



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Efecto de la aplicación del Glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio- Cajamarca, 2017-2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Lesly Tathiana Rivera Alarcón

ASESOR:

Dr. José Eloy Cuellar Bautista

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) *Rivera Alarcón, Lesly Tathiana*; cuyo título es: "*Efecto de la aplicación del Glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (Coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca 2017-2018*"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (número) dieciséis letras).

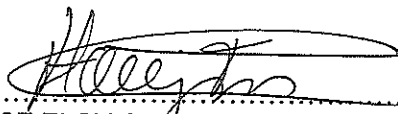
Lima Este (o Filial) 19 de julio del 2018.



.....  
EDUARDO RONALD ESPINOZA FARFAN  
PRESIDENTE



.....  
RITA JAQUELINE CABELLO TORRES  
SECRETARIO

X   
.....  
JOSÉ ELOY CUÉLLAR BAUTISTA  
VOCAL

|         |                            |        |   |        |           |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|

### **Dedicatoria**

Dedicada con mucho cariño a mis padres, Gladys Alarcón y Roy Rivera, por todo el soporte emocional y en el desarrollo de la tesis, sin ellos nada hubiera sido posible, gracias.

Agradezco infinitamente a Dios por permitirme cumplir una de mis mayores metas y haber contado con el apoyo de muchas personas en este largo camino.

Al Dr. José Eloy Cuellar, el apoyo y la confianza fue vital para el desarrollo del tema, sin la orientación adecuada, no se hubiera podido cumplir la meta.

Al Sr. Bresly Hijahuanca Neyra por prestarme su parcela de café, para el desarrollo del proyecto, y apoyarme con la mano de obra e información necesaria.

Al Ing. Antonio Delgado Arenas por sus conocimientos brindados en cuanto a la metodología, dio las especificaciones necesarias para abordar correctamente el tema.

A la Universidad Cesar Vallejo que inculcó la teoría necesaria para el avance de este tema.

A toda la plana docente que me acompañó a lo largo de estos 4 años, cada uno de ellos fue vital para el desarrollo de este proyecto final.

A mis compañeros de oficina que, con sus buenos deseos y comentarios, aportaron al buen desarrollo emocional que es necesario para el avance de la tesis.

A mis amigos y familiares por el apoyo moral y la constancia.

### **Declaratoria de autenticidad**

Yo, Lesly Tathiana Rivera Alarcón con DNI N° 73196985, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo 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 de la Universidad César Vallejo.

Lima, 19 de Julio de 2018



---

Lesly Tathiana Rivera Alarcón  
DNI: 73196985



## Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Efecto de la aplicación del glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio- Cajamarca, 2017-2018”, cuyo objetivo fue evaluar la influencia de la aplicación de glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en el caserío de Barrio Nuevo del distrito y provincia de San Ignacio, región Cajamarca, 2017-2018, que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica la teoría relacionada con las variables y dimensiones del tema como también se especifica las hipótesis y objetivos de la investigación, así como la problemática en general; en el segundo capítulo, se muestra cómo se desarrolló el trabajo de investigación en campo, los métodos, procedimientos y técnicas, como también la matriz de operacionalización, en el tercer capítulo, se detalla los resultados del análisis físico-químico y biológico del suelo en las diferentes etapas de la investigación, en el cuarto capítulo analizamos los resultados obtenidos y los comparamos con la literatura consultada, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones en coherencia con los objetivos planteados, y finalmente las recomendaciones para futuras investigaciones.



