



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**EFFECTO DE DOS HERBICIDAS SOBRE LAS PROPIEDADES BIOLÓGICAS  
DEL SUELO EN EL CULTIVO DE CAFETO (*Coffea arabica L.*), EN LA  
PROVINCIA DE SAN IGNACIO.**

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

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Bach. Cruz Alberca, Eldon Noel (ORCID: 0000-0002-4549-4492)

Bach. Garcia Velasco, Alfredo (ORCID: 0000-0001-5354-6849)

**ASESOR:**

Dr. Cajan Alcántara, Jhon William (ORCID: 0000-0003-2509-9927)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

**CHICLAYO – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

*A Dios.*

Por darnos cada día una razón de felicidad: Al regalarnos la vida, al permitirnos ver un nuevo amanecer y al contemplar nuestras metas cada vez más cerca

*A nuestros padres.*

Por ese sacrificio tan grande que han hecho para empujarnos hacia la superación

*Alfredo y Eldon*

## **Agradecimiento**

A la Universidad César Vallejo, por albergarnos e inculcarnos el valor del estudio, que nos ofrece la oportunidad de profesionalizarnos para trabajar por un país mejor de la misma manera a los docentes, por sembrar en nosotros los conocimientos necesarios y darnos las herramientas para forjarnos como buenos profesionales en bienestar personal y de la sociedad.

Al Dr. Jhon William Cajan Alcántara, cuyo asesoramiento y acompañamiento ha hecho de ésta, una tesis de mucho valor por los temas actuales que tratamos en el mismo y a la Ing. Betty Esperanza Flores Mino, por sus consejos y acompañamiento para mejorar cada día como investigadores, profesionales y como personas.

A todos aquellos que de una u otra forma aportan siempre al desarrollo sostenible del país, contribuyendo con la investigación hacia la mejora de la producción y productividad del campo.

*Alfredo y Eldon*

## **Página del jurado**

## Declaratoria de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, Cruz Alberca Eldon Noel y García Velasco Alfredo, egresados de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo - Chiclayo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada:

EFFECTO DE DOS HERBICIDAS SOBRE LAS PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE CAFETO (*Coffea arabica* L.), EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. 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 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.

Chiclayo, 09 de noviembre del 2020

Cruz Alberca, Eldon Noel	
DNI: 46542448	Firma 
ORCID: 0000-0002-4549-4492	
García Velasco, Alfredo	
DNI: 45853874	Firma 
ORCID: 0000-0001-5354-6849	

## Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	x
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>11</b>
2.1. Diseño de investigación .....	11
2.2. Operacionalización de variables .....	12
2.3. Población y muestra.....	12
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
2.5. Procedimiento .....	15
2.6. Método de recolección de datos.....	15
2.7. Aspectos éticos .....	16
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
REFERENCIAS .....	55
ANEXOS .....	57
Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	66
Reporte de turnitin .....	67
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	68
Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	69

## Índice de tablas

<b>Tabla 01.</b> <i>Modelo de ANOVA</i> .....	11
<b>Tabla 02.</b> <i>Descripción de tratamientos</i> .....	15
<b>Tabla 03.</b> <i>Análisis de varianza para número de lombrices en la fase inicial del experimento</i> .....	17
<b>Tabla 04.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 sobre número de lombrices en la fase inicial del experimento</i> .....	17
<b>Tabla 05.</b> <i>Análisis de varianza para número de arañas al inicio del experimento</i> .....	18
<b>Tabla 06.</b> <i>Prueba de Duncan para número de arañas al inicio del experimento</i> .....	18
<b>Tabla 07.</b> <i>Análisis de varianza para número de hormigas al inicio del experimento</i> .....	19
<b>Tabla 08.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 sobre número de hormigas al inicio del experimento</i> .....	19
<b>Tabla 09.</b> <i>Análisis de varianza para número de gusanos coleópteros al inicio del experimento</i> ...	20
<b>Tabla 10.</b> <i>Prueba de Duncan 0.05 para número de gusanos coleópteros al inicio del experimento</i> .....	20
<b>Tabla 11.</b> <i>Análisis de varianza para número de termitas al inicio del experimento</i> .....	21
<b>Tabla 12.</b> <i>Prueba de Duncan para número de termitas al inicio del experimento</i> .....	21
<b>Tabla 13.</b> <i>Análisis de varianza para número de cochinillas al inicio del experimento</i> .....	22
<b>Tabla 14.</b> <i>Prueba de Duncan para número de cochinillas al inicio del experimento</i> .....	22
<b>Tabla 15.</b> <i>Análisis de varianza para número de lombrices a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos</i> .....	23
<b>Tabla 16.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de lombrices a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos</i> .....	23
<b>Tabla 17.</b> <i>Análisis de varianza para número de arañas a los 20 días después de la aplicación</i> ....	24
<b>Tabla 18.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de arañas a los 20 días después de la aplicación</i> .....	25
<b>Tabla 19.</b> <i>Análisis de varianza para número de hormigas a los 20 días después de la aplicación</i>	26
<b>Tabla 20.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de hormigas a los 20 días después de la aplicación</i> .....	27
<b>Tabla 21.</b> <i>Análisis de varianza para número de gusanos coleópteros a los 20 días después de la aplicación de tratamientos</i> .....	28
<b>Tabla 22.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de gusanos coleópteros a los 20 días después de la aplicación de tratamientos</i> .....	28
<b>Tabla 23.</b> <i>Análisis de varianza para número de termitas a los 20 días después de la aplicación de tratamientos</i> .....	29
<b>Tabla 24.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de termitas a los 20 días después de la aplicación de tratamientos</i> .....	30

<b>Tabla 25.</b> <i>Análisis de varianza para número de cochinillas a los 20 días de la aplicación de tratamientos.....</i>	30
<b>Tabla 26.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 sobre número de cochinillas a los 20 días de la aplicación de tratamientos.....</i>	30
<b>Tabla 27.</b> <i>Análisis de varianza para número de lombrices a los 40 días después de la aplicación de tratamientos.....</i>	32
<b>Tabla 28.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de lombrices a los 40 días después de la aplicación de tratamientos .....</i>	32
<b>Tabla 29.</b> <i>Análisis de varianza para número de arañas a los 40 días después de la aplicación ....</i>	33
<b>Tabla 30.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de arañas a los 40 días después de la aplicación .....</i>	34
<b>Tabla 31.</b> <i>Análisis de varianza para número de hormigas a los 40 días después de la aplicación</i>	34
<b>Tabla 32.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de hormigas a los 40 días después de la aplicación.....</i>	35
<b>Tabla 33.</b> <i>Análisis de varianza para número de gusanos coleópteros a los 40 días después de la aplicación de tratamientos .....</i>	36
<b>Tabla 34.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de gusanos coleópteros a los 40 días después de la aplicación de tratamientos .....</i>	36
<b>Tabla 35.</b> <i>Análisis de varianza para número de termitas a los 40 días después de la aplicación de tratamientos.....</i>	37
<b>Tabla 36.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de termitas a los 40 días después de la aplicación de tratamientos .....</i>	37
<b>Tabla 37.</b> <i>Análisis de varianza para número de cochinillas a los 40 días de la aplicación de tratamientos.....</i>	38
<b>Tabla 38.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 sobre número de cochinillas a los 40 días de la aplicación de tratamientos.....</i>	39
<b>Tabla 39.</b> <i>Análisis de varianza para número de lombrices a los 60 días después de la aplicación de tratamientos.....</i>	40
<b>Tabla 40.</b> <i>Prueba de DUNCAN al 0.05 para número de lombrices a los 60 días después de la aplicación de tratamientos .....</i>	40
<b>Tabla 41.</b> <i>Análisis de varianza para número de arañas a los 60 días después de la aplicación ....</i>	41
<b>Tabla 42.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de arañas a los 60 días después de la aplicación .....</i>	42
<b>Tabla 43.</b> <i>Análisis de varianza para número de hormigas a los 60 días después de la aplicación</i>	42
<b>Tabla 44.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de hormigas a los 60 días después de la aplicación.....</i>	43



<b>Tabla 45.</b> <i>Análisis de varianza para número de gusanos coleópteros a los 60 días después de la aplicación de tratamientos</i> .....	44
<b>Tabla 46.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de gusanos coleópteros a los 60 días después de la aplicación de tratamientos</i> .....	44
<b>Tabla 47.</b> <i>Análisis de varianza para número de termitas a los 60 días después de la aplicación de tratamientos</i> .....	45
<b>Tabla 48.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 para número de termitas a los 60 días después de la aplicación de tratamientos</i> .....	45
<b>Tabla 49.</b> <i>Análisis de varianza para número de cochinillas a los 60 días de la aplicación de tratamientos</i> .....	46
<b>Tabla 50.</b> <i>Prueba de Duncan al 0.05 sobre número de cochinillas a los 60 días de la aplicación de tratamientos</i> .....	46
<b>Tabla 51.</b> <i>Número de lombrices durante la fase de investigación</i> .....	49
<b>Tabla 52.</b> <i>Número de hormigas durante la fase de investigación</i> .....	50
<b>Tabla 53.</b> <i>Número de termitas durante la fase de investigación</i> .....	51
<b>Tabla 54.</b> <i>Número de cochinillas durante la fase de investigación</i> .....	51
<b>Tabla 55.</b> <i>Número de arañas durante la fase de investigación</i> .....	52
<b>Tabla 56.</b> <i>Número de gusanos coleópteros durante la fase de investigación</i> .....	52

## Índice de figuras

<i>Figura 01.</i> Algunos microorganismos de interés agrícola. ....	7
<i>Figura 02.</i> Localización de predio. ....	12
<i>Figura 03.</i> Croquis de la investigación realizada. ....	13
<i>Figura 04.</i> Unidades experimentales. ....	14
<i>Figura 05.</i> Número de lombrices a los 20 DDA. ....	24
<i>Figura 06.</i> Número de arañas a los 20 DDA. ....	26
<i>Figura 07.</i> Número de hormigas a los 20 DDA. ....	27
<i>Figura 08.</i> Número de gusanos coleópteros a los 20 DDA. ....	29
<i>Figura 09.</i> Número de cochinillas a los 20 DDA. ....	31
<i>Figura 10.</i> Número de lombrices a los 40 DDA. ....	33
<i>Figura 11.</i> Número de hormigas a los 40 DDA. ....	35
<i>Figura 12.</i> Número de termitas a los 40 DDA. ....	38
<i>Figura 13.</i> Número de cochinillas a los 40 DDA. ....	39
<i>Figura 14.</i> Número de lombrices a los 60 DDA. ....	41
<i>Figura 15.</i> Número de hormigas a los 60 DDA. ....	43
<i>Figura 16.</i> Número de cochinillas a los 60 DDA. ....	47

## Resumen

Los mercados internacionales de productos orgánicos se han vuelto cada año más exigentes debido a los problemas que supuestamente han generado algunos pesticidas, dentro de los cuales se incluyen a los herbicidas. Existen estudios en los cuales se indican a los productos químicos residuales como cancerígenos, debido a ello es que se ha iniciado la regulación de los mismos y prohibición en algunos casos extremos.

El presente trabajo incluye la investigación del efecto de los dos herbicidas mayormente usados en el manejo del cultivo del café en la provincia de San Ignacio: Paraquat y Glifosato.

Se hizo la investigación sobre el efecto de estos dos herbicidas catalogados como de contacto y sistémico (Paraquat y Glifosato) respectivamente sobre algunas propiedades biológicas del suelo, específicamente sobre la macrofauna, que incluye evaluar su efecto sobre la presencia de: lombrices, arañas, gusanos coleópteros, hormigas, termitas, cochinillas. Los resultados arrojan efectos mayormente del herbicida sistémico Glifosato sobre la macrofauna del suelo, especialmente en la reducción de las poblaciones de organismos como lombrices, hormigas y cochinillas. El mayor efecto se aprecia en la reducción de la población de lombrices que se muestran más susceptibles a la exposición a dicho herbicida. El efecto sobre las lombrices del suelo es un tema muy importante, ya que tiene mucha dependencia con la fertilidad del suelo debido a estos organismos benéficos.

**Palabras claves:** herbicida, macrofauna, productos orgánicos, fertilidad del suelo, propiedades biológicas.

## **Abstract**

International markets for organic products have become increasingly demanding due to the problems that some pesticides have supposedly generated, including herbicides. There are studies in which residual chemicals are indicated as carcinogens, due to this it is that the regulation of the same and prohibition in some extreme cases has begun.

This work includes the investigation of the effect of the two herbicides mostly used in the management of coffee cultivation in the province of San Ignacio: Paraquat and Glyphosate.

Research was conducted on the effect of these two herbicides cataloged as contact and systemic (Paraquat and Glyphosate respectively) on some biological properties of the soil, specifically on macrofauna, which includes assessing their effect on the presence of: earthworms, spiders, worms, beetles, ants, termites, mealybugs. The results show mostly effects of the glyphosate systemic herbicide on the soil macrofauna, especially in the reduction of populations of organisms such as worms, ants and mealybugs. The greatest effect is seen in the reduction of the population of worms that are more susceptible to exposure to said herbicide. The effect on earthworms is a very important issue, since it has a lot of dependence on soil fertility due to these beneficial organisms.

**Keywords:** herbicide, macrofauna, organic products, soil fertility, biological properties.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El producto agrícola más relevante de agro exportación del Perú es el café, el cual se cultiva en los valles interandinos, la selva y la cordillera oriental de los andes peruanos, 388 distritos del Perú y 150 mil productores se dedican a cultivar este producto de café en unas 330 mil hectáreas aproximadamente (FAO, 2008).

Según INIA, el café representa como producto bandera al país, el cual tiene importancia económica, industrial, laboral, ambiental y social. El Perú se caracteriza por exportar productos orgánicos; sin embargo, existen productores que a pesar de pertenecer a cooperativas no cumplen con las normas de producción orgánica y por ende peligran los certificados que acreditan ser orgánicos, por hacer uso indiscriminado de los herbicidas, creando así un desbalance sobre las propiedades biológicas del suelo.

Por su parte MINAGRI, indica que el Perú se encuentra en el segundo lugar, como país de exportación internacional de café orgánico. De acuerdo a la junta nacional del café, es el cuarto país productor de café del continente americano.

