlos. Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). *Revista Espacios* [En línea] Vol. 41, nº 10, 26 de marzo 2020. [Fecha de consulta: 22 de septiembre de 2020] Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a20v41n10/a20v41n10p11.pdf>
ISSN: 0798 1015

20. STERREN, María Alejandra; BENINTENDE, Silvia Mercedes; UHRICH, Walter; y BARBAGELATA, Pedro. Efecto de la aplicación de glifosato sobre los microorganismos del suelo en distintas prácticas de manejo. *Cienc. Suelo (Argentina)* [En línea] Vol. 37, nº 1, 29 de abril 2019 [Fecha de consulta: 02 de enero de 2021] Disponible en:
<http://www.suelos.org.ar/publicaciones/Volumen37n1/7-%20477%20WEB.pdf>
21. ZHOU, Zhenghu; WANG, Chuankuan; y JIN, Ying. Stoichiometric responses of soil microflora to nutrient additions for two temperate forest soils. *Biology and Fertility of Soils* [En línea] Vol. 53, 09 de marzo 2017 [Fecha de consulta: 02 de enero de 2021] Disponible en:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00374-017-1188-y>
22. BELTRÁN PINEDA, Mayra Eleonora; ROCHA GIL, Zulma Edelmira; BERNAL FIGUEROA, Andrea Angélica; y PITA MORALES, Luz Adriana. Microorganismos funcionales en suelos con y sin revegetalización en el municipio de Villa de Leyva, Boyacá. *Colombia Forestal* [En línea] Vol. 20, nº 2, julio-diciembre 2017 [Fecha de consulta: 02 de enero de 2021] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423951477005.pdf>. e-ISSN 2256-201X.
23. GEORGE, Paul B.L.; KEITH, Aidan M.; CREER, Simon; BARRETT, Gaynor L.; LEBRON, Inma; EMMETT, Bridget A.; ROBINSON David A. y JONES David L. Evaluation of mesofauna communities as soil quality indicators in a national-level monitoring programme. *Soil Biology and Biochemistry* [En línea] Vol.115, p. 537–546, diciembre 2017 [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020] Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.09.022>. ISSN 0038-0717.
24. CASTILLO PÉREZ, Shirley Ornella y ÑIQUE ÁLVAREZ, Manuel. Macrofauna del suelo como indicador biológico del estado de conservación en sistemas agroforestales del sector el Choclino en San Martín – Perú. *Rev.*

Tayacaja [En línea] Vol. 2, nº 2, agosto 2019 [Fecha de consulta: 02 de enero de 2021] Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Manuel_Nique_Alvarez/publication/337654431_Macrofauna_del_suelo_como_indicador_biologico_del_estado_de_conservacion_en_sistemas_agroforestales_del_sector_el_Chocloino_en_San_Martin_-_Peru/links/5de2bb9192851c836457d019/Macrofauna-del-suelo-como-indicador-biologico-del-estado-de-conservacion-en-sistemas-agroforestales-del-sector-el-Chocloino-en-San-Martin-Peru.pdf ISSN: 2617-9156

25. BASCOPE ZANABRIA, Roberto; BICKEL, Ulrike y JACOB, Johana. Plaguicidas químicos usados en el cultivo de soya en el Departamento de Santa Cruz, Bolivia: riesgos para la salud humana y toxicidad ambiental. *Acta nova* [En línea] Vol. 9, nº 3, noviembre 2019 [Fecha de consulta: 04 de enero de 2021] Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v9n3/v9n3_a05.pdf

ISSN: 1683-0768

26. LANDINI, Fernando; BERAMENDI, Maite; y VARGAS, Gilda L. Uso y manejo de agroquímicos en agricultores familiares y trabajadores rurales de cinco provincias Argentinas. *Rev Argent Salud Pública* [En línea] Vol. 10, nº 38, 2019 [Fecha de consulta: 04 de enero de 2021] Disponible en:

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/104376/CONICET_Digital_Nro.8932fef3-fbb9-4626-9e88-f4f8c237e4cf_A.pdf?sequence=2