---

Lesly Tathiana Rivera Alarcón  
DNI: 73196985

## Índice general

|      |  |    |
|------|--|----|
| I.   | INTRODUCCIÓN .....   | 3  |
|      | 1.1 Realidad problemática .....  | 1  |
|      | 1.2 Trabajos previos .....   | 3  |
|      | 1.3 Teorías relacionadas al tema.....  | 8  |
|      | 1.3.1 Tema asociado a la variable o dimensión .....                                  | 8  |
|      | 1.3.2 Tema asociado a las dimensiones .....  | 9  |
|      | 1.4 Formulación del problema .....   | 11 |
|      | 1.5 Justificación del estudio .....  | 12 |
|      | 1.6 Hipótesis .....  | 14 |
|      | 1.7 Objetivos.....   | 15 |
| II.  | MÉTODO.....  | 16 |
|      | 2.1 Diseño de la investigación .....   | 17 |
|      | 2.2 Variables, operacionalización .....  | 17 |
|      | 2.2.1 Variables.....   | 17 |
|      | 2.2.2 Operacionalización de las variables .....                                      | 17 |
|      | 2.2.3 <i>Matriz de Operacionalización de las variables</i> .....                     | 18 |
|      | 2.3 Población y muestra .....  | 19 |
|      | Fuente: Elaboración propia del autor.....  | 20 |
|      | 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y<br>confiabilidad..... | 20 |
|      | 2.5 Métodos de análisis de datos .....   | 22 |
|      | 2.6 Aspectos éticos.....   | 23 |
| III. | RESULTADOS.....  | 24 |
|      | 3.1 Resultados de parámetros fisicoquímicos .....                                    | 25 |
|      | 3.2 Resultados de parámetros biológicos.....   | 25 |
| IV.  | CONCLUSIONES .....   |    |
| V.   | RECOMENDACIONES.....   |    |
| IV.  | REFERENCIAS .....  | 39 |
|      | ANEXOS .....   | 43 |



## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Matriz de operacionalización de las variables de la investigación ..... | 18 |
| Tabla 2 Resumen de muestras .....   |    |
| Tabla 4 Cuadro de reconocimiento de malezas.....                                |    |

## Índice de figuras

- Figura 1. Autorización del representante legal de la entidad para realizar la investigación en dicha entidad ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 2. Autorización del representante legal de la entidad para usar el nombre de la entidad en la publicación de la investigación ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3. Distribución de parcelas.....
- Figura 4.

## Índice de anexos

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Anexo 1: Matriz de consistencia .....             | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Anexo 2: Autorizaciones.....                      | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Anexo 3: Instrumento de recolección de datos..... | 44                                   |
| Anexo 4: Título del anexo 4 .....                 | 45                                   |

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de conocer si el herbicida Round Up, que contiene el componente glifosato afecta directamente a la microfauna del suelo, esto es de gran importancia ya que el café es uno de los cultivos más importantes de nuestro país, esto debido a que genera grandes divisas. La literatura nos indicaba que se han hecho estudios al respecto, sin embargo no se encontraron estudios en cultivos de café ni estudios de otros cultivos en el Perú, la literatura internacional indicaba que el glifosato afecta a la calidad de cultivos como la soja, es por ello que se trató de abarcar de qué manera podía influir el componente Glifosato en el desarrollo de la planta, y sobre todo si perjudica la calidad de la misma ya que actualmente los pobladores de San Ignacio cuentan con la certificación de cultivo orgánico.

Para ello se estudió a 04 parámetros en específico, los microorganismos que interactúan para que sea posible la degradación de los nutrientes que la planta de café necesita, tales como pseudomonas, actinomicetos y bacterias de nitrógeno libre, por otro lado, también se quería conocer la actividad microbiana de las mismas. La metodología usada fue en bloques completamente al azar, se separaron en parcelas de 12 plantas cada una, a la cual se les aplicó 03 dosis de diferentes concentraciones del herbicida, 1l, 1.5l y 2l y la parcela control o blanco, que es la que no recibió ningún tratamiento, luego se tomó las muestras representativas por cada tratamiento aplicado y en un intervalo de 01 mes, es decir se obtuvo 08 muestras de suelo, las cuales fueron llevadas al laboratorio para su evaluación, los resultados mostraron que se encontraron bajas cantidades de actinomicetos, pseudomonas y bacterias fijadoras de nitrógeno libre, lo cual nos indica que el glifosato no afecta directamente a la cantidad de los microorganismos, sin embargo el parámetro actividad microbiana que muestra las funciones básicas de las bacterias, tales como respiración microbiana, transformación de la materia orgánica, mostró gran variabilidad respecto a la muestra inicial y la muestra que contenía 2l del herbicida, por lo cual se concluye que el glifosato no afecta directamente a la cantidad de microorganismos, sin embargo está afectando indirectamente a sus principales funciones, crea un efecto que no permite que estas desarrollen funciones que son de gran importancia para la calidad y salud del suelo.