Gomero (2019); indica que, en las últimas décadas, el uso indiscriminado de plaguicidas ha aumentado considerablemente y según sus cálculos, unos 147 mil productores se dedican a utilizar plaguicidas de un total de 3 millones de peruanos que se dedican a la agricultura.

Los herbicidas se encuentran dentro del grupo de los plaguicidas y los dos más comunes y utilizados en la provincia de San Ignacio por los productores cafetaleros son el glifosato y el Paraquat, dos productos altamente tóxicos para la salud humana. Asimismo, causan grandes pérdidas de suelo por erosión, reducción de población de los descomponedores de la materia orgánica, contaminación de fuentes de agua y del sub-suelo.

Martínez (2017) en su proyecto de investigación el objetivo general fue determinar el efecto de herbicidas (glifosato, Paraquat y glufosinato) en el control de maleza cola de caballo y el como objetivos específicos: identificar el herbicida y la dosis óptima para el control de cola de caballo y divulgar los resultados obtenidos en este estudio a través charlas y/o conferencias a productores y estudiantes. La investigación se realizó a nivel de vivero en macetas, en donde se utilizaron 180 plantas de cola de caballo con una altura promedio de 20 a 30 cm y 180 plantas de maíz, el diseño experimental que se empleo fue un DCA, con cinco dosis de herbicida (0 L/ha., 05 L/ha., 1 L/ha., 2 L/ha., 4 L/ha. y 8 L/ha), como resultado tenemos que la cola de caballo es resistente al glifosato y Paraquat, ninguna dosis la pudo controlar, la causa por la que se da la resistencia es por el mecanismo translocación y/o mutación de secuestro; en donde la molécula de herbicida no llega al sitio de acción.

Por lo tanto el glufosinato controla la maleza obteniendo controles hasta del 100 %, además logramos determinar la dosis optima de glufosinato (0.85 L/ha) para tener un 90 % de control, se consiguió también comprobar que los tres herbicidas empleados en la investigación funcionan correctamente, consiguiendo controlar eficazmente las malezas en cultivos de maíz a las que se les aplico herbicida, se concluyó que el glufosinato es la mejor alternativa para controlar la infestación de la maleza cola de caballo.

López y Vargas (2017) en su investigación, tuvo como principal objetivo: identificar la utilidad del modelo multilíneal para el estudio del destino ambiental (suelo/agua) de Glifosato y Paraquat en cultivos de maíz y café en suelos de posesión de la comunidad lasallista y sus objetivos específicos fueron determinar el coeficiente de distribución mediante pruebas de partición (suelo/agua) del Glifosato y el Paraquat en suelos de predios de la comunidad lasallista y establecer la utilidad del modelo multilíneal en la determinación de la distribución suelo/agua de los agroquímicos nitrogenados Paraquat y Glifosato en los suelos seleccionados.

Ramos (2016) en su proyecto de investigación sostiene la finalidad de explicar el efecto del glifosato sobre las propiedades del suelo en una parcela reforestada con *Cedrela lilloi* C.DC, en la provincia de Leoncio Prado – Huánuco. Para lo cual se aplicaron dosis

diferentes de glifosato desde 1,0 - 1,5 kg/ha, evaluando las propiedades físicas, químicas y biológicas y realizando una comparación entre suelo con labranza cero y labranza mínima. La aplicación del glifosato al suelo incrementó el nivel de hojarasca (9,3 cm) y humus (1,15 cm), respecto al control (1,0 y 0,35 cm respectivamente); el porcentaje de arcilla ascendió a (14,05 % respecto a un 8,54 % del control); se encontró un valor mayor de fósforo (8,88 ppm), no se encontró diferencia significativa en los demás indicadores físicos y químicos. El análisis de varianza para lombrices, termitas y hormigas fue estadísticamente no significativo, al contrario, se evidenció una reducción poblacional importante. La relación entre el glifosato y la temperatura del suelo (0,821), infiltración (0,620), nivel de hojarasca (0,967) y nivel de humus (0,954) era estadísticamente significativas, la relación entre el glifosato y el nivel de fósforo (0,750), potasio (0,643) y sodio (0,827) fue estadísticamente significativa. La relación entre el glifosato y la variación de lombrices fue estadísticamente significativa (-0,596), en las propiedades biológicas.

Schapoaloff (2013) en un trabajo de investigación , indica que el Glifosato puede disminuir el contenido de minerales al efectuar un daño a los organismos benéficos, dentro de los cuales incluye a las lombrices de tierra y asociaciones de micorrizas, afecta la absorción de fósforo y zinc, algunos microbios como las Pseudomonas, bacilo que convierten óxidos insolubles del suelo a formas biodisponibles de hierro y manganeso, bacterias fijadoras de nitrógeno y organismos involucrados en el control biológico de enfermedades del suelo que reducen la absorción por las raíces de los nutrientes (Sirinathsinghji, 2012).

Fabio V. Correia y Josino C. Moreira del centro de estudios de la salud de los trabajadores y de ecología humana (FIOCRUZ), en Rio de Janeiro (Brasil), han trabajado con esta especie de anélido y el herbicida glifosato. Para ello, utilizaron cajas con tierra para intentar imitar una pequeña porción del hábitat natural de Eisenia en el laboratorio y midieron la biomasa de lombrices tras los tratamientos. Utilizaron, además, diferentes concentraciones de glifosato y diferentes tiempos de exposición. ¿Qué encontraron? En todas las dosis utilizadas, el glifosato mostraba efectos significativos sobre la biomasa de Eisenia foetida. Concretamente, en el tratamiento de 56 días, todas las concentraciones disminuían más del 50% la biomasa de lombrices. Esta reducción iba decreciendo según se acortaba el tiempo del tratamiento, pero se observaban las concentraciones.

Rivera (2018) en su proyecto de investigación, tuvo como finalidad dar conocer si el herbicida Roud Up, el cual como parte de sus ingredientes activos contiene al glifosato, investiga si éste afecta directamente a la microfauna del suelo. Se realizó un estudio específico de 04 parámetros, la interacción de los microorganismos para la descomposición y degradación de los nutrientes para una mejor asimilación de los mismos por la planta, como las pseudomonas, los actinomicetos, las bacterias de nitrógeno libre y la actividad microbiana de las anteriores. El diseño experimental fue el de bloques completamente al azar, por lo que se tuvo que separar en parcelas de 12 plantas cada una unidad experimental, se aplicó 03 dosis de concentraciones diferentes de herbicida, 1 lts, 1.5 lts y 2 lts, el testigo (unidad experimental que no tiene tratamiento alguno), para después tomar muestras por cada tratamiento con diferencia de 01 mes, obteniendo 08 muestras de suelo, para ser enviadas al laboratorio donde realizan las evaluaciones respectivas

Según los resultados de laboratorio donde demuestran que existe baja cantidad de población de actinomicetos, pseudomonas y bacterias fijadoras de nitrógeno libre, es decir que el glifosato no interviene directamente en la cantidad de los microorganismos, no obstante los parámetros de la actividad microbiana demuestran que las funciones básicas de las bacterias mostraron diferencia estadística altamente significativa respecto a la muestra inicial y el tratamiento de 2 lts del herbicida , concluyendo de esta manera que el glifosato no afecta directamente a la cantidad de microorganismos, sino indirectamente afecta a sus funciones principales, lo cual crea como resultado no permitir desarrollar las funciones que son importantes para la salud y calidad del suelo.

Con respecto a los suelos se dice que es un sistema natural abierto y complejo, el mismo que se forma sobre superficie de la corteza terrestre, donde habitan seres vivos y plantas. Las características y propiedades del suelo se desarrollan por las acciones de los agentes climáticos y bióticos, los cuales actúan sobre los materiales geológicos, acondicionados por el relieve y drenaje, durante un periodo de tiempo (Garavito y Fabio, 1979).

Las propiedades biológicas del suelo se encuentran constituidas por la macrobiología y microbiología ya que ayudan a la formación del suelo.



Por macrobiología entendemos que está constituida por organismos con tamaño superiores a 2 mm y generalmente son los bioindicadores de calidad biológica del suelo. Estos organismos son importantes porque son los encargados de descomponer la materia orgánica y mezclarla con la tierra, reciclar nutrientes y además por sus actividades físicas, facilitan la circulación del aire a través de los macroporos del elemento suelo, aumentando la disponibilidad de nutrientes y asimilación por las plantas, mejorando de esta manera la biomasa:

- La lombriz mejora la disponibilidad de los nutrientes como el fósforo, el potasio y el carbono.
- Las hormigas ayudan a incrementar la disponibilidad del calcio y magnesio para la asimilación de las plantas.
- Termitas aumentan la disponibilidad de los nutrientes del suelo como calcio, potasio, magnesio, fosforo, carbono y sodio para absorción de las plantas.

Existen grupos de organismos depredadores (arañas, escorpiones, ciempiés, coleópteros y colémbolos), encargados de mantener el equilibrio poblacional de otros organismos. La macrofauna del suelo se encuentra establecida por grupos de animales que alcanzan a medir desde 1 cm de largo y más de 2 ml de ancho (Girard H.y Rougleux, R. 1964).

Los grupos que conforman son índices de la calidad biológica del suelo, debido a que juegan un rol importante dentro del ecosistema ante los cambios de las condiciones ambientales. Este grupo se encuentra representado por cuatro principales animales visibles al ojo humano: artrópodos, moluscos, mamíferos y lombrices de tierra. Los artrópodos corresponden a grupos que su acción principal es la trituración de la materia orgánica depositada en el suelo estos son: crustáceos, arácnidos, miriópodos y colémbolos. Los ciempiés y las cochinillas ayudan a descomponer más rápido la materia vegetal u orgánica masticando y triturando. A diferencia los ácaros se alimentan de bacterias y hongos que causan enfermedades en las plantas. (Girard H.y Rougleux, R. 1964).

Las hormigas pertenecen a la clase de artrópodos y son los más adaptados insectos del planeta, sus hábitos alimenticios dependen de la época suelen ser consumidores de planta y microorganismos, depredadores, y omnívoros oportunistas. Las hormigas afectan algunos procesos del suelo como la redistribución del agua con la construcción y organización de sus nidos, alcanzando a medir aproximadamente una altura mayor a dos metros, entre 200 - 1000 montículos por hectáreas (Bardgett, 2005).

Las lombrices son un principal grupo que constituye el suelo, llamados también “intestinos del suelo”. Podemos encontrar dentro de una hectárea cantidades superiores a diez millones de ejemplares, equivalente a 2000 kg de lombrices. Su principal función es mover el suelo, llegando a una capacidad de mover por año treinta toneladas de suelo, por eso recibe el nombre de arado vivo y flexible para la tierra. Son los organismos encargados en la transformación, formación y conservación de la fertilidad de los suelos, favoreciendo el desarrollo de la microbiología.

Los moluscos son un grupo representada por babosas y caracoles que cumplen una función importante en la digestión de la materia orgánica para después incorporarla al suelo.

Se denomina macroorganismo vegetal a las propias raíces de las plantas, es la población más visible ante los ojos humanos dentro del suelo. Su principal función de las raíces es la absorción de elementos nutritivos elaborados por los microorganismos, su relación es simbiótica o recíproca por lo que exuda sustancias ricas en carbono y así facilitar la existencia de la microvida en el suelo.

La microbiología del suelo la constituyen organismos diminutos unicelulares (los más grandes son de 50 de diámetro y 1 mm de longitud), viven en los poros de los suelos y se transportan a través de las películas de agua adheridas a las películas del suelo. Los microorganismos como las amebas, bacterias, hongos, actinomicetos y algas ayudan a la descomposición de la materia orgánica, suministrando una buena cantidad de biomasa. Algunos microorganismos suelen causar enfermedades fitosanitarias en las plantas, y otro intervienen en ciclos geoquímicos como el carbono, el nitrógeno, el fósforo el azufre y otros.

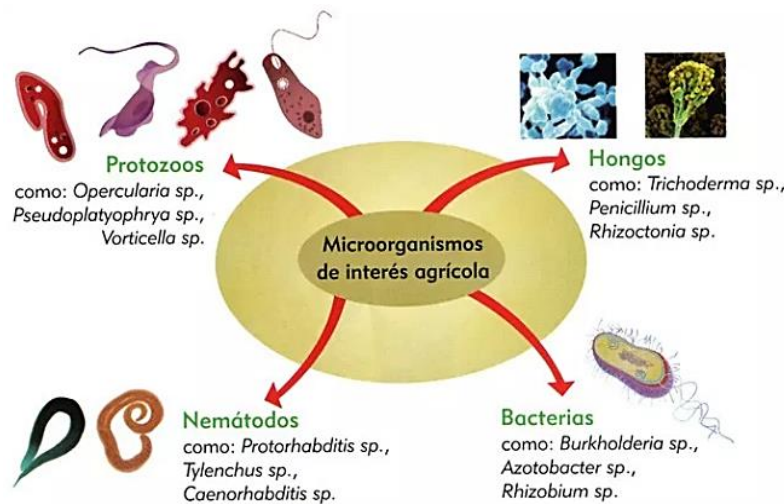


Figura 01. Algunos microorganismos de interés agrícola.

Fuente: *Biología del suelo*

Las malezas son plantas agresoras que tienen la facilidad de competir por luz, agua, nutrientes, con un cultivo determinado reduciendo el rendimiento y calidad de la cosecha (Rincón et al. 1968).

Las ventajas de las malezas es que producen abundantes cantidades de semilla; que germinan de forma gradual; algunas semillas entran en periodo largo de dormancia y otras presentan propagación vegetativa muy agresiva (Cárdenas, 1987).

Dentro de la clasificación de las malezas podemos encontrar su morfología: fanerógamas plantas que tienen flores y se subdividen en: monocotiledóneas, son plantas que se caracterizan por poseer un solo cotiledón, las hojas alargadas, angostas, y con nervadura paralela (gramíneas, ciperáceas, juncáceas y liliáceas); dicotiledóneas plantas que se caracterizan porque poseen dos cotiledones, frecuentemente se desarrollan después de emerger a la superficie, hojas anchas y nervadura ramificada y criptógamas plantas que no tienen flores, estos se encuentran dentro del grupo de los equisetos y helechos. Otro punto que se debe saber es por su ciclo de vida por lo cual se tiene a: anuales plantas que todo su ciclo biológico (germinación, desarrollo, reproducción y muerte), es el mismo año; bianuales plantas requieren dos años para completar su ciclo de vida y perennes plantas que viven más de dos años.