27. ZARAGOZA-BASTIDA, Adrián; VALLADARES-CARRANZA, Benjamín; ORTEGA-SANTANA, César; ZAMORA-ESPINOSA, José; VELÁZQUEZ-ORDOÑEZ, Valente J.; y APARICIO-BURGOS, José. Implications of the use of organochlorine in the environment, and public health. *Revista abanico veterinario* [En línea] Vol. 6, nº 1:43-55, enero-abril 2016 [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2020] Disponible en:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/av/v6n1/2448-6132-av-6-01-00043.pdf> ISSN: 2448-6132

28. MARTYNIUK, Christopher J.; MEHINTO, Alvine C.; y DENSLOW, Nancy D. Organochlorine pesticides: Agrochemicals with potent endocrine-disrupting properties in fish. *Molecular and Cellular Endocrinology*. [En línea] Vol. 501, 01 de mayo 2020 [Fecha de consulta: 04 de enero de 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.110764>. ISSN 0303-7207
29. SÁNCHEZ MUÑOZ, Cervando; ENRÍQUEZ ROSADO, Rosario; LÓPEZ ARJONA, Héctor; y VELÁZQUEZ MANZANARES, Miguel. Chronoamperometric studies of triazines transfer across the interface of two immiscible electrolyte solutions. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* [En línea] Vol. 26, nº 4, 2018, [Fecha de consulta: 16 de noviembre de 2020] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v26n4/0718-3305-ingeniare-26-04-00585.pdf>
30. BINI DHOUIB, Ines; ANNABI, Alya; JALLOULI, Manel; MARZOUKI, Soumaya; GHARBI, Najoua; ELFAZAA, Saloua; y LASRAM, Mohamed M. Carbamates pesticides induced immunotoxicity and carcinogenicity in human: A review. *Journal of Applied Biomedicine* [En línea] Vol. 14, nº 2, abril 2016 [Fecha de consulta: 04 de enero de 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jab.2016.01.001>. ISSN 1214-021X.
31. PADÍN, Susana Beatríz y PASSALACQUA, Silvia Alicia. Protección vegetal: una mirada hacia el cuidado del ambiente y la salud humana [En línea] 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata; La Plata: EDULP, 2018. [Fecha de consulta: 04 de enero de 2021]. Capítulo 4: Resistencia de las plagas a los productos fitosanitarios Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/69361/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1#page=57
- ISBN 978-950-34-1636-5
32. AZCARATE, Mariela P.; MONTOYA, Jorgelina C.; y KOSKINEN, William C. Sorption, desorption and leaching potential of sulfonylurea herbicides in

- Argentinean soils. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* [En línea] Vol. 50, 2015 [Fecha de consulta: 04 de enero de 2021] Disponible en: doi:10.1080/03601234.2015.999583. ISSN: 1532-4109.
33. YU, Bo; CHEN, Ziyu; LU, Xiaoxia; HUANG, Yuting; ZHOU, Ying; ZHANG, Qi; WANG, Dan; y LI, Jingyao. Effects on soil microbial community after exposure to neonicotinoide insecticides thiamethoxam and dinotefuran. *Science of the Total Environment* [En línea] Vol. 725, 10 de julio 2020 [Fecha de consulta: 04 de enero de 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138328> ISSN 0048-9697.
34. IHARA, Makoto y MATSUDA, Kazuhiko. Neonicotinoids: molecular mechanisms of action, insights into resistance and impact on pollinators. *Current Opinion in Insect Science* [En línea] Vol. 30, diciembre 2018 [Fecha de consulta: 04 de enero de 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.09.009> ISSN 2214-5745
35. PALELLA STRACUZZI, Santa y MARTINS PESTANA, Feliberto. Metodología de la investigación cuantitativa. [en línea] 3º edición, (FEDUPEL). La editorial pedagógica de Venezuela, 2010. [Fecha de consulta: 05 de enero de 2021]. Disponible en: <https://metodologiaecs.files.wordpress.com/2015/09/metodologc3ada-de-la-investigacic3b3n-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-feliberto-martins-pestana.pdf>. ISBN: 980-273-445-4
36. TRÁVEZ GALÁRRAGA, Kerly Alejandra. Diversidad de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la calidad del suelo en un gradiente de intensidad de uso de la tierra en La Esperanza-Pedro Moncayo-Ecuador. Tesis (Licenciado/a en Ciencias Biológicas y Ambientales). Quito: Universidad Central Del Ecuador Facultad De Ciencias Biológicas Carrera De Ciencias Biológicas y Ambientales, 2020, pág.51.