Palabras clave: **Actinomicetos, pseudomonas, actividad microbiana, glifosato**

## ABSTRACT

The present investigation was realized by the purpose of knowing if the herbicidal Round Up, which contains the component glyphosate concerns directly the microfauna of the soil, this performs great importance since the coffee is one of the most important cultures of our country, this due to the fact that it generates big currencies. The literature was indicating us that studies have been done in the matter, nevertheless they found studies neither in cultures of coffee nor studies of other cultures in Peru, the international literature was indicating that the glifosato concerns the quality of cultures as the soybean, it is for it that it tried of including of what way it could influence the component glyphosate in the development of the plant, and especially if it harms the quality of the same one since nowadays the settlers of San Ignacio possess the certification of organic culture.

For it was studied to 04 parameters in specific, the microorganisms that interact in order that there is possible the degradation of the nutrients that the plant of coffee needs, such as pseudomonas, actinomicets and bacteria of free nitrogen, on the other hand, also the microbial activity of the same ones wanted to be known. The secondhand methodology was in blocks completely at random, they separated in plots of 12 plants each one, to whom there were applied 03 doses of different concentrations of the herbicide, 1l, 1.5l and 2l and the plot control or white, which is the one that did not receive any treatment, then one took the representative samples as every applied treatment and in an interval of 01 month, that is to say there were obtained 08 samples of soil, which were taken to the laboratory for his evaluation, the results showed that they found low quantities of actinomicetos, pseudomonas and fixing bacteria of free nitrogen, which indicates us that the glyphosate does not concern directly the quantity of the microorganisms, nevertheless the parameter microbial activity that shows the basic functions of the bacteria, such

as microbial breathing, transformation of the organic matter, it showed great variability with regard to the initial sample and the sample that it was containing 2l of the herbicide, for which one concludes that the glyphosate does not concern directly the quantity of microorganisms, nevertheless it is concerning indirectly his principal functions, believe an effect that does not allow that these should develop functions that perform great importance for the quality and health of the soil.

Keywords: **Actinomicets, Pseudomonas, Microbial activity, Glyphosate**

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad problemática

En el Perú, el café es uno de los principales cultivos, ya que es de gran importancia e impacto en las economías regionales del país, tal como lo menciona el INIA (2016) “El Café, nuestro producto bandera de agro-exportación, además de tener importancia agrícola, tiene también importancia económica, social, ambiental, industrial y laboral.”

QUINTANA, L. (2017) menciona que: “Además de reportar al Perú ingresos por 756 millones de dólares al año, la economía interna del café mueve más de mil 500 millones de soles (463 millones de dólares), según un estimado especializado.”

“En el año 1994 habían 202 000 Has y el 2016 contamos con 415 000 has de café, el valor de las exportaciones hasta el 2016 es de 737 millones de dólares.” (JNC, 2016).

La caficultura, es la principal actividad agrícola lícita que genera importantes divisas para el estado, considerado el primer producto agrícola de exportación. La producción de café aporta el 7 y 8% del PBI agrario nacional y el 25 al 30% de las exportaciones agrícolas, considerado el primer exportador de café orgánico en el mundo, exclusivamente café arábico (*Coffea arabica*), ubicando a Brasil como el primer productor (30%) y a Perú entre 7º y 9º lugar.

Según el MINAGRI, “Las principales regiones productoras de café son San Martín (30% del total producido) seguida de Cajamarca (17.3%) y Junín (16.7%).” (2017).

Obteniéndose los mayores rendimientos en los valles de la selva del país en departamentos como: Cajamarca, Junín y San Martín; donde el café se posesiona como el cultivo alternativo más importante frente a la coca, constituyéndose en su mayoría como el principal sustento económico de las familias, debido a que el proceso de elaboración del café se desarrolla en condiciones agroecológicas ideales.