Los métodos de control de malezas se clasifican en: manual esta práctica consiste en quitar o eliminar la maleza de los campos de cultivos utilizando equipos y herramientas agrícolas conocidas como azadón, palana, machete y químico: Éstos retardan el crecimiento por medio de la aplicación de herbicidas sobre las malezas

Los herbicidas son productos químicos que inhiben el crecimiento parcial o total de las malas hierbas. Sus acciones toxicas esta dirigidas a eliminar las malezas y no a los cultivos (Ordeñana, 1994).

En cuanto a la nomenclatura de los herbicidas se tiene a: nombre químico reciben este nombre por su componente químico; nombre común aprobado por instituciones serias y apropiadas dado el nombre por su ingrediente activo y el nombre comercial es el nombre con el que encontramos dentro de las tiendas agroquímicas.

De acuerdo a los tipos de herbicidas se clasifican de acuerdo a sus propiedades químicas, modo de acción y uso teniendo a herbicida foliar de contacto herbicidas que no afectan a la raíz, solo se basa en destruir los tallos y hojas donde se aplica, el ingrediente activo de estos herbicidas son el Paraquat y Diquat y herbicidas foliar sistémico o residual herbicidas que tienen como ingrediente activo el glifosato, estos productos sirven para controlar las malas hierbas en su totalidad no hace ninguna discriminación por lo que su modo de acción es muerte total de la planta.

El Paraquat es un producto no selectivo de contacto, utilizado para controlar diferentes especies de maleza en muchos cultivos. Por sus excelentes resultados, autoridades de cerca de 90 países han autorizado su uso como lo informa el centro de información del Paraquat (2016).

Su mecanismo de acción consiste en la destrucción de las membranas celulares, debido a que su molécula es aceptor de electrones en la fotosíntesis (Pitty 1995). Sus síntomas son una inmediata necrosis, marchitamiento y desecamiento total luego de tres días post-aplicación.

El Paraquat pertenece a la familia de los bupiridilos, es transportado en cantidades pequeñas por la planta y absorbido por el suelo, su persistencia es alta durante 100 días. (WSSA 2002).

El Glifosato pertenece al grupo de producto químico fitotóxico, especializado en la destrucción de las plantas (malezas) en su totalidad incluyendo las semillas de éstas, la finalidad es que el usuario obtenga un producto que resulte fácil de aplicar. El glifosato puede inyectarse en tallos o troncos o aplicarse sobre las hojas. Al inhibir la enzima y afectar la síntesis de aminoácidos, el crecimiento de la planta se interrumpe y el ejemplar termina muriendo luego de marchitarse. La comercialización de glifosato se inició en 1970, cuando la empresa Monsanto comenzó a vender el herbicida Roundup. Desde entonces, se esparcieron más de 8600 millones de kilogramos de glifosato en campos de todo el mundo, de acuerdo a las cifras de Greenpeace. En la actualidad, más de un centenar de los herbicidas de uso comercial son autorizados oficialmente para la jardinería, la silvicultura y la agricultura contienen glifosato (Guadalupe, 2011).

Luego de haber descrito la problemática de la investigación el equipo de investigadores enfocó su problema en ¿De qué manera el empleo de dos herbicidas: ¿Glifosato y Paraquat influye sobre las propiedades biológicas del suelo en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la provincia de San Ignacio?

La justificación social es implementar la mano de obra dentro de los cultivos establecidos dado que en los últimos años el uso de los plaguicidas se ha incrementado de manera gradual. Los productores de las diferentes regiones del Perú donde se cultiva el café, incluyendo la provincia San Ignacio, utilizan en gran proporción los dos herbicidas para el control de las malezas (Paraquat y Glifosato); por la escasez limitada de mano de obra, al mismo tiempo que reduce el costo.

La justificación ambiental da inicio en capacitaciones a los agricultores ya que desconocen que el uso excesivo de estos productos tóxicos que causa diversas enfermedades en la salud humana. Por otra parte, causan erosión de los suelos y dan muertes a los macroorganismos y microorganismos del suelo convirtiéndolos con el pasar de los años en suelos estériles.

La OMS afirma que los plaguicidas en general causan enfermedades cancerígenas en el ser humano y en los animales. El agricultor debe tomar conciencia sobre los efectos que producen el uso indiscriminado de herbicidas. En San Ignacio, la gran mayoría cuenta con certificaciones orgánicas para vender el grano a EE. UU, Europa, Asia, Australia, Canadá y otros países.

En cuanto a la teoría científica este proyecto tiene como finalidad evaluar las pérdidas y reducción de las propiedades biológicas del suelo y para realizar investigaciones futuras.

Dentro de las hipótesis se tienen a la  $H_a$ : La aplicación de los herbicidas Paraquat y glifosato tendrán efecto significativo sobre las propiedades biológicas del suelo en el cultivo del cafeto (*Coffea arábica L.*) en la provincia de San Ignacio y la hipótesis  $H_o$ : La aplicación de los herbicidas Paraquat y glifosato no tendrá efecto sobre las propiedades biológicas del suelo en el cultivo del cafeto (*Coffea arábica L.*) en la provincia de San Ignacio.

El objetivo general es determinar los efectos de dos herbicidas: Glifosato y Paraquat sobre las propiedades biológicas del suelo en el cultivo de cafeto (*Coffea arábica L.*) en la provincia de San Ignacio. Los objetivos específicos son identificar la población microbiológica en función a la macrofauna de organismos artrópodos antes de aplicar los herbicidas: Glifosato y Paraquat, aplicar dos herbicidas: Glifosato y Paraquat para verificar influencia sobre las propiedades biológicas del suelo en el cultivo de café, evaluar la población microbiológica en función a la macrofauna de organismos artrópodos después de la aplicación los dos herbicidas: Glifosato y Paraquat, determinar las especies más predominantes de los artrópodos en las propiedades biológicas del suelo.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

Para el presente trabajo de investigación se aplicó el diseño experimental bloques completos al azar (BCA o BCR), ejecutándose el análisis de varianza respectivo. En dichos bloques se tuvieron 3 tratamientos con 3 repeticiones, en los cuales se identifica lo siguiente:

- Modelo aditivo lineal

$$X_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Dónde:

$X_{ij}$  = Es una observación cualquiera

$\mu$  = Media poblacional

$T_i$  = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto aleatorio de la j-ésima repetición o bloque

$E_{ij}$  = Error experimental

- Análisis de varianza´

**Tabla 01.** Modelo de ANOVA

F. de V.	G.	S.	C.	F	F	Si
	L.	C.	M.	c	t	g.
Tratamient os	2					
Bloques	2					
Error	4					
Total	8					
S=		X=			C.V.=	
Termino de corrección		TC=				

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Operacionalización de variables

VI: Herbicidas: Glifosato y Paraquat.

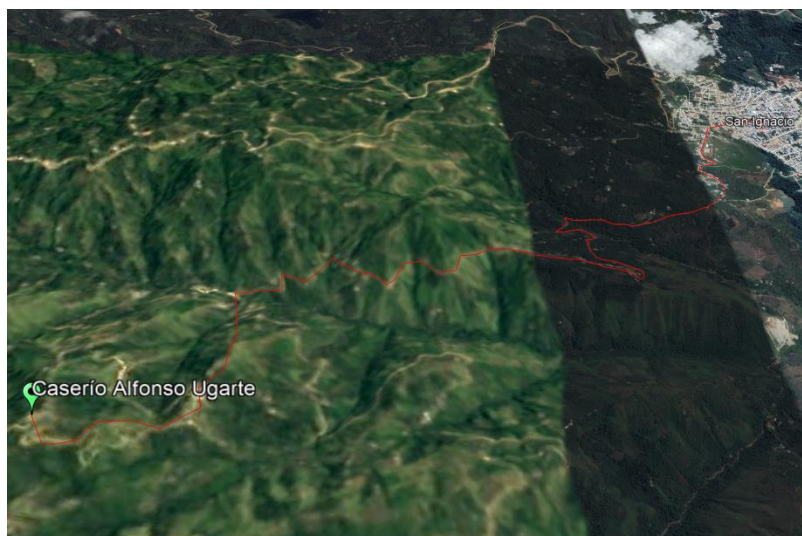
VD: Propiedades biológicas del suelo.

## 2.3. Población y muestra

La población está conformada por 4761 plantas de café por hectárea, parcela La Piria ubicada en la provincia de San Ignacio del caserío Alfonso Ugarte y la muestra total dentro de la investigación estuvo conformada por 144 plantas de café: totalizando 9 unidades experimentales, cada unidad con 16 plantas y con 3 repeticiones.

La muestra evaluada, destinada para el proyecto fue de 4 plantas por unidad experimental con un distanciamiento de 1.50m por 1.40m. Lo anterior hizo un total de 144 plantas a evaluar, las mismas que se ubicaron en el predio La Piria en el caserío Alfonso Ugarte, San Ignacio a una altura de 1450 m.s.n.m.

La investigación se realizó en la provincia San Ignacio en el caserío Alfonso Ugarte a 30 minutos del distrito.



*Figura 02.* Localización de predio.

Fuente: Google earth



Coordenadas de ubicación del predio La Piria en UTM:

Latitud: 9428829

Longitud: 717316

Altitud: 1377 msnm.

#### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

El método empleado para la obtención de datos de este proyecto de investigación se realizó de la siguiente manera:

- Delimitación de las unidades experimentales: Se utilizaron 321.90 m<sup>2</sup> del terreno, conteniendo 144 plantas de café. A cada unidad experimental le correspondió 4 plantas por 4 plantas, cuyos lotes de 16 plantas integraron cada unidad experimental.
- Características y croquis de la parcela: Cada unidad experimental estuvo formada por 4 hileras de 4 plantas, para las evaluaciones se tomó 4 plantas de la parte central.

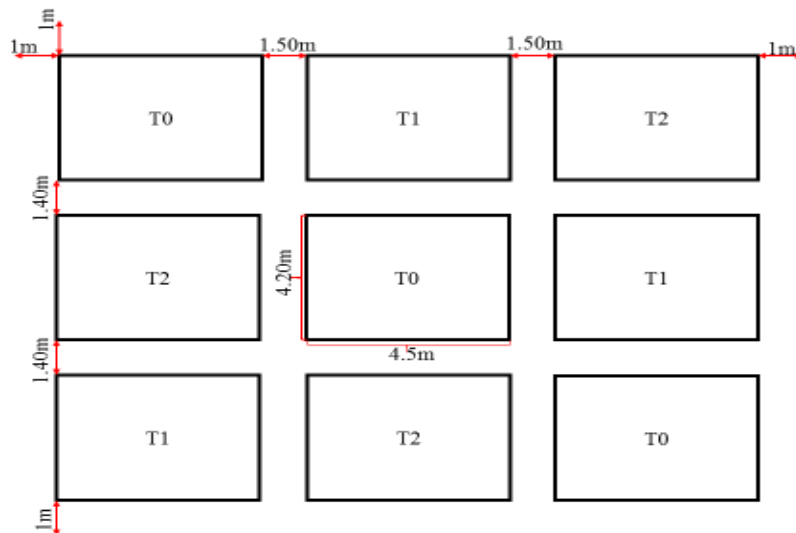


Figura 03. Croquis de la investigación realizada.

Nº de plantas : 144

Nº de lotes : 9

Nº tratamientos : 3

N° de repeticiones : 3  
 Área total : 321.90 m<sup>2</sup>  
 Longitud : 18.5 m  
 Ancho : 17.4 m

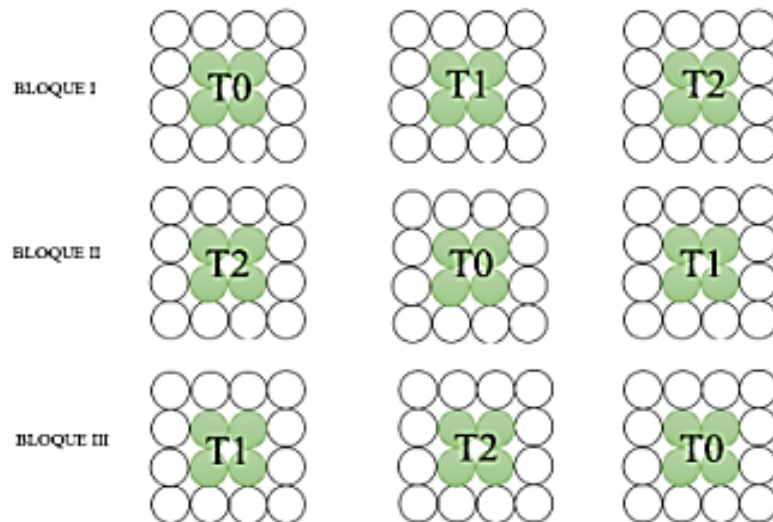


Figura 04. Unidades experimentales.



Plantas a evaluar durante la duración del proyecto de tesis.



Plantas que no se va evaluar por tener efecto de borde.

- Preparación de los dos herbicidas Paraquat y glifosato: De acuerdo con la naturaleza los productos fueron obtenidos por compra en tiendas de agroquímicos, la preparación de estos se hizo en base a las indicaciones registradas dentro de cada etiqueta comercial.
- Aplicación de los tratamientos: La aplicación de ambos herbicidas se efectuó el mismo día 16 de octubre, con la ayuda de una mochila de aspersión.
- Evaluación de los efectos sobre las propiedades del suelo: Se ejecutaron 4 evaluaciones con el fin de determinar los efectos de los dos herbicidas sobre las propiedades biológicas del suelo en el cultivo del café.

La evaluación se realizó con una frecuencia de 0 (antes de la aplicación); 20; 40 y 60 días (después de la aplicación).

- Tratamiento: Para medir el efecto de los tratamientos, se procesaron los datos obtenidos ejecutándose el análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia de  $p=0.05$  y  $p=0.01$ .