37. FIRAS BAROUDI, Josephine Al Alam; FAJLOUN, Ziad; y MILLET, Maurice. Snail as sentinel organism for monitoring the environmental pollution; a review. *Ecological Indicators* [En línea] Vol. 113, junio 2020 [Fecha de consulta: 05 de enero de 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106240> ISSN 1470-160X.
38. PASCUAL-CÓRDOVA, Guillermina; OBRADOR-OLÁN, José J.; CARRILLO-ÁVILA, Eugenio; GARCÍA-LÓPEZ, Eustolia; SÁNCHEZ-SOTO, Saúl, GUERRERO-PEÑA, Armando y ORTIZ-GARCÍA, Carlos F. Soil quality indicators in the agroecosystem of sugarcane (*Saccharum* spp.). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. [En línea] Vol. 35, junio 2018 [Fecha de consulta: 22 de septiembre de 2020] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Guillermina_Pascual/publication/323276588_Soil_quality_indicators_in_the_agroecosystem_of_sugarcane_Saccharum_spp/links/5f42c0f5458515b729497c8b/Soil-quality-indicators-in-the-agroecosystem-of-sugarcane-Saccharum-spp.pdf. ISSN: 2477-9407.
39. BOCCOLINI, Mónica F.; MOYANO, Sofía; BONETTO, Mariana; BAIGORRIA, Tomás; y CAZORLA, Cristian. Bacterial groups in a typical argiudol with application of glyphosate: influence on bacteria of nitrogen. *Ciencia del Suelo* [En línea] Vol. 37, nº 2, diciembre 2019 [Fecha de consulta: 22 de septiembre de 2020] Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672019000200003&lang=pt. ISSN: 1850-2067.
40. STERREN, María A.; uhrich, Walter y BENINTENDE, Silvia. Residualidad de glifosato en suelos de Entre Ríos y su efecto sobre los microorganismos del suelo. *Ecología Austral* [En línea] Vol. 26, p. 246-255, Diciembre 2016. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020] Disponible en: http://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/95/201

41. CHI, Luciano; HUERTA-LWANGA, Esperanza; ÁLVAREZ-SOLÍS, David; KÚ-QUEJ, Víctor M. y MENDOZA-VEGA, Jorge. Abundance and diversity of soil macroinvertebrates in sugarcane (*saccharum* spp.) plantations under organic and chemical fertilization in Belize. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* [En línea] Vol. 36, 16 de junio 2020 [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020] Disponible en: <https://azm.ojs.inecol.mx/index.php/azm/article/view/1106/2598>
ISSN: 2448-8445
42. GARCÍA-DELGADO, Carlos; BARBA-VICENTE, Vicente; MARÍN-BENITO, Jesús M., MARIANO IGUAL, J., SÁNCHEZ-MARTÍN, María J., y RODRÍGUEZ-CRUZ, Sonia M. Influence of different agricultural management practices on soil microbial community over dissipation time of two herbicides. *Science of the Total Environment* [En línea] Vol. 646, enero 2019 [Fecha de consulta: 04 de noviembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.395>. ISSN_0048-9697.
43. NIEMEYER, Júlia C.; DE SANTO, Fernanda B.; GUERRA, Naiara; FILHOB, Altair M. R.; y PECH Tatiani M. Do recommended doses of glyphosate-based herbicides affect soil invertebrates? Field and laboratory screening tests to risk assessment. *Chemosphere* [En línea] Vol. 198, 2018 [Fecha de consulta: 05 de noviembre de 2020] Disponible en: http://www.agrisus.org.br/arquivos/artigo_glifosato.pdf
44. SUPREETH, M.; CHANDRASHEKAR, M. A.; SACHIN, N.; y RAJU, N. S. Effect of chlorpyrifos on soil microbial diversity and its biotransformation by *Streptomyces* sp. HP-11. *3 Biotech* [En línea] Vol. 6, nº 147, 24 de junio 2016 [Fecha de consulta: 06 de noviembre de 2020] Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-016-0462-2>
45. BONFLEUR, Eloana J.; TORNISIELO, Valdemar L; REGITANO, Jussara B.; y LAVORENTI, Arquimedes. The Effects of Glyphosate and Atrazine Mixture on Soil Microbial Population and Subsequent Impacts on Their Fate in a