Según la JNC (2017), “Cajamarca, una de las principales regiones cafetaleras, donde se ha producido un fuerte proceso de atomización de la

tierra. Del total de Unidades Agrarias dedicadas al café en el Perú, este departamento tiene la mayor cantidad: 58,379 UA (26.09%), una cifra que dobla los datos de 1994, cuando en Cajamarca existían 26,168 UA dedicadas a este cultivo.”

El Cafeto también es de mucha importancia en el aspecto medio ambiental por manejarse en sistema agroforestal bajo un paquete tecnológico que apunta a mejorar rendimientos, elevar la calidad y cuidado del medio ambiente.

En las últimas décadas, el uso indiscriminado del herbicida Glifosato, con el nombre comercial “Round Up”, está poniendo en riesgo la calidad del producto que se exporta a nivel internacional, ya que la aplicación de elevadas dosis de Glifosato puede significar la disminución de microorganismos que habitan en el suelo, cuyo único fin es la degradación de la materia orgánica, que es la principal fuente de nutrientes para la planta. Por otro lado, se está poniéndose el riesgo la certificación orgánica con la que cuentan las organizaciones cafetaleras del Perú.



## 1.2 Trabajos previos

BOZO, M (2010). Persistencia del glifosato y efecto de sucesivas aplicaciones en el cultivo de soja en agricultura continua en siembra directa sobre parámetros biológicos en el suelo. El objetivo general del estudio es evaluar los efectos de varias aplicaciones de glifosato en algunas variables microbiológicas del suelo con cultivos de soja, así como la vida media del glifosato en el suelo. Se trabajó en ensayos de soja dentro de un sistema de agricultura continua en siembra directa. Las unidades experimentales incluyeron 10 parcelas de 4m x 1.5m, correspondientes a 2 tratamientos y 5 repeticiones, los tratamientos fueron: en ausencia de 2 aplicaciones post-siembra y de una aplicación pre-siembra (control) y con 3 aplicaciones sucesivas: una pre-siembra, y 2 post siembra, de glifosato Ultramax. Tanto la parcela control como las tratadas presentaron entre 3 y 4 aplicaciones anuales de glifosato durante 13 años. El diseño metodológico aplicado, corresponde a experimental al azar, que incluían 10 parcelas con 2 tratamientos y 5 repeticiones. Los resultados obtenidos en cuanto a la respiración microbiana (parámetro biológico), no se detectaron diferencias significativas, en cuanto a la respiración microbiana acumulada, es posible deducir que la mineralización de C tuvo un patrón similar a lo largo del experimento. En cuanto a la vida media del glifosato en el suelo, fueron de 7 y 10 días respectivamente, esto significaría que el glifosato y el AMPA presentan una rápida degradación microbiana en ese tipo de suelo. En conclusión, las sucesivas aplicaciones de glifosato en el cultivo de soja resultaron en cambios pequeños y temporales en las variables microbiológicas evaluadas por el carbono de la biomasa microbiana, las variaciones obtenidas estuvieron más que nada relacionadas a los cambios estacionales (humedad, temperatura, etc.), qué al efecto del herbicida, sin embargo, se recomienda respetar la dosis necesaria, limitando su aplicación para no afectar la microbiota del suelo. Lo más importante de esta tesis, es el diseño metodológico que se usó, así como también las dosis de aplicación del herbicida mencionado, aunque también los conceptos de algunas variables mencionadas.