**Tabla 02.** Descripción de tratamientos

Tratamientos	Descripción	Cantidad	Evaluación			
			Días			
<b>T0</b>	Testigo	0 ml/lts	0	20	40	60
<b>T1</b>	Paraquat	12.5 ml/lts	0	20	40	60
<b>T2</b>	Glifosato	10 ml/lts	0	20	40	60

Fuente: Elaboración propia

## 2.5. Procedimiento

Se utilizaron horcones y nylon para delimitar la muestra e identificación de malezas. Al principio se muestreó todo el lote del experimento para poder tener datos exactos y verificar de esta manera el porcentaje de aumento o disminución de los organismos de la macrofauna específicamente de los macroorganismos.

Se excavaron calcatas de 25 cm de lado y ancho y con una profundidad de 25cm para poder realizar el conteo de los macroorganismos. Se tomaron las plantas céntricas para evaluar el efecto de los herbicidas. Las muestras fueron evaluadas en seco y luego sumergidas en bateas con agua para mejor evaluación.

## 2.6. Método de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos aplicarse en el presente proyecto son: la experimentación, el muestreo, recojo de información, fichaje y la observación.

El análisis y procesamiento de datos se realizó mediante: análisis estadísticos y la prueba de comparación de medias: DUNCAN

Se utilizó diseño de bloques completos al azar (BCA o BCR) donde las unidades experimentales fueron divididas en 03 bloques cada uno con 03 tratamientos.

## **2.7. Aspectos éticos**

Este proyecto de investigación tiene gran importancia ya que con sus resultados ayudará a los agricultores de San Ignacio a tomar conciencia sobre estos productos tóxicos y nocivos para la salud, por ser el café el principal cultivo de la zona que sostiene a la familia.

Gran porcentaje de cafetaleros San Ignacinos pertenecen a cooperativas y asociaciones donde cuentan con diferentes certificaciones de producción orgánica, comercio justo. Sin embargo, ignoran los efectos secundarios de los herbicidas como el Paraquat y Glifosato al controlar las malezas, afectando así de manera negativa al suelo, y la calidad del producto.

### III. RESULTADOS

Resultados de cada una de las evaluaciones detalladas en los objetivos específicos para detallar si se acepta o se rechaza la hipótesis  $H_a$ .

**Tabla 03.** *Análisis de varianza para número de lombrices en la fase inicial del experimento*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	20.22	10.11	1.07	NS
Tratamiento	2	9.56	4.78	0.51	NS
Error experimental	4	37.78	9.44		
Total	8	67.56			
		CV =	17.84	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza, podemos determinar que, al inicio del experimento, el número de lombrices entre las unidades experimentales no presentan diferencias significativas; es decir, que en todas las unidades el número de lombrices es uniforme, lo cual representa un buen dato para iniciar el experimento en igualdad de condiciones.

**Tabla 04.** *Prueba de Duncan al 0.05 sobre número de lombrices en la fase inicial del experimento*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	16.33	A
T1	18.67	A
T2	16.67	A

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba de Duncan, se observa el mismo comportamiento entre los tratamientos, con valores de 16.33 a 18.67 lombrices presentes por unidad experimental. Lo anterior corrobora lo obtenido en el análisis de varianza que indica no diferencias entre las unidades donde se van a aplicar los tratamientos, al igual que los mismos con respecto al testigo.

En esta etapa inicial se esperaba esos resultados, debido a que el campo aún no ha sido tratado, por tanto, no hay ningún factor que pueda afectar la cantidad de lombrices a nivel de todo el terreno.

**Tabla 05.** *Análisis de varianza para número de arañas al inicio del experimento*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	1.56	0.78	1.75	NS
Tratamiento	2	0.22	0.11	0.25	NS
Error experimental	4	1.78	0.44		
Total	8	3.56			
		CV =	37.50	%	

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al número de arañas presentes en la muestra de la unidad experimental se puede apreciar que los valores son bajos y uniformes entre sí. Por tanto, no se encuentra diferencias significativas entre las unidades donde se van a ejecutar los tratamientos.

**Tabla 06.** *Prueba de Duncan para número de arañas al inicio del experimento*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	1.67	a
T1	2.00	a
T2	1.67	a

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba de Duncan, se puede apreciar que hay poca presencia de arañas en las muestras obtenidas de las unidades experimentales. La prueba arroja los mismos resultados que el análisis de varianza respectivo, toda vez que refleja que la cantidad de arañas presentes antes de la aplicación de algún tratamiento es uniforme en todas las unidades experimentales.

**Tabla 07.** *Análisis de varianza para número de hormigas al inicio del experimento*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	32.89	16.44	0.88	NS
Tratamiento	2	0.89	0.44	0.02	NS
Error experimental	4	74.44	18.61		
Total	8	108.22			
		CV =	23.39	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza de la tabla 07, se aprecia que no existe diferencia significativa entre las unidades experimentales que recibirán los tratamientos. Por tanto, cualquier cambio a partir de la segunda evaluación se tendrá la certeza que es atribuido a los tratamientos por aplicar.

**Tabla 08.** *Prueba de Duncan al 0.05 sobre número de hormigas al inicio del experimento*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	18.00	A
T1	18.67	A
T2	18.67	A

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan corrobora lo obtenido en el análisis de varianza respectivo, en el cual no se encuentra diferencia entre los tratamientos, ya que es un estado similar en todas las unidades experimentales debido a que en sí los tratamientos aún no han sido aplicados.

Los datos favorecen la investigación, toda vez que se va a evaluar después de los tratamientos para ver algún efecto de los mismos.

**Tabla 09.** *Análisis de varianza para número de gusanos coleópteros al inicio del experimento*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	1.56	0.78	2.80	*
Tratamiento	2	0.89	0.44	1.60	NS
Error experimental	4	1.11	0.28		
Total	8	3.56			
		CV =	23.72	%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede verificar en el análisis de varianza respectivo, en cuanto al número de gusanos de especies coleópteros encontrados, se puede apreciar que no existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos con respecto a este indicador.

Para el efecto de los bloques hay una mínima diferencia significativa. Nuevamente presenta un valor similar en todas las unidades experimentales debido a que aún en esta fase no se ha aplicado tratamiento alguno.

**Tabla 10.** *Prueba de Duncan 0.05 para número de gusanos coleópteros al inicio del experimento*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	2.67	a
T1	2.00	a
T2	2.00	a

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior, se corrobora lo obtenido en el análisis de varianza respectivo en el cual no se encuentra diferencias en el número de gusanos coleópteros en las unidades experimentales.



**Tabla 11.** *Análisis de varianza para número de termitas al inicio del experimento*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	5.56	2.78	1.92	NS
Tratamiento	2	0.22	0.11	0.08	NS
Error experimental	4	5.78	1.44		
Total	8	11.56			
			CV =	37.30	%

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza, se puede apreciar que no existen diferencias significativas para las unidades experimentales debido a que aún no se han aplicado los tratamientos. Esta información nos permite corroborar una situación de homogeneidad del suelo a nivel de toda la parcela y sus respectivos bloques. Por tanto, se puede asegurar que toda diferencia significativa en posteriores evaluaciones puede ser debido al efecto de los tratamientos en estudio.

**Tabla 12.** *Prueba de Duncan para número de termitas al inicio del experimento*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	3.33	a
T1	3.33	a
T2	3.00	a

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan arroja valores iguales a los del análisis de varianza, en el sentido que no hay diferencia entre los promedios obtenidos en esta primera evaluación. En esta primera evaluación se observa un promedio entre 3.00 a 3.33 termitas (valor bajo) presentes por muestra por unidad experimental.

**Tabla 13.** *Análisis de varianza para número de cochinillas al inicio del experimento*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	4.22	2.11	3.45	*
Tratamiento	2	0.22	0.11	0.18	NS
Error experimental	4	2.44	0.61		
Total	8	6.89			
		CV =	20.10	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza para el indicador número de cochinillas al inicio del experimento, se puede apreciar que existe diferencia significativa en el efecto de los bloques. Para el caso de tratamientos no se observa significancia, ello debido a que no se ha aplicado tratamiento alguno.

**Tabla 14.** *Prueba de Duncan para número de cochinillas al inicio del experimento*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	4.00	a
T1	3.67	a
T2	4.00	a

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba de Duncan se puede observar que no existen diferencias significativas en el número de cochinillas encontradas en la evaluación previa a la aplicación de los tratamientos. Los valores son similares, presentándose entre 3.67 a 4.00 cochinillas por muestra por unidad experimental, valores muy bajos a nivel de todas las unidades experimentales.

**Tabla 15.** *Análisis de varianza para número de lombrices a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	20.67	10.33	3.10	*
Tratamiento	2	134.00	67.00	20.10	**
Error experimental	4	13.33	3.33		
Total	8	168.00			
		CV =	12.17	%	

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para este indicador arroja valores de diferencia significativa entre los bloques, lo cual indica una influencia del terreno en el cual se ejecutó el experimento. Para el efecto de los tratamientos en estudio se muestra alta significancia, lo cual también indica que hay algún efecto de alguno de los tratamientos sobre este indicador.

**Tabla 16.** *Prueba de Duncan al 0.05 para número de lombrices a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	16.67	a
T1	18.67	a
T2	9.67	b

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos a los 20 días de la aplicación de los tratamientos, existe diferencia entre los tratamientos en estudio. Así, se puede observar que el número de lombrices se mantiene igual en los tratamientos: Testigo sin aplicación y Paraquat. Sin embargo, mantienen un número superior de lombrices que el tratamiento donde se aplicó Glifosato en el cual ha disminuido drásticamente la presencia de lombrices.

Se corrobora lo obtenido por Ramos (2016), en el sentido que hay “Variación estadísticamente significativa, sobretodo en reducción, del número de lombrices en el suelo, ante la aplicación de Glifosato”.

Los resultados son claros en cuanto al efecto del Glifosato sobre las lombrices del suelo y también lo menciona Schapovaloff (2013) que indica que el Glifosato efectúa daños a los organismos benéficos.

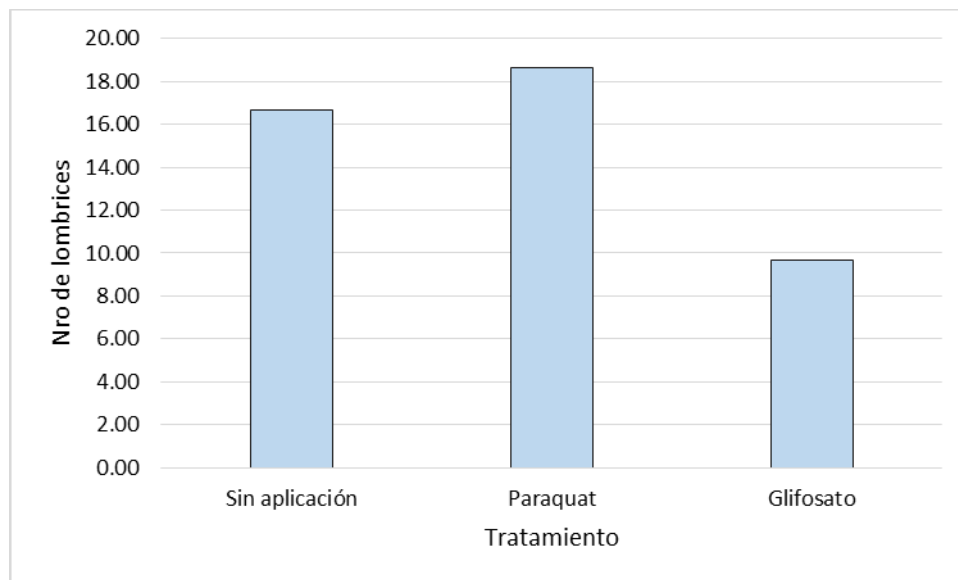


Figura 05. Número de lombrices a los 20 DDA.

En la figura 05, se puede apreciar la diferencia en la presencia de lombrices en el suelo, luego de 20 días de la aplicación de los herbicidas. Es notoria la diferencia entre los dos primeros tratamientos: Sin aplicación (T0) que presenta 16.67 lombrices y con Paraquat (T1) que presenta 18.67 lombrices con respecto al Glifosato (T2) que presenta 9.67 lombrices. El Glifosato ha actuado disminuyendo la población inicial de lombrices en el suelo.

**Tabla 17.** Análisis de varianza para número de arañas a los 20 días después de la aplicación

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	0.89	0.44	0.73	NS
Tratamiento	2	1.56	0.78	1.27	NS
Error experimental	4	2.44	0.61		
Total	8	4.89			
		CV =	37.03	%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el análisis de varianza respectivo no se presentan diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para el número de arañas. Según los primeros resultados, el número de arañas presentes en el suelo no se va ver alterado por la aplicación de los tratamientos en estudio.

**Tabla 18.** *Prueba de Duncan al 0.05 para número de arañas a los 20 días después de la aplicación*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	2.00	ab
T1	2.67	a
T2	1.67	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan, sin embargo, indica que existe diferencia significativa entre el tratamiento con Paraquat (T1) y el tratamiento con Glifosato (T2). Hay una diferencia que, si bien no es casi notoria, es estadísticamente significativa. A los 20 días después de la aplicación de tratamientos, se puede apreciar que hay un efecto sobre la cantidad de arañas presentes en las unidades experimentales. En la misma, se verifica que en las unidades donde se aplicó Glifosato ha actuado disminuyendo la cantidad de arañas presentes en campo.

Al igual que lo encontrado por Ramos (2016) y Schapovaloff (2013), hay efectos importantes del Glifosato sobre los organismos del suelo.

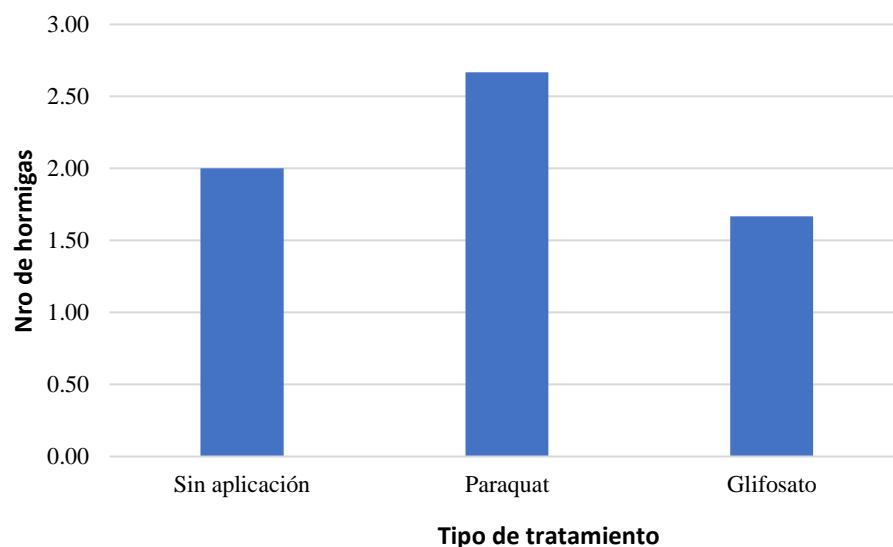


Figura 06. Número de arañas a los 20 DDA.