- Tropical Soil. *Water Air Soil Pollut* [En línea] Vol. 226, nº 21, febrero 2015 [Fecha de consulta: 09 de noviembre de 2020] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Eloana_Bonfleur/publication/272401077_The_Effects_of_Glyphosate_and_Atrazine_Mixture_on_Soil_Microbial_Population_and_Subsequent_Impacts_on_Their_Fate_in_a_Tropical_Soil/links/56a8e5c808aec57514c3eac7/The-Effects-of-Glyphosate-and-Atrazine-Mixture-on-Soil-Microbial-Population-and-Subsequent-Impacts-on-Their-Fate-in-a-Tropical-Soil.pdf
46. HACKENBERGER, Davorka K.; STJEPANOVIĆ, Nikolina; LONČARIĆ, Željka, y HACKENBERGER, Branimir K. Acute and subchronic effects of three herbicides on biomarkers and reproduction in earthworm *Dendrobaena veneta*. *Chemosphere* [En línea] Vol. 208, octubre 2018 [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.047>. ISSN 0045-6535.
47. FILIMON, Marioara N.; VLAD, Daliborca C.; VERDES, Doina; DUMITRASCU, Victor y POPESCU, Roxana. Enzymatic and biological assessment of sulfonylurea herbicide impact on soil bacterial communities. *Afr. J. Agric. Res.* [En línea] Vol. 10, nº 14, abril 2015 [Fecha de consulta: 05 de enero de 2021] Disponible en: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/613AADA52297>. ISSN 1991-637X.
48. RAJESHKUMAR, Sivakumar y LI, Xiaoyu. Bioaccumulation of heavy metals in fish species from the Meiliang Bay, Taihu Lake, China. *Toxicology Reports* [En línea] Vol. 5, 2018 [Fecha de consulta: 05 de enero de 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.01.007>. ISSN 2214-7500
49. HEMANTH. G; RATNA KUMAR, P. K.; SHINY NIHARIKA, P. y KOLLI Samuel K. Fungicides effect on soil micro flora in tekkali mandal, srikakulam (DIST.). *International Journal of Research and Development in Pharmacy and Life Sciences* [En línea] Vol. 5, nº 4, junio-julio 2016 [Fecha de consulta:

05 de enero de 2021] Disponible en:
<https://ijrdpl.com/index.php/ijrdpl/article/download/245/246>.

ISSN (E): 2278-0238

50. HABIG, Johan; and SWANEPOEL, Corrie . Effects of Conservation Agriculture and Fertilization on Soil Microbial Diversity and Activity. *Environments* [En línea] Vol. 2, 2015 [Fecha de consulta: 05 de enero de 2021] Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/280029280_Effects_of_Conservation_Agriculture_and_Fertilization_on_Soil_Microbial_Diversity_and_Activity
. ISSN 2076-3298.

51. CABRERA-MIRELES Héctor; MURILLO-CUEVAS Félix D.; ADAME-GARCÍA Jacel y FERNÁNDEZ-VIVEROS José Antonio. Impacto del uso del suelo sobre la meso y macrofauna edáfica en caña de azúcar y pasto. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [En línea] Vol. 22, 2019 [Fecha de consulta: 05 de enero de 2021] Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Felix_Murillo/publication/333117700_IMPACTO_DEL_USO_DEL_SUELO SOBRE LA MESO Y MACROFAUNA EDAFICA EN CANA DE AZUCAR Y PASTO IMPACT OF LAND USE ON THE EDAPHIC MESO AND MACROFAUNA IN SUGARCANE AND PASTURE/links/5cdc4bf092851c4eaba3501d/IMPACTO-DEL-USO-DEL-SUELO-SOBRE-LA-MESO-Y-MACROFAUNA-EDAFICA-EN-CANA-DE-AZUCAR-Y-PASTO-IMPACT-OF-LAND-USE-ON-THE-EDAPHIC-MESO-AND-MACROFAUNA-IN-SUGARCANE-AND-PASTURE.pdf
ISSN: 1870-0462

52. N'Dri, Julien K.; HANCE, Thierry; ANDRÉ, Henri M.; LAGERLÖF, Jan, y TONDOH, Jérôme E. Microarthropod use as bioindicators of the environmental state: case of soil mites (Acari) from Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences* [En línea] Vol.29, nº 2, 01 de julio 2016 [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2020] Disponible en:
<http://www.m.elewa.org/JAPS>. ISSN: 2071-7024.