2.- ARREGUI, M; GRENON, D; SANCHEZ, D, et al. (2013) Evaluación del riesgo de impacto ambiental de plaguicidas en cultivos anuales del centro de Santa Fe. El objetivo de este trabajo, fue determinar el impacto ambiental que tienen los plaguicidas sobre el suelo y el agua en lotes de agricultura del centro de Santa Fe con tres indicadores: GUS, Ipest e Índice relativo de Plaguicidas. El diseño de investigación fue experimental-descriptivo, con uso de indicadores previamente descritos. Para el desarrollo del trabajo de investigación, se obtuvieron los registros de pulverizaciones realizadas en cultivos anuales (soja, trigo y maíz) en 25 establecimientos del Departamento Las Colonias desde 2007 hasta 2011. Se contaba con el nombre del ingrediente activo aplicado, la fecha del tratamiento y el cultivo (o barbecho). Se agregaron a estos registros los datos necesarios de los suelos para cada sitio, así como las propiedades físico-químicas de los plaguicidas empleados y los detalles necesarios de las aplicaciones para los cálculos de los indicadores. Se realizaron análisis de frecuencias para vincular los índices de riesgo a los plaguicidas de mayor empleo en los diferentes cultivos. Los resultados muestran que el trigo y la soja son los cultivos de menor riesgo de impacto ambiental por plaguicidas con los indicadores empleados, el glifosato es el ingrediente activo más empleado en los cultivos considerados. Se adsorbe fuertemente al suelo, posee baja vida media (30 días) y tiene poco potencial de lixiviar a aguas subterráneas. En conclusión, el maíz es el cultivo con mayor riesgo de impacto ambiental. Por lo tanto, el reemplazo de atrazina debería considerarse para evitar los riesgos de contaminación. En trigo y soja, los ingredientes activos empleados tienen bajo impacto. El empleo de indicadores podría contribuir a seleccionar los ingredientes activos que muestren el mejor comportamiento ambiental y de esa forma, realizar una planificación más sustentable de los cultivos. De este trabajo de investigación, obtenemos información acerca del impacto de glifosato en el suelo, así como también, información relevante acerca del herbicida.

3.- BÓRTOLI, P; VERDENELLI, R; CONFORTO, C; et al. (2011). Efectos del herbicida glifosato sobre la estructura y el funcionamiento de comunidades microbianas de dos suelos de plantaciones de olivo. El objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto a corto plazo de la aplicación de glifosato sobre parámetros microbiológicos generales y la estructura de las comunidades microbianas de suelos cultivados con olivo (*Olea europaea* L.). Se realizó un experimento de incubación de dos tipos de suelo bajo condiciones controladas, que se sometió a un control y a tres dosis de herbicida. El suelo fue recolectado en dos plantaciones de olivo. Aproximadamente 500 g de suelo fue fraccionado en bandejas plásticas (20 cm ancho x 25 cm largo x 7 cm de profundidad) y luego almacenado durante 7 días en cámara de cultivo para que se equilibrara. La aplicación de glifosato consistió en una única aplicación de una formulación comercial de glifosato (Roundup UltraMax, Monsanto Co, St. Louis, MO) de 20, 200 y 2000 mg de ingrediente activo por kg de suelo, y un control sin agregado de herbicida. Evaluamos parámetros del suelo en cuatro momentos: 1, 10, 30 y 55 días posteriores a la aplicación del herbicida. Se utilizaron tres repeticiones por tratamiento. El análisis de actividad microbiana total se realizó por espectrofotometría. La estimación de las poblaciones de hongos y bacterias cultivables se realizó mediante la técnica de dilución en placa, sembrado en TSA y PDA. En ambos tipos de suelo se registró una caída importante de la actividad microbiana a medida que se desarrolló la incubación de los suelos. Tanto en FIN como en CAS, los menores valores de actividad siempre fueron observados hacia el día 55 de incubación. La biomasa microbiana no mostró diferencias entre los tratamientos para ninguno de los tiempos/suelos estudiados. En conclusión, los resultados del presente estudio mostraron que la aplicación de concentraciones altas de glifosato puede alterar la actividad y estructura de las comunidades microbianas del suelo, aunque dicho efecto fue menos consistente en las concentraciones más bajas. El impacto del glifosato fue mucho más evidente en suelos sin historia de aplicación de herbicidas. El glifosato también mostró un marcado efecto sobre las bacterias Gram negativas, y poco o ningún efecto sobre los

hongos totales. Del siguiente trabajo de investigación podemos rescatar las metodologías que se utilizaron para el cálculo de los microorganismos.