En la figura 06 se observa que existe diferencia en el número de arañas presentes en las unidades según tratamiento, y donde la aplicación de glifosato ha logrado influir en la disminución de este número a 1.67 arañas por unidad experimental.

**Tabla 19.** *Análisis de varianza para número de hormigas a los 20 días después de la aplicación*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	2.00	1.00	0.14	NS
Tratamiento	2	278.00	139.00	19.86	**
Error experimental	4	28.00	7.00		
Total	8	308.00			
		CV =	19.84	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza respectivo, se puede apreciar que existe alta significancia estadística en cuanto al número de hormigas presentes en el campo por efecto de los tratamientos. Por tanto, la aplicación de los herbicidas ha generado algún efecto sobre la macrofauna evaluada.

**Tabla 20.** Prueba de Duncan al 0.05 para número de hormigas a los 20 días después de la aplicación

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	18.67	a
T1	15.67	a
T2	5.67	b

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba de Duncan, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio y donde el tratamiento sin aplicación (T0) tiene comportamiento similar al tratamiento con Paraquat (T1) y a su vez, ambos tratamientos superan en cuanto a presencia de hormigas en las unidades experimentales al tratamiento con Glifosato (T2). Se puede confirmar entonces que el Glifosato actúa directamente sobre la cantidad de hormigas luego de 20 días de la aplicación. La diferencia es notoria y por tanto se puede atribuir al efecto de la aplicación de dicho herbicida.

Con respecto a la aplicación de Paraquat, no hay mayor significación en su aplicación, ya que, si bien es cierto, se muestra un promedio más bajo que sin aplicación, éste no reviste mayor significancia.

Para esta evaluación también se demuestra que hay efectos del Glifosato sobre la presencia de hormigas en el cultivo del cafeto.

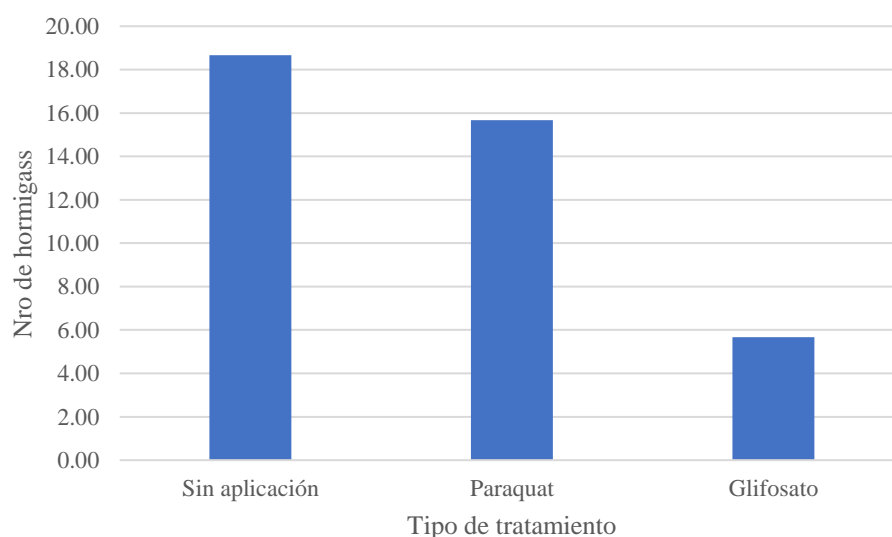


Figura 07. Número de hormigas a los 20 DDA.

En la figura 07 se puede apreciar mejor la diferencia en la presencia de hormigas en las unidades experimentales. Hay una diferencia grande en cuanto al tratamiento Sin aplicación y con Paraquat (con valores de 18.67 y 15.67 hormigas respectivamente) con respecto al Glifosato (con 5.67 hormigas). Mientras que en los primeros tratamientos no hay casi diferencia, ambos mantienen mayor cantidad de hormigas que donde se aplicó Glifosato que llega casi a la tercera parte de los dos primeros.

**Tabla 21.** *Análisis de varianza para número de gusanos coleópteros a los 20 días después de la aplicación de tratamientos*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	0.22	0.11	0.25	NS
Tratamiento	2	1.56	0.78	1.75	NS
Error experimental	4	1.78	0.44		
Total	8	3.56			
CV =				30.00	%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar la tabla 21, no existe diferencia entre los tratamientos en estudio con respecto a la presencia de gusanos coleópteros a los 20 días después de la aplicación de tratamientos.

**Tabla 22.** *Prueba de Duncan al 0.05 para número de gusanos coleópteros a los 20 días después de la aplicación de tratamientos*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	2.33	a
T1	2.67	a
T2	1.67	b

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba de Duncan, se puede apreciar que los tratamientos Sin aplicación (T0) y con Paraquat (T1) tienen un comportamiento estadístico similar y ambos tratamientos superan en presencia de gusanos coleópteros al tratamiento con Glifosato (T2). Según estos resultados también se aprecia un efecto del Glifosato sobre la presencia de gusanos coleópteros en el suelo, los mismos que se ven disminuidos ante la aplicación de dicho herbicida.



En términos generales, se puede observar que hay poca presencia de dichos macroorganismos que puede estar influenciando en los resultados, ya que se manejan valores muy bajos para este indicador.

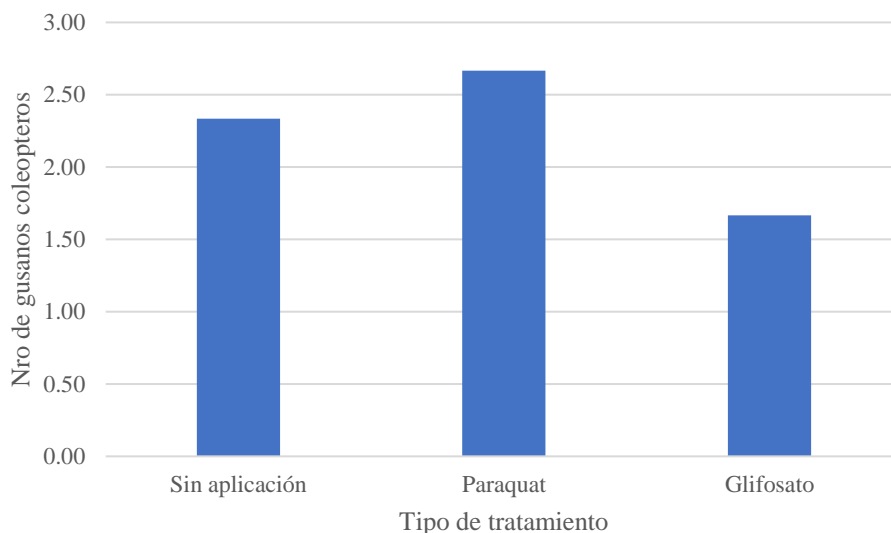


Figura 08. Número de gusanos coleópteros a los 20 DDA.

En la figura 08, se aprecia cierta diferencia entre los primeros tratamientos con respecto a la aplicación de Glifosato que presenta menor número de gusanos coleópteros (1.67).

**Tabla 23.** Análisis de varianza para número de termitas a los 20 días después de la aplicación de tratamientos

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	0.89	0.44	1.00	NS
Tratamiento	2	1.56	0.78	1.75	NS
Error experimental	4	1.78	0.44		
Total	8	4.22			
				CV =	26.09 %

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza correspondiente, se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio. Por tanto, hay una primera apreciación que los productos en estudio no influyen sobre las termitas del suelo.

**Tabla 24.** Prueba de Duncan al 0.05 para número de termitas a los 20 días después de la aplicación de tratamientos

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	2.67	a
T1	3.00	a
T2	2.00	a

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba de Duncan, se puede apreciar que todos los tratamientos en estudio tienen un comportamiento similar. Por tanto, no se demuestra algún efecto de los tratamientos sobre el número de termitas presentes en el suelo a los 20 días después de su aplicación. Este indicador también arroja valores bajos de termitas en el suelo que puede estar influenciando sobre los resultados.

**Tabla 25.** Análisis de varianza para número de cochinillas a los 20 días de la aplicación de tratamientos

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	6.22	3.11	2.15	NS
Tratamiento	2	6.89	3.44	2.38	NS
Error experimental	4	5.78	1.44		
Total	8	18.89			
		CV =	30.90	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza de la tabla 25, se puede apreciar que no existen diferencias significativas en los tratamientos en estudio.

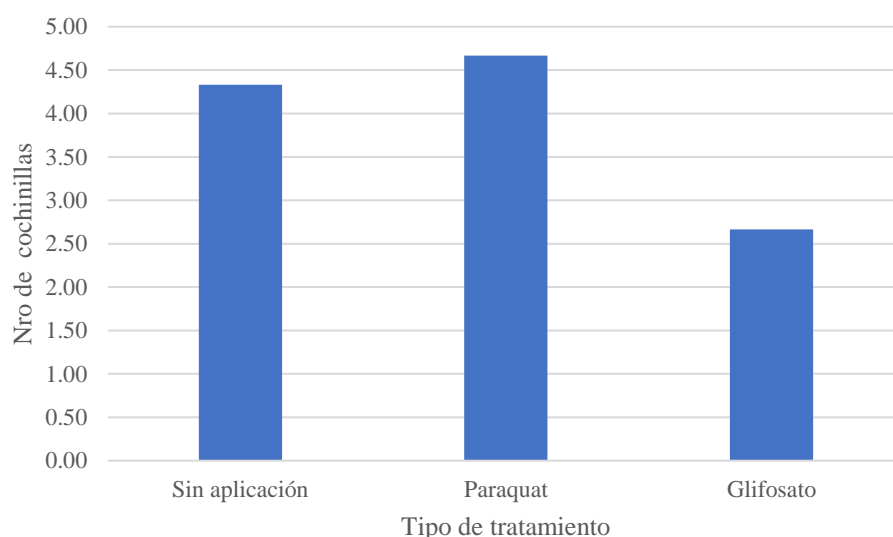
**Tabla 26.** Prueba de Duncan al 0.05 sobre número de cochinillas a los 20 días de la aplicación de tratamientos

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	4.33	A
T1	4.67	A
T2	2.67	B

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan es más específica y nos permite visualizar que existe un efecto de parte del tratamiento con Glifosato (T2) sobre la presencia de cochinillas en el suelo. Así, con la aplicación de dicho herbicida se comprueba que hay una disminución en la cantidad de estos insectos presentes en el suelo.

Con respecto al tratamiento Sin aplicación (T0) y el tratamiento con Paraquat (T1), se comprueba que no tiene diferencias significativas, por tanto, la aplicación de Paraquat no está afectado la presencia de cochinillas en el suelo. Una vez más se corrobora que existe efecto del Glifosato sobre la presencia de organismos en el suelo, en este caso las cochinillas.



*Figura 09. Número de cochinillas a los 20 DDA.*

En la figura 09 se aprecia las diferencias entre los tratamientos y en la cual se muestra un efecto del Glifosato disminuyendo la población de cochinillas del suelo (T2 con 2.67 cochinillas).

El Paraquat (T1 con 4.67 cochinillas) no muestra efectos sobre el número de estos organismos y tiene valores similares de población con respecto al tratamiento donde no se aplicó nada (T0 con 4.33 cochinillas).

**Tabla 27.** *Análisis de varianza para número de lombrices a los 40 días después de la aplicación de tratamientos*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	10.89	5.44	1.14	NS
Tratamiento	2	230.22	115.11	24.09	**
Error experimental	4	19.11	4.78		
Total	8	260.22			
		CV =	16.26	%	

Fuente: Elaboración propia

Para el indicador número de lombrices a los 40 días después de la aplicación de tratamientos, se puede observar que existe alta significancia entre los mismos. Lo anterior indica que sigue el efecto de los tratamientos que altera el número de lombrices presentes en el suelo a la aplicación de los herbicidas.

**Tabla 28.** *Prueba de Duncan al 0.05 para número de lombrices a los 40 días después de la aplicación de tratamientos*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	16.33	a
T1	17.67	a
T2	6.33	b

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba de Duncan, al comparar los tratamientos se observa que: Sin aplicación de herbicidas (T0) y aplicando Paraquat (T1) no modifica o altera el número de lombrices en el suelo; sin embargo, con la aplicación de Glifosato se observa una disminución grande de la población de lombrices del suelo (casi 3 veces menos).

Correia y Moreira ya lo indican, que en sus trabajos han experimentado el efecto del Glifosato al reducir las poblaciones de lombrices del suelo, efecto que se ha comprobado en el presente trabajo.

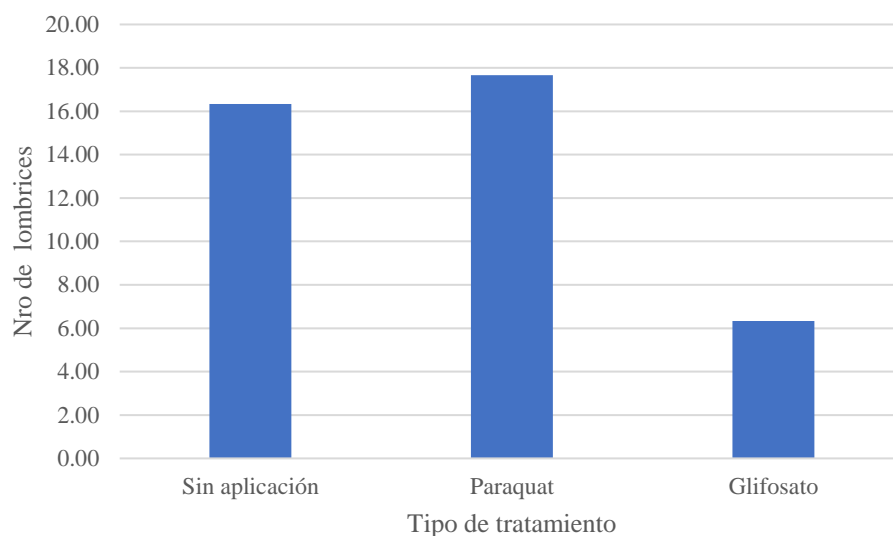


Figura 10. Número de lombrices a los 40 DDA.