53. NGUYEN, Duy B.; ROSE, Michael T.; ROSE, Terry J.; MORRIS, Stephen G.; y ZWIETEN, Lucas van. Impact of glyphosate on soil microbial biomass and respiration: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry* [En línea] Vol. 92, junio 2016 [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.09.014>. ISSN 0038-0717.
54. UDOUSORO, Imaobong I.; UMOREN, I. U.; IZUAGIE, J. M.; IKPO, C. U.; NGERI, S. F.; y SHAIBU, E. S. Soil Invertebrates as Bio-Monitors of Toxic Metals Pollution in Impacted Soils. *Current World Environment* [En línea] Vol. 10, nº 2: 367-385, 2015. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.10.2.02>. ISSN: 2320-8031.
55. GUTIÉRREZ, Carmen; FERNÁNDEZ, Carlos; ESCUER, Miguel; CAMPOS-HERRERA, Raquel; BELTRÁN RODRÍGUEZ, M. Eulalia; CARBONELL, Gregoria; y RODRÍGUEZ MARTÍN, José A. Effect of soil properties, heavy metals and emerging contaminants in the soil nematodes diversity. *Environmental Pollution* [En línea] Vol. 213, junio 2016 [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.02.012>. ISSN 0269-7491.
56. MEKONEN, Sefi; PETROS, Israel, y HAILEMARIAM, Mastewal. The Role of Nematodes in the Processes of Soil Ecology and Their Use as Bioindicators. *Agriculture and biology journal of north America* [En línea] Vol. 8, nº 4, 2017 [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020] Disponible en: doi:10.5251/abjna.2017.8.4.132.140. ISSN: 2151-7525
57. SORIA, Marcelo A. ¿Por qué son importantes los microorganismos del suelo para la agricultura?. *Revista Química Viva* [En línea] Vol. 15, nº 2, agosto 2016 [Fecha de consulta: 05 de enero de 2021] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86347590002.pdf>. E-ISSN: 1666-7948.

58. CASTIBLANCO, John; GONZALEZ, Geraldinne y REDONDO Johan M. Deterioro del suelo franco arcilloso en cultivos de arroz seco por el uso de plaguicidas y pesticidas. XIII Congreso Latinoamericano y Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. [En línea] Cartagena de Indias – Colombia, los días 21, 22 y 23 de octubre de 2015. [Fecha de consulta: 05 de enero de 2021]. Disponible en: <https://comunidadcolombianads.com/wp-content/uploads/2017/08/2015-Memorias-XIII-CLADS-Colombia.pdf> ISBN: 978-958-46-8355-7.
59. ATIKUR RAHMAN, K. M. y CHANDRA DEBNATH, Sankar. Agrochemical Use, Environmental and Health Hazards in Bangladesh. Agrochemical Use, Environmental and Health Hazards in Bangladesh. *International Research Journal of Interdisciplinary & Multidisciplinary Studies (IRJIMS)* [En línea] Vol. 1, nº 6, julio 2015 [Fecha de consulta: 05 de enero de 2021] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/320417104_Agrochemical_Use_Environmental_and_Health_Hazards_in_Bangladesh. ISSN: 2394-7969.
60. DENNIS, Paul G.; KUKULIES, Tegan; FORSTNER, Christian; ORTON, Thomas G. y PATTISON, Anthony B. The effects of glyphosate, glufosinate, paraquat and paraquat-diquat on soil microbial activity and bacterial, archaeal and nematode diversity. *Scientific reports* [En línea] Vol. 8, nº 21, 01 de febrero 2018 [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2020] Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-20589-6.pdf?origin=ppub>
61. FAO y GTIS. 2015. Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) – Resumen Técnico. [en línea] Roma, Italia 2016. [Fecha de consulta: 23, 24 y 25 de noviembre de 2020] Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf> ISBN: 978-92-5-308960-4
62. D.S N° 001-2015-MINAGRI-Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso Agrícola. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 29 de enero de 2015.