4.- PURICELLI, E. y TUESCA, D. (2005). Efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato. El objetivo del estudio fue analizar el efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos entre cultivos resistentes a glifosato con aplicación de este herbicida como único método de control. Se realizaron 3 experimentos por separado. Cada experimento estuvo constituido por una secuencia de cultivos con un diseño en bloques completamente aleatorizados, con 2 tratamientos (sistemas de labranza) y cuatro repeticiones. El primer experimento incluyó una rotación basada en el doble cultivo de trigo y soja en el mismo año. El segundo experimento consistió en un monocultivo de soja como único cultivo anual con un barbecho entre cultivos. El tercer experimento consistió en un cultivo anual de soja o de maíz con un barbecho intermedio (rotación soja-maíz). En cada rotación, los dos tratamientos de labranza estaban establecidos en el sitio, realizándose un manejo de control de malezas con herbicidas tradicionales, utilizando el glifosato solamente previo a la siembra de los cultivos de verano. Los resultados muestran que, debido al número total de especies observadas fue 14 en el cultivo de trigo de la rotación trigo-soja, 11 en el barbecho del monocultivo de soja y 17 en el barbecho de la rotación soja-maíz. En todas las secuencias las comunidades de malezas mostraron una baja densidad de gramíneas anuales y perennes. Los niveles promedio de residuo durante los 5 años del experimento al momento de la siembra del cultivo de verano en SD fueron 3420 kg ha<sup>-1</sup> en la rotación trigo-soja, 1586 kg ha<sup>-1</sup> en el monocultivo de soja, y 3278 kg ha<sup>-1</sup> en la rotación soja-maíz. En conclusión, la labranza produjo cambios en la comunidad de malezas ya que en trigo se observó mayor densidad total en labranza convencional mientras que la diversidad no varió entre sistemas de labranza. En los barbechos de ambas rotaciones, la densidad total fue mayor en SD y la diversidad fue menor en este sistema de labranza como consecuencia de

la dominancia de *P. debilis*. Por otro lado, si bien en ambos sistemas de labranza el único método de control estudiado fue la aplicación continua y exclusiva de glifosato, los cambios en la comunidad de malezas incluyendo el aumento de *P. debilis* y la reducción de la densidad de las especies inicialmente presentes también pueden explicarse por la forma de uso de este herbicida. De este trabajo de investigación, podemos rescatar la técnica de fertilización que se usó, así como también la aplicación del glifosato.

5.- CONDE, P. (2011). Efecto de glifosato sobre comunidades microbianas benéficas y patógenas del suelo en Uruguay. El objetivo general es contribuir al conocimiento del efecto de la intensificación agrícola sobre los microorganismos del suelo; específicamente busca cuantificar el impacto del glifosato sobre algunas comunidades microbianas patógenas y benéficas del suelo y rastrojo. El diseño experimental fue de parcelas completamente al azar con arreglo factorial de los tratamientos (3 por 5 dosis) con 3 repeticiones simultaneas Se realizaron ensayos in vitro para evaluar el efecto de dosis crecientes del glifosato sobre el crecimiento microbiano y de especies patógenas, también se realizaron ensayos maceteros en invernáculo para evaluar el efecto de dosis crecientes de glifosato sobre la densidad de poblaciones microbianas. En los resultados de cultivos patógenos encontramos que el ADC resultó un buen indicador del crecimiento microbiano, permitiendo diferenciar el efecto de las diferentes dosis de glifosato. En ningún caso la presencia de glifosato estimulo el crecimiento. En cultivos benéficos encontramos algo similar, ya que hubo efecto diferencial del glifosato, las dosis y su interacción en el valor de ADC. También se observó que las dosis crecientes de glifosato no afectaron significativamente el número de UFC de *Pseudomonas fluorescens*, en cambio dosis crecientes de glifosato resultaron en una reducción significativa del número de UFC de la misma especie mencionada. En conclusión, este trabajo nos permite establecer una relación entre el glifosato y dos de los factores primarios que determinan la sanidad de la planta; que son la estimulación de microorganismos antagónicos, en la mayoría de casos la dosis creciente

redujo el crecimiento microbiano. La siguiente tesis, nos ayuda con la orientación en cuanto a la influencia del glifosato en la actividad microbiana, separando así, la cantidad y el constante crecimiento de estos.