En la Figura 10 se puede apreciar el efecto de la aplicación del Glifosato sobre el número de lombrices a los 40 días después de la aplicación de tratamientos (con 6.33 lombrices). Esta aplicación del herbicida ha generado afectación 40 días después sobre la población de lombrices disminuyéndola considerablemente con respecto al Paraquat (con 16.67 lombrices) y a la no aplicación (con 16.33 lombrices).

**Tabla 29.** Análisis de varianza para número de arañas a los 40 días después de la aplicación

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	0.67	0.33	0.50	NS
Tratamiento	2	0.67	0.33	0.50	NS
Error experimental	4	2.67	0.67		
Total	8	4.00			
CV =				34.99	%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el análisis de varianza respectivo no se presentan diferencias entre los tratamientos en estudio para la presencia de arañas a los 40 días después de la aplicación de tratamientos.

**Tabla 30.** Prueba de Duncan al 0.05 para número de arañas a los 40 días después de la aplicación

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	2.67	a
T1	2.33	a
T2	2.00	a

Fuente: Elaboración propia

Al igual que el análisis de varianza, la prueba de Duncan al 0.05, indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio. El número de arañas presentes en las unidades experimentales mantiene uniformidad a los 40 días después de la aplicación de tratamientos. Igual que la evaluación a los 20 días, no se muestra efecto alguno de los tratamientos en estudio que afecte a la población de arañas en el campo experimental.

**Tabla 31.** Análisis de varianza para número de hormigas a los 40 días después de la aplicación

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	4.22	2.11	1.90	NS
Tratamiento	2	54.89	27.44	24.70	**
Error experimental	4	4.44	1.11		
Total	8	63.56			
		CV =	7.13	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza respectivo, se puede apreciar que existe alta significancia estadística en cuanto al número de hormigas presentes en el campo por efecto de los tratamientos. Después de 40 días, continua el efecto de la aplicación de uno de los tratamientos.

**Tabla 32.** Prueba de Duncan al 0.05 para número de hormigas a los 40 días después de la aplicación

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	17.00	a
T1	16.00	a
T2	11.33	b

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba de Duncan, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio y donde el tratamiento sin aplicación (T0) tiene comportamiento similar al tratamiento con Paraquat (T1) y a su vez, ambos tratamientos superan en cuanto a presencia de hormigas en las unidades experimentales al tratamiento con Glifosato (T2).

Se puede confirmar entonces que el Glifosato sigue actuando directamente sobre la cantidad de hormigas luego de 40 días de la aplicación.

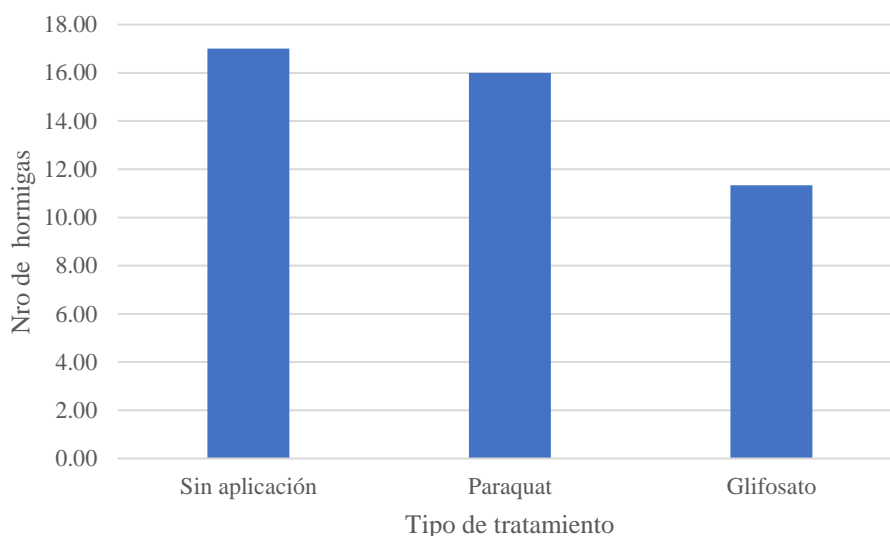


Figura 11. Número de hormigas a los 40 DDA.

La figura 11 da una imagen de lo que se encuentra en campo y donde se observa que continua el efecto del Glifosato sobre las poblaciones de hormigas del suelo disminuyéndola significativamente en comparación con los otros tratamientos (con 11.33 hormigas

**Tabla 33.** *Análisis de varianza para número de gusanos coleópteros a los 40 días después de la aplicación de tratamientos*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	0.22	0.11	0.25	NS
Tratamiento	2	0.89	0.44	1.00	NS
Error experimental	4	1.78	0.44		
Total	8	2.89			
		CV =	35.29	%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 33, no existe diferencia entre los tratamientos en estudio ni los bloques, con respecto a la presencia de gusanos coleópteros a los 40 días después de la aplicación de tratamientos.

**Tabla 34.** *Prueba de Duncan al 0.05 para número de gusanos coleópteros a los 40 días después de la aplicación de tratamientos*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	1.67	a
T1	2.33	a
T2	1.67	a

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba de Duncan, se puede apreciar que todos los tratamientos en estudio mantienen un comportamiento similar y en la que número de gusanos coleópteros encontrados en el suelo no presenta alteración a los 40 días después de la aplicación de los tratamientos. Es un indicador que también presenta valores bajos en el suelo, con poca presencia de estos organismos.



**Tabla 35.** *Análisis de varianza para número de termitas a los 40 días después de la aplicación de tratamientos*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	0.67	0.33	0.29	NS
Tratamiento	2	10.67	5.33	4.57	*
Error experimental	4	4.67	1.17		
Total	8	16.00			
		CV =	36.00	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza correspondiente, se puede apreciar que existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio para el número de termitas presentes en el suelo.

**Tabla 36.** *Prueba de Duncan al 0.05 para número de termitas a los 40 días después de la aplicación de tratamientos*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	4.33	a
T1	3.00	ab
T2	1.67	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan nos permite hacer una visualización sobre el efecto de los tratamientos y en la cual se observa que donde no se ha aplicado existe mayor número de termitas encontradas en el suelo y los valores son similares a los hallados con la aplicación de Paraquat. Sin embargo, el número de termitas en la unidad experimental Sin aplicación supera al número hallado en el suelo donde se ha aplicado el Glifosato. Por tanto, podemos afirmar que el herbicida utilizado en el tratamiento T2, a los 40 días sigue afectando la presencia de termitas en el suelo.

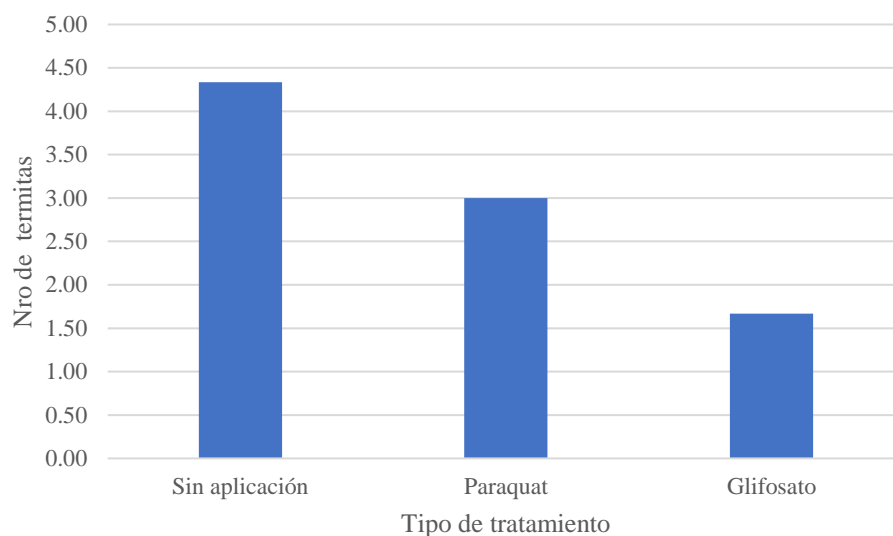


Figura 12. Número de termitas a los 40 DDA.

La figura 12 muestra el efecto del Glifosato disminuyendo el número de termitas 40 días después de la aplicación de tratamientos (con 1.67 termitas).

**Tabla 37.** Análisis de varianza para número de cochinillas a los 40 días de la aplicación de tratamientos

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	2.89	1.44	2.36	NS
Tratamiento	2	29.56	14.78	24.18	**
Error experimental	4	2.44	0.61		
Total	8	34.89			
		CV =	20.10	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza de la tabla 37, se puede apreciar que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio. Por tanto, alguno de los tratamientos está afectando la presencia de cochinillas en el suelo.

**Tabla 38.** Prueba de Duncan al 0.05 sobre número de cochinillas a los 40 días de la aplicación de tratamientos

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	5.00	a
T1	5.33	a
T2	1.33	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan nos permite visualizar que existe un efecto fuerte de parte del tratamiento con Glifosato (T2) sobre la presencia de cochinillas en el suelo. Así, con la aplicación de dicho herbicida, a los 40 días se observa que hay mínima cantidad de estos insectos presentes en el suelo. Con respecto al tratamiento Sin aplicación (T0) y el tratamiento con Paraquat, se comprueba que no tiene diferencias significativas, por tanto, la aplicación de Paraquat no está afectado la presencia de cochinillas en el suelo.

Existe diferencias entre ambos tipos de herbicidas ya que el Paraquat es un herbicida de contacto que puede perderse fácilmente con una lluvia (lavado), mientras que el Glifosato es un herbicida sistémico que puede penetrar y mantenerse en algunas plantas.

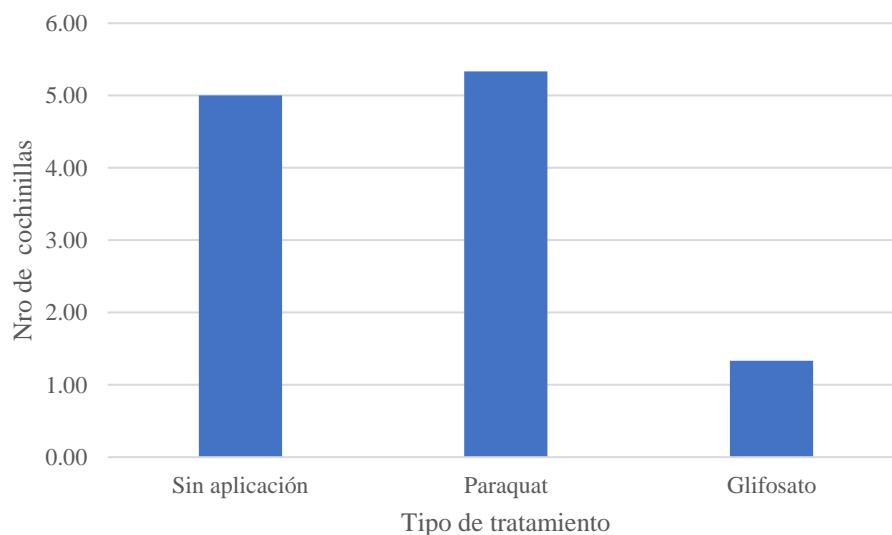


Figura 13. Número de cochinillas a los 40 DDA.

La figura 13 muestra claramente que el Glifosato sigue actuando 40 días después de su aplicación, afectando la población de cochinillas en el suelo (con 1.33 cochinillas).

**Tabla 39.** *Análisis de varianza para número de lombrices a los 60 días después de la aplicación de tratamientos*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	26.00	13.00	3.90	*
Tratamiento	2	84.67	42.33	12.70	**
Error experimental	4	13.33	3.33		
Total	8	124.00			
		CV =	12.17	%	

Fuente: Elaboración propia

Para el indicador número de lombrices a los 60 días después de la aplicación de tratamientos, se puede observar que existe alta significancia entre los mismos. Lo anterior indica que sigue el efecto de los tratamientos que altera el número de lombrices presentes en el suelo a la aplicación de algún herbicida.

**Tabla 40.** *Prueba de DUNCAN al 0.05 para número de lombrices a los 60 días después de la aplicación de tratamientos*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	17.33	a
T1	17.00	a
T2	10.67	b

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba de Duncan, al comparar los tratamientos se observa que: Sin aplicación de herbicidas (T0) y aplicando Paraquat (T1) no modifica o altera el número de lombrices presentes en el suelo después de 40 días; sin embargo, con la aplicación de Glifosato se observa una disminución aún considerable de la población de lombrices del suelo. Seguimos corroborando los efectos del Glifosato sobre los macroorganismos, sobretodo en las lombrices.

En esta etapa de la evaluación se puede considerar que ha habido una recuperación de la población de lombrices del suelo, la cual se ha incrementado con respecto a la evaluación anterior.

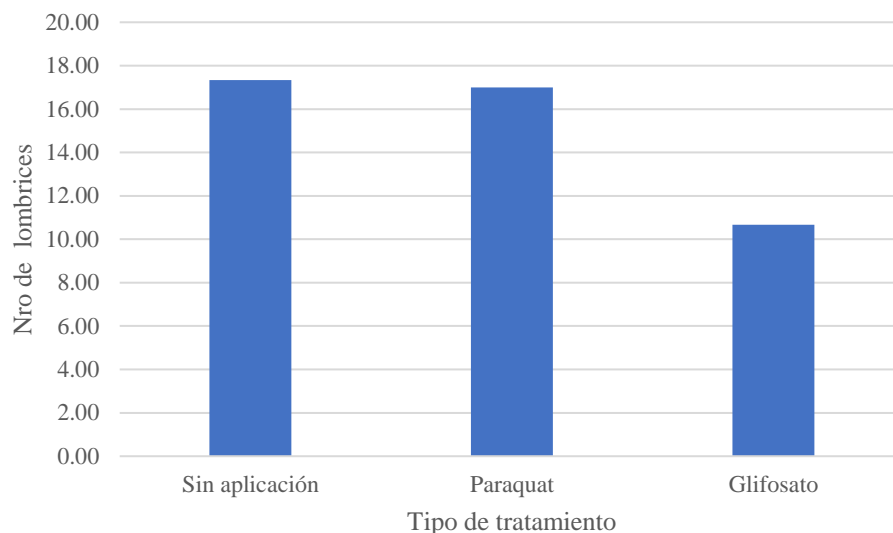


Figura 14. Número de lombrices a los 60 DDA.