63. FAO. Año Internacional de los Suelos 2015. [en línea] Roma, Italia 2015. [Fecha de consulta: 27 de diciembre de 2020] Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4405s.pdf>
64. FAO. 5 razones por las que el suelo es clave para el futuro sostenible del planeta. [en línea] Portal web-Noticias 09.12.2015. [Fecha de consulta: 01 de enero de 2021] Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/news/detail-news/es/c/277124/>
65. CONCYTEC. Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica -reglamento RENACYT. [en línea] Portal CONCYTEC. 2018 [Fecha de consulta: 05 de enero de 2021] Disponible en: https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Categoría (cualitativo)

CATEGORIA DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	SUB CATEGORÍAS	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Tipos de Bioindicadores	Los organismos son llamados bioindicadores porque pueden ser animal o vegetal que responden a un estímulo positiva o negativamente, cambiando sus funciones vitales o bioacumulan toxinas. (García, J.M., et al., 2017, p.49, como se citó en Environment Agency, 2008).	La composición de una comunidad de organismos que refleja la integración de las características del ambiente sobre cierto tiempo, y por eso revela factores que operan de vez en cuando y pueden no registrarse en uno o varios análisis repetidos.	<ul style="list-style-type: none"> a. Microflora: (Bacterias y hongos). b. Microfauna: (Nematodos, protozoarios, ácaros-pequeños). c. Mesofauna: (Ácaros, colémbolos, artrópodos-pequeños, enquitaidos-lombrices pequeñas). d. Macrofauna: (Lombrices Enquitraidos-grandes, bicho bolita, diplopodos, quilopoda, moluscos, insecta-larvas y adulto). 	<ul style="list-style-type: none"> a. Muestran impactos biológicos. b. Muestran impacto por diferentes contaminantes c. Permite monitorear los efectos tóxicos de las toxinas. d. Se pueden estudiar contándolos, debido a su prevalencia. 	nominal

<p>Funciones de los Bioindicadores</p>	<p>Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria, (2015, p.11). En el suelo existen organismos que se desarrollan y se relacionan entre sí, cumpliendo las siguientes funciones en nutrientes y en la estructura del suelo.</p>	<p>Herramienta de medición que debe ofrecer información sobre las propiedades, los procesos y las características. Estos se miden para dar seguimiento a los efectos del manejo sobre el funcionamiento del suelo en un periodo dado.</p>	<p>Funciones en la producción de alimentos y en la estructura del suelo</p>	<p>a. 1 Catabolizan M.O. b. Promueven la humificación. c. Intervienen en el reciclaje de nutrientes. Modifican la estructura física del suelo.</p>	<p>nominal</p>
<p>Tipos de agroquímicos</p>	<p>(Rawtani, D., et al. 2018, p.750). Dice que los agroquímicos tienen la función de liminar y controlar plagas y malezas. Se utilizan mayormente en la agricultura para la protección de los cultivos también hace la clasificación de los agroquímicos de acuerdo a su origen y plaga objetivo.</p>	<p>Se determina por la concentración y el tipo de agroquímico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Por el tipo de plaga: (Insecticidas, herbicidas, fungicidas, alguecidas, bactericidas, rodenticidas, larvicidas, repelentes, etc.), • Por sus propiedades químicas: (Organoclorinos, triazinas, carbamatos, sulfonilureas, neonicotinoides). 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de organismos del suelo. • Afectan la dinámica de las poblaciones microbianas. • Degradación del suelo. 	<p>nominal</p>

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos.

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/TESIS:			
NOMBRE DE LA REVISTA Y/O ARTÍCULO		AÑO DE PUBLICACIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN
TIPO DE INVESTIGACIÓN		DOI	
FUENTE		VOL.	
AUTOR(ES)			
PALABRAS CLAVES			
RESULTADOS			
CONCLUSIONES			



Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), GRANDEZ GONZALES, GABRIELA egresada de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "REVISIÓN SISTEMÁTICA: EFECTOS DE LOS AGROQUÍMICOS EN LA CALIDAD DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS USANDO BIOINDICADORES, 2020", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Trabajo de Investigación/Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 02 de febrero de 2021.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
GRANDEZ GONZALES, GABRIELA DNI: 47994041 ORCID: 0000-0002-8748-8920	