### 1.3 Teorías relacionadas al tema

#### 1.3.1 Tema asociado a la variable o dimensión

##### **Glifosato**

GUADALUPE (2011) nos menciona que “Se puede definir al herbicida como un producto químico fitotóxico, utilizado para destruir plantas indeseables (maleza), inhibir o alterar su crecimiento e interferir y malograr la germinación de sus semillas. Su formulación es el proceso que sufre el ingrediente activo, cuya finalidad es poner a disposición del usuario un producto que resulte fácil y uniformemente aplicable.” (pp. 19)

RAMIREZ, J. (2003) nos menciona que “El Glifosato es un herbicida post emergente, no selectivo de amplio espectro, útil para eliminar malezas indeseables que tienden a prosperar. Actúa inhibiendo una enzima (piruvil shikimato - fosfosintetaza) que impide que las plantas elaboren tres aminoácidos que son esenciales para su crecimiento y supervivencia” (pp.15)

Al respecto GUADALUPE (2011) agrega que “Nombre químico N – (fosfonometil) glicina, lleva como nombre comercial, Round Up, aunque en otros países también lo conocen como Caire, Coloso Extra, Helfosat, Jalón, ect. Su modo de acción consiste en que es absorbido y traslocado al interior de la planta hasta el sistema radicular, rizomas y estolones. Actúa inhibiendo la síntesis del ácido shiquímico, previniendo futuras síntesis de algunos aminoácidos esenciales. Los síntomas visibles son una coloración amarillenta y posterior marchitamiento de la planta, el cual se observa en los siguientes 3 a 7 días de la aplicación, el colapso total de la estructura ocurre a los 30 días.” (pp. 136)

## **Microfauna del suelo**

COYNE (2000) se refiere de la siguiente manera “En el suelo existe una amplia representación de la microfauna que vive de los detritos de todo tipo que se depositan en la tierra, y en particular, de la parte más elaborada de este, detritos que se denomina humus.” (pp.52)

ARIAS (2007) nos dice que “Componen la microfauna animales pequeños que solo pueden ser vistos con el microscopio, como son los protozoarios, bacterias, nematodos, y otros... En el estudio de población animal, los caracteres que interesa poner de manifiesto son: cantidad y tipo de especies existentes, su frecuencia, estructura demográfica de las poblaciones y estructura espacial de las mismas”. (pp.135)

## **Los herbicidas y la microfauna del suelo**

BOZZO, M. (2010) Nos dice que “El uso de pesticidas se viene cuestionando cada vez más al pasar de los años, en lo que se refiere a la potencial acumulación de residuos en el suelo debido a varias aplicaciones en el cultivo y los efectos negativos sobre los microorganismos del suelo, afectando principalmente la fertilidad del suelo en el largo plazo. La microfauna del suelo, es de vital importancia en los procesos biogeoquímicos del mismo, a pesar de estar representando solo un 1% de su volumen”. (pp. 6-7)

ALEF, K. (1999) Agrega que “La microbiota del suelo es responsable del control y ejecución de funciones vitales como la descomposición de materia orgánica, producción de humus, reciclaje de nutrientes, fijación de nitrógeno atmosférico, control biológico de plagas y enfermedades.” Además, “La preservación de la capacidad metabólica de la microfauna de considera un requerimiento fundamental para el mantenimiento de la calidad del suelo” (pp. 232).

### **1.3.2 Tema asociado a las dimensiones**

#### Persistencia del glifosato en el suelo

“Cuando mayor sean los residuos de un herbicida, mayor será el periodo de control sobre las malezas [...] pero a la vez estos residuos, si subsisten durante largo tiempo, pueden resultar fitotóxicos. La persistencia de un herbicida puede tener otros efectos no deseables, tales como la posible presencia de esos residuos por absorción de las plantas o de la microfauna del suelo. La persistencia del herbicida suele expresarse en la cantidad de días que transcurren desde la aplicación del producto hasta que alcanza la mitad de su concentración inicial y a este valor se le llama vida media del herbicida o persistencia. A la vez está íntimamente relacionada con otros factores como, adsorción, descomposición química y lixiviación, volatilidad, toxicología y fotodescomposición.” (MARSICO, 1980, pp. 68)

### Dosis

“La dosificación de un herbicida es la cantidad que se distribuye por hectárea, independientemente del agua que se agregue para facilitar la dispersión (ia/ha).” (GUADALUPE, 2011, pp. 27).