Se puede apreciar en la figura 14, que sigue el efecto del Glifosato (T2) ya que la población de lombrices se mantiene más baja (con 10.67) que en los otros tratamientos. Los dos primeros tratamientos no presentan diferencias, con valores T0 = 17.33 y T1= 17 lombrices respectivamente.

**Tabla 41.** Análisis de varianza para número de arañas a los 60 días después de la aplicación

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	0.22	0.11	0.07	NS
Tratamiento	2	0.22	0.11	0.07	NS
Error experimental	4	6.44	1.61		
Total	8	6.89			
		CV =	32.64	%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el análisis de varianza respectivo no se presentan diferencias entre los tratamientos en estudio para la presencia de arañas a los 60 días después de la aplicación de tratamientos.

**Tabla 42.** Prueba de Duncan al 0.05 para número de arañas a los 60 días después de la aplicación

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	4.00	a
T1	3.67	a
T2	4.00	a

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan al 0.05 corrobora lo hallado en el ANOVA e indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio. El número de arañas presentes en las unidades experimentales mantiene uniformidad a los 60 días después de la aplicación de tratamientos y no ha sido afectado por los tratamientos en estudio.

**Tabla 43.** Análisis de varianza para número de hormigas a los 60 días después de la aplicación

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	21.56	10.78	0.88	NS
Tratamiento	2	62.89	31.44	2.56	*
Error experimental	4	49.11	12.28		
Total	8	133.56			
		CV =	21.60	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza respectivo, se puede apreciar que existe alta significancia estadística en cuanto al número de hormigas presentes en el campo por efecto de los tratamientos.

**Tabla 44.** Prueba de Duncan al 0.05 para número de hormigas a los 60 días después de la aplicación

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	19.00	a
T1	17.00	a
T2	12.67	b

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba de Duncan, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio a los 60 días después de la aplicación de tratamientos y donde el tratamiento sin aplicación (T0) tiene comportamiento similar al tratamiento con Paraquat (T1) y a su vez, ambos tratamientos superan en cuanto a presencia de hormigas en las unidades experimentales al tratamiento con Glifosato (T2). Se puede confirmar entonces que el Glifosato sigue actuando directamente sobre la cantidad de hormigas luego de 60 días de la aplicación. Al parecer, por ser sistémico tiene mayor tiempo de presencia en el suelo.

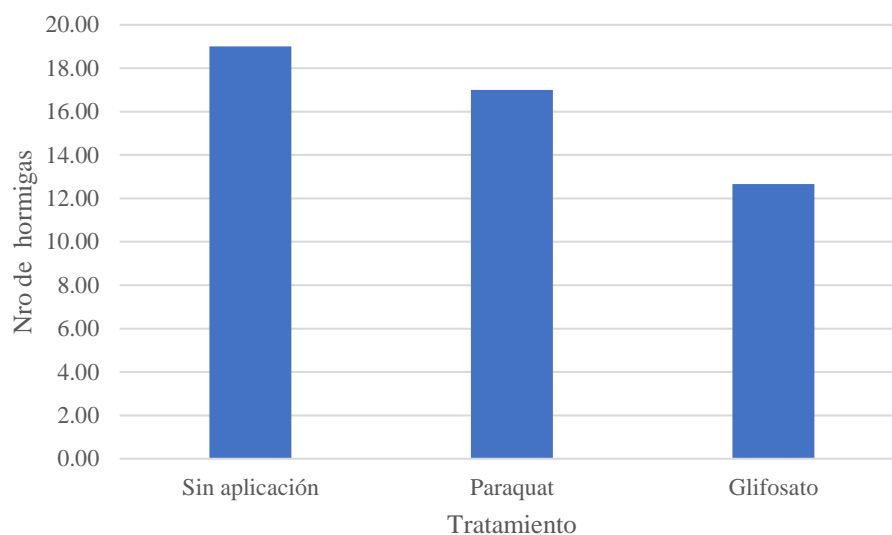


Figura 15. Número de hormigas a los 60 DDA.

Se puede apreciar en la figura 15 que el número de hormigas sigue siendo afectado por la aplicación del Glifosato mayormente; sin embargo, hay una recuperación con respecto a la evaluación anterior (T2 = 12.67 hormigas)

**Tabla 45.** *Análisis de varianza para número de gusanos coleópteros a los 60 días después de la aplicación de tratamientos*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	4.22	2.11	4.75	*
Tratamiento	2	0.22	0.11	0.25	NS
Error experimental	4	1.78	0.44		
Total	8	6.22			
		CV =	27.27	%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 45, no existe diferencia entre los tratamientos en estudio, pero si en los bloques, con respecto a la presencia de gusanos coleópteros a los 60 días después de la aplicación de tratamientos.

**Tabla 46.** *Prueba de Duncan al 0.05 para número de gusanos coleópteros a los 60 días después de la aplicación de tratamientos*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	2.67	a
T1	2.33	a
T2	2.33	a

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba de Duncan, se puede apreciar que todos los tratamientos en estudio mantienen un comportamiento similar desde el inicio del experimento, por tanto, se puede confirmar que en este caso los tratamientos no han influido sobre el número de gusanos coleópteros presentes en el suelo. Cabe mencionar que los valores de este indicador se han mantenido bajos en presencia de dichos organismos vivos.



**Tabla 47.** *Análisis de varianza para número de termitas a los 60 días después de la aplicación de tratamientos*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	1.56	0.78	0.37	NS
Tratamiento	2	2.89	1.44	0.68	NS
Error experimental	4	8.44	2.11		
Total	8	12.89			
		CV =	35.34	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza correspondiente, se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio.

**Tabla 48.** *Prueba de Duncan al 0.05 para número de termitas a los 60 días después de la aplicación de tratamientos*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	4.67	A
T1	4.33	A
T2	3.33	A

Fuente: Elaboración propia

Para esta evaluación realizada a los 60 días de la aplicación de los tratamientos, se puede apreciar que el número de termitas en el suelo se ha estabilizado y presenta valores similarmente estadísticos para todos los tratamientos. En la evaluación a los 40 días aún se manifestaba diferencias significativas, pero al parecer, a los 60 días ha habido una recuperación de las termitas en el suelo.

**Tabla 49.** *Análisis de varianza para número de cochinillas a los 60 días de la aplicación de tratamientos*

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif
Bloques	2	1.56	0.78	0.70	NS
Tratamiento	2	14.22	7.11	6.40	*
Error experimental	4	4.44	1.11		
Total	8	20.22			
		CV =	23.72	%	

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza de la tabla 49, se puede apreciar que existen diferencias significativas en los tratamientos en estudio. Por tanto, alguno de los tratamientos ha ejercido influencia en la presencia de cochinillas en el suelo.

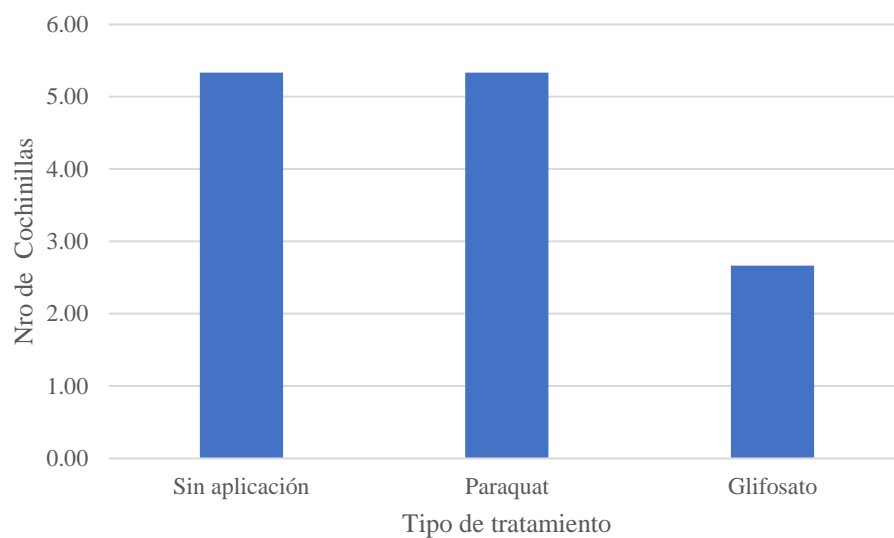
**Tabla 50.** *Prueba de Duncan al 0.05 sobre número de cochinillas a los 60 días de la aplicación de tratamientos*

Tratamiento	Promedio	Significancia
T0	5.33	a
T1	5.33	a
T2	2.67	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan nos permite visualizar que existe un efecto de parte del tratamiento con Glifosato (T2) sobre la presencia de cochinillas en el suelo. Así, con la aplicación de dicho herbicida, a los 60 días se observa que hay menor cantidad de estos insectos presentes en el suelo.

Con respecto al tratamiento Sin aplicación (T0) y el tratamiento con Paraquat, se comprueba que no tiene diferencias significativas, por tanto, la aplicación de Paraquat a los 60 días después que no está afectado la presencia de cochinillas en el suelo.



*Figura 16.* Número de cochinillas a los 60 DDA.

En la figura 16, se aprecia que a los 60 días después de la aplicación continua el efecto del Glifosato en el suelo, manteniendo baja las poblaciones de cochinillas del suelo (con 2.67). También se aprecia que Sin aplicación y con Paraquat se mantiene estable el número de cochinillas con valores de 5.33 ambos.

#### **IV. DISCUSIÓN**

La caficultura de la provincia de San Ignacio atraviesa una situación crítica, ya que desde muchos años atrás se ha venido aplicando la costumbre de aminorar costos de producción a través de la aplicación de herbicidas agrícolas para controlar las malas hierbas o malezas. Supuestamente ha sido una solución a la escasez de mano de obra; sin embargo, los efectos colaterales jamás han sido medidos. Desde que los productores a nivel mundial se dieron cuenta del efecto de los plaguicidas en los cultivos han tratado de despertar, pero aún no en una forma claramente consiente.

Todavía no hay una conciencia total, ya que los productores no analizan más allá de su conveniencia en costos, y siguen aplicando herbicidas que les cuesta entre 30 a 40 soles un litro por no invertir 100 a 120 soles para el control de las malezas de forma manual o de otra forma que no llegue al extremo de aplicar los herbicidas.

Por otra parte, en la provincia de San Ignacio no existe investigación al respecto para demostrarles a los caficultores lo dañino que es la aplicación de los herbicidas. Hay un intento por despertar al enterarse hace poco de la muerte de abejas en varias zonas de la provincia, cuyas causas aún no son explicadas con la claridad que se espera, pero que ya se murmura que es efecto de los herbicidas. Este es quizás el primer trabajo a nivel de San Ignacio que arroja resultados preliminares para hacer una mayor investigación sobre el efecto de los plaguicidas, en particular de los herbicidas.

De los resultados ya se obtiene información preocupante, se han tomado algunos indicadores principales para observación y dentro de los cuales se evaluaron:

- Número de lombrices
- Número de arañas
- Número de hormigas
- Número de gusanos de coleópteros
- Número de termitas
- Número de cochinillas

Se había establecido la evaluación de otros organismos que fueron encontrados en proporciones mínimas y en algunos casos ni se encontraron, por tanto, con los que se describen arriba fue suficiente para obtener resultados preliminares de una primera investigación.

Con respecto al número de lombrices en el campo, luego de la aplicación se ha visto un efecto fuerte de la aplicación del Glifosato.

**Tabla 51.** *Número de lombrices durante la fase de investigación*

	<b>Tratamiento</b>	<b>Día 0</b>	<b>Día 20</b>	<b>Día 40</b>	<b>Día 60</b>
	T0	16.33	16.67	16.33	17.33
<b>Lombrices</b>	T1	18.67	18.67	17.67	17.00
	T2	16.67	9.67	6.33	10.67

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, en el tratamiento Sin aplicación (T0) no hay mayor variación en cuanto al número de lombrices durante todo el experimento. Cuando se aplica Paraquat tampoco hay mayor variación en cuanto al número de lombrices presentes.

Cuando se aplica el Glifosato empieza el problema, allí luego de 20 días hay una drástica disminución del número de lombrices en el suelo de un valor de 16.67 pasa a un valor de 9.67, casi se reduce al 50%. Queda demostrado entonces que el Glifosato actúa directamente sobre los organismos benéficos del suelo en forma negativa.

Dichos hechos ya han sido estudiados en otras zonas y así lo confirman tanto Ramos (2016) que indica en sus estudios que “el análisis de varianza para lombrices, termitas y hormigas fue estadísticamente no significativo, al contrario, se evidenció una reducción poblacional importante”.

También Schapovaloff (2013), corrobora el efecto al indicar “que el Glifosato puede disminuir el contenido de minerales al efectuar un daño a los organismos benéficos, dentro de los cuales incluye a las lombrices de tierra.

Una observación se puede hacer: al evaluar a los 60 días después del tratamiento, al parecer hay una recuperación del número de lombrices en el suelo, ya que de 6.33 que había a los 40 días pasa a 10.67 a los 60 días. Esto quizás indique una recuperación del suelo por efecto de la pérdida de la residualidad del Glifosato.

Con respecto al número de hormigas en el campo, luego de la aplicación de tratamientos también hubo efectos interesantes, tan parecidos a lo ocurrido con las lombrices.

**Tabla 52.** *Número de hormigas durante la fase de investigación*

	<b>Tratamiento</b>	<b>Día 0</b>	<b>Día 20</b>	<b>Día 40</b>	<b>Día 60</b>
	T0	18.00	18.67	17.00	19.00
<b>Hormigas</b>	T1	18.67	15.67	16.00	17.00
	T2	18.67	5.67	11.33	12.67

Fuente: Elaboración propia

Al inicio del experimento hay uniformidad; sin embargo, a partir de los 20 días ya se registran cambios y se altera el número de hormigas presentes en forma negativa (reducción)

En los tratamientos sin aplicación (T0) y con Paraquat (T1) no hay mayor efecto; sin embargo, con la aplicación de Glifosato el número de hormigas disminuye de 18.67 a 5.67 en promedio. Este factor también presenta una particularidad, en la que se ve que después del día 40 y 60, nuevamente se puede apreciar presencia de hormigas en el campo. Lo anterior hace suponer un efecto repelente quizá del Glifosato con respecto a las hormigas.

Igualmente se puede corroborar la tesis de Ramos (2016) donde indica ese efecto sobre reducción poblacional de organismos del suelo.

Con respecto al número de termitas en el campo, luego de la aplicación de tratamientos observamos el comportamiento:

**Tabla 53.** *Número de termitas durante la fase de investigación*

	<b>Tratamiento</b>	<b>Día 0</b>	<b>Día 20</b>	<b>Día 40</b>	<b>Día 60</b>
	T0	3.33	2.67	4.33	4.67
<b>Termitas</b>	T1	3.33	3.00	3.00	4.33
	T2	3.00	2.00	1.67	3.33

Fuente: Elaboración propia

Con los tratamientos sin aplicación (T0) y con Paraquat (T1) no hay mayor efecto en el tiempo; sin embargo, con el Glifosato en el día 20 disminuye el promedio de 3 a 2 termitas por muestra y sigue reduciendo en los siguientes 20 días. Lo más interesante es que a los 60 días de la aplicación, al igual que con las hormigas se aprecia un efecto de recuperación y se incrementa este indicador.

Si bien es cierto, el Glifosato causa algunos efectos negativos en el suelo, hay un poder de recuperación del mismo y también una pérdida de residualidad que va eliminando el efecto del Glifosato aplicado.

Con respecto al número de cochinillas en el campo, se aprecia el mismo efecto que los anteriores:

**Tabla 54.** *Número de cochinillas durante la fase de investigación*

	<b>Tratamiento</b>	<b>Día 0</b>	<b>Día 20</b>	<b>Día 40</b>	<b>Día 60</b>
	T0	4.00	4.33	5.00	5.33
<b>Cochinilla</b>	T1	3.67	4.67	5.33	5.33
	T2	4.00	2.67	1.33	2.67

Fuente: Elaboración propia

Con los tratamientos Sin aplicación (T0) y con Paraquat (T1) no hay mayor efecto en el tiempo; sin embargo, la aplicación de Glifosato si afecta la presencia de cochinillas, las mismas se reducen hasta los 40 días de la aplicación y luego se recuperan.

Hay un trabajo interesante por hacer con respecto al efecto final en el tiempo: Con respecto a otros indicadores como número de arañas y número de gusanos coleópteros que también fueron evaluados, los mismos no han mostrado algún efecto a la aplicación de tratamientos.

**Tabla 55.** *Número de arañas durante la fase de investigación*

	<b>Tratamiento</b>	<b>Día 0</b>	<b>Día 20</b>	<b>Día 40</b>	<b>Día 60</b>
<b>Arañas</b>	T0	1.67	2.00	2.67	4.00
	T1	2.00	2.67	2.33	3.67
	T2	1.67	1.67	2.00	4.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 56.** *Número de gusanos coleópteros durante la fase de investigación*

	<b>Tratamiento</b>	<b>Día 0</b>	<b>Día 20</b>	<b>Día 40</b>	<b>Día 60</b>
<b>Gusanos coleópteros</b>	T0	2.67	2.33	1.67	2.67
	T1	2.00	2.67	2.33	2.33
	T2	2.00	1.67	1.67	2.33

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en las tablas respectivas, no se visualiza mayor efecto de los tratamientos, puesto que los valores hallados no tienen mayor variación y en los ANVAS respectivos no se aprecia significancia estadística. Por tanto, podemos afirmar que no hay mayor efecto del Glifosato sobre la presencia de arañas y gusanos coleópteros del suelo.



## V. CONCLUSIONES

Luego de evaluar los resultados y compararlos con otras investigaciones relacionadas al tema podemos llegar a las siguientes conclusiones.

1. Se identificó la población microbiológica presente en el suelo del campo experimental en la que se identificaron especies como: lombrices, arañas, hormigas, termitas, gusanos coleópteros, cochinillas, ciempiés.
2. El herbicida Glifosato aplicado al suelo afecta negativamente a la población de organismos del mismo y dentro de ellos, las lombrices y las hormigas se han visto más afectadas. Las lombrices, son organismos muy delicados que no tienen un sistema de protección definida y son los más propensos al efecto de la aplicación de productos químicos, sobretodo de herbicidas como el Glifosato.
3. Se evaluó el efecto de los herbicidas en estudio donde el herbicida Paraquat ha demostrado efectos poco significativos sobre los macroorganismos presentes: lombrices, hormigas, termitas, cochinillas. La diferencia entre los efectos de uno u otro herbicida puede estar en el modo de acción, mientras que el Paraquat (que no ejerce mayor efecto) es de contacto, el glifosato está clasificado como herbicida sistémico.
4. Las especies más predominantes halladas en el campo experimental corresponden a lombrices y hormigas, las cuales han sido mayormente afectadas por la aplicación del herbicida glifosato.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Usar otras alternativas al control de malezas que no involucre la aplicación de herbicidas.
2. Difundir los resultados de esta investigación para crear conciencia en los productores sobre los efectos negativos del uso de plaguicidas en general.
3. Evaluar el efecto de los herbicidas sobre las poblaciones de organismos del suelo más allá de los 60 días para contar con información sobre la recuperación de los mismos en el tiempo.
4. Evaluar el efecto de los herbicidas sobre las plantas de café, haciendo análisis respectivo para ver la posibilidad de absorción y translocación en las mismas y en el producto cosechado.
5. Incluir la evaluación de los aspectos físicos y químicos en el suelo: pH, materia orgánica, entre otros; con la aplicación de herbicidas.

## REFERENCIAS

BIOLOGIA del suelo [mensaje de un blog], [fecha de consulta: 20 de abril de 2020]. Recuperado de <https://biologiadelsueloscsudea20132.wordpress.com/propiedades-biologicas-del-suelo/sucesiones-ecologicas/>

Cárdenas (1986). Control de malezas en café. En: Memorias del IV curso sobre tecnología del cultivo y manejo de semilla de café. Quito, Ecuador, 15 a 17 de enero de 1986. pp. 113 -117. (1-64 pp; 65-127 pp; 128-181 pp ).

Fabio y Garavito (1979). Propiedades químicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Colombia.

Gisbert y Calabuig J., (2001). Medicina Legal y Toxicología. Quinta edición. Editorial Masson. Barcelona, España. 925-928 pgs.

Guadalupe (2011). Herbicidas agrícolas: Formulaciones, usos, dosis y aplicaciones. México D.F: Editorial Trillas. 303 p.

Lopez F. y Vargas H. (2017). Aplicación del Modelo Multilineal para el estudio del destino ambiental (suelo/agua) de Glifosato y Paraquat en cultivos de café y maíz en predios de la comunidad lasallista. Disponible en: [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/22406/41122142\\_2017.pdf?sequence=1](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/22406/41122142_2017.pdf?sequence=1)

Martínez F. (2017). Comparación de Glifosato, Paraquat y Glufosinato en el control de maleza cola de caballo (*Conyza canadensis* L.). Disponible en : <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/12966>

MINAGRI (2017). Línea de base del sector café en el Perú. Lima: PNUD. 60 p.

Ordeñana O. (1994). Herbicidas. Agronomía de Cultivos y Control de Malezas, Guayaquil, Graficas Impacto, 50-56 p.

Pitty A. (1995). Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad de los herbicidas. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 63p.

Ramos M. (2016). 6. Efecto del glifosato sobre las propiedades del suelo de una plantación forestal de *Cedrela lilloi* C.DC. – Leoncio Prado, Huánuco. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3483>

Rivera A. (2018). Efecto de la aplicación del Glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (*Coffea arabica*) variedad Catimor en San Ignacio- Cajamarca. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21140>

Rougleux, R. y Girard H. (1964). Microbiología agrícola. España.

Schapoaloff A. (2013). Tesis: Efecto del glifosato en el suelo y plantas nativas – exóticas. Universidad Nacional de Itapúa – Paraguay. 76p.

SUELO, lombrices y glifosato (II) [mensaje de un blog], [fecha de. consulta: 15 de abril de 2020]. Recuperado de <https://laquimeradegupta.tumblr.com/post/178478973460/suelo-lombrices-y-glifosato-ii-efectos-del>

[http://www.buscagro.com/biblioteca/HugoFerlini/suelo\\_III.pdf](http://www.buscagro.com/biblioteca/HugoFerlini/suelo_III.pdf). consultado el 21/04/2019.

## ANEXOS

### Anexo 01. Operacionalización de variables

Operacionalización de variables					
Efecto de dos herbicidas sobre las propiedades biológicas del suelo en el cultivo de cafeto ( <i>Coffea arabica</i> L.), en la provincia de San Ignacio.					
VARIABLES	CONCEPTO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
<b>Propiedades biológicas del suelo</b>	<p>Macrobiología: Está constituida por organismos con tamaño superiores a 2mm y generalmente son los bioindicadores de la calidad biológica del suelo.</p> <p>Se puede ver directamente al ojo humano en otras ocasiones haciendo uso de lupas o microscopio</p>	<p>La microbiología será determinada mediante observación visual y conteo.</p> <p>Además por análisis de laboratorio principalmente de los macroorganismos que ayudan a la disponibilidad de nutrientes de K, P, C, Mg, Ca y otros los cuales son hormigas, termitas, lombrices, cochinilla, arañas entre otros.</p>	Macroorganismos	Lombrices	Unidad
				Arañas	Unidad
				Hormigas	Unidad
				Termitas	Unidad
				Cochinilla	Unidad
				Gusanos coleópteros	Unidad

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 02. Cuadros de evaluaciones

Datos obtenidos de evaluación el 16 de octubre de 2019

### Lombriz

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	16	21	12
<b>T1</b>	19	23	24
<b>T2</b>	14	17	19

### Araña

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	3	1	1
<b>T1</b>	3	2	2
<b>T2</b>	1	2	1

### Hormiga

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	5	2	6
<b>T1</b>	3	3	2
<b>T2</b>	6	4	3

### Gusano Coleoptero

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	3	2	3
<b>T1</b>	2	2	2
<b>T2</b>	1	1	1

### Termita

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	2	1	3
<b>T1</b>	2	1	2
<b>T2</b>	3	2	1

### Cochinilla

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	4	2	5
<b>T1</b>	5	2	3
<b>T2</b>	7	3	6

Datos obtenidos de evaluación el 04 de noviembre de 2019

Lombriz

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	13	18	19
<b>T1</b>	17	18	21
<b>T2</b>	10	8	11

Araña

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	2	3	1
<b>T1</b>	3	3	2
<b>T2</b>	2	1	2

Hormiga

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	6	4	4
<b>T1</b>	4	2	5
<b>T2</b>	4	3	2

Gusano Coleoptero

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	2	2	3
<b>T1</b>	3	3	2
<b>T2</b>	2	2	1

Termita

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	2	2	2
<b>T1</b>	3	2	4
<b>T2</b>	2	2	2

Cochinilla

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	5	3	5
<b>T1</b>	6	5	3
<b>T2</b>	4	3	1

Datos obtenidos de evaluación el 23 de noviembre de 2019

Lombriz

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	14	15	20
<b>T1</b>	16	18	19
<b>T2</b>	8	5	6

Araña

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	3	2	3
<b>T1</b>	2	3	2
<b>T2</b>	3	2	1

Hormiga

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	7	8	6
<b>T1</b>	5	8	5
<b>T2</b>	5	4	3

Gusano Coleoptero

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	2	2	1
<b>T1</b>	3	2	2
<b>T2</b>	1	2	2

Termita

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	5	3	5
<b>T1</b>	3	4	2
<b>T2</b>	2	2	1

Cochinilla

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	6	4	5
<b>T1</b>	6	6	4
<b>T2</b>	2	1	1



Datos obtenidos de evaluación el 12 de diciembre de 2019

Lombriz

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	15	16	21
<b>T1</b>	16	15	20
<b>T2</b>	12	9	11

Araña

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	4	3	5
<b>T1</b>	5	3	3
<b>T2</b>	3	5	4

Hormiga

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	7	8	6
<b>T1</b>	5	8	5
<b>T2</b>	5	4	3

Gusano Coleoptero

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	2	2	1
<b>T1</b>	3	2	2
<b>T2</b>	1	2	2

Termita

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	5	3	5
<b>T1</b>	3	4	2
<b>T2</b>	2	2	1

Cochinilla

<b>Tratamiento</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>
<b>T0</b>	6	4	5
<b>T1</b>	6	6	4
<b>T2</b>	2	1	1

**Anexo 03.** Hoja de conteo de microorganismos del suelo

**Hoja de conteo de macroorganismos del suelo**

Lugar: Caserío Alfonso Ugarte  
Bloque: ..... Tratamiento: .....  
Fecha: ...../...../2019

Bicho	0 – 25 cm
<b>Enquitraeidos</b>	
<b>Araña</b>	
<b>Hormiga</b>	
<b>Larva de díptero</b>	
<b>Gusano coleóptera</b>	
<b>Gusano lepidóptera</b>	
<b>Gusano díptera</b>	
<b>Lombriz</b>	
<b>Ciempiés</b>	
<b>Termita</b>	
<b>Cochinilla</b>	
<b>Otros</b>	

Evaluadores:

\_\_\_\_\_  
Alfredo García Velasco

\_\_\_\_\_  
Eldon Noel Cruz Alberca

#### Anexo 04. Registro fotográfico del desarrollo de la tesis



Demarcación del campo experimental



Identificación de unidades experimentales



Extracción de muestras para evaluación





Embalaje de muestras



Conteo inicial de macroorganismos



Identificación de macroorganismos



Preparación de los tratamientos



Aplicación de los tratamientos



Conteo de macroorganismos después de la aplicación de los tratamientos



Lombrices deformadas en tratamiento con Glifosato



Macroorganismos hallados en el conteo