### Bacterias

PARISI (1979) “Las bacterias constituyen una fracción de suma importancia para la vida del suelo, tanto por su número o como por las múltiples funciones que cumplen en el contexto de las redes tróficas edáficas. La relación de las bacterias con el resto de la población biológica es muy compleja. La población bacteriana del suelo está controlada, pues no solo por la presencia de los sustratos alimentarios específicos de los diversos grupos, sino también por la depredación. Las bacterias tienen, generalmente dimensiones similares en volumen celular. Parecería lógico que el primer enfoque del estudio de la población bacteriana fuera el taxonómico, sin embargo, las grandes dificultades que se oponen a la identificación de las distintas especies bacterianas hacen que este sea más bien el objetivo final.” (pp. 70).

El autor agrega que: “En el estudio de las bacterias del suelo se puede proceder con arreglo a las siguientes fases: determinación de la cantidad de individuos presentes, evidencia de determinadas actividades



bioquímicas e identificación de la especie de interés especial en el ámbito de la investigación.” (81 p.).

### Actividad Microbiológica

La actividad metabólica de los microorganismos es la responsable de procesos tan importantes como los de mineralización y humificación de la materia orgánica, los cuales, incidirán a su vez sobre otra serie de procesos donde intervienen algunos elementos fundamentales, así como todas las transformaciones en las que interviene la propia biomasa microbiana del suelo. (ACUÑA,2009, 225p.)

## **1.4 Formulación del problema**

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó los siguientes problemas de investigación:

### **1.4.1 Problema general**

¿En qué medida la aplicación de glifosato afecta a la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca, 2017-2018?

### **1.4.2 Problemas específicos**

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿Cómo influye las diferentes dosis de glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca, 2017-2018?
- ¿Cómo influye la persistencia del glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca, 2017-2018?

## **1.5 Justificación del estudio**

El tema es abordado debido a la preocupación de los productores de café de la provincia de San Ignacio y de algunas regiones cafetaleras del Perú, ya que estos hacen uso del herbicida glifosato, para el control de las malezas, esto se debe a la escasez y limitada disponibilidad de mano de obra, aunque también influye el tema económico, ya que su precio es mucho más económico, sin embargo, desconocen que ponen en riesgo su salud, así como también la del suelo donde se cultiva el café, últimos estudios (OMS) afirman que el Glifosato es potencialmente cancerígeno, así como también perjudicial para el suelo, sobre todo a los microorganismos que habitan en él, bacterias, protozoos, nemátodos, entre otros, estos ayudan a la descomposición de la materia orgánica, elemento de gran importancia para el suelo, y sobre todo para proveer de nutrientes a la planta de café. Es importante que el agricultor tenga conocimiento de los efectos que puede producir las dosis altas de este herbicida, ya que el café de esta zona cuenta con la certificación de café orgánico para los mercados internacionales de EE. UU, la Unión Europea y Asia, y si este herbicida se sigue aplicando, dicha certificación podría perderse, ya que la calidad del suelo, influye mucho en la calidad y productividad del café. (LA RED 21)

### **1.5.1 Justificación teórica**

Los microorganismos que habitan en el suelo son vitales para el desarrollo de la planta, pues estos proveen de los principales nutrientes que estos necesitan para su crecimiento y desarrollo, todo ello se ve reflejado en la productividad de la planta en la fase de la cosecha, es decir, que son vitales para este estudio.

La importancia de los microorganismos en ambientes naturales proviene de su cantidad, diversidad y, sobre todo, de su gran diversidad de actividades que, en la mayoría de los casos, repercuten en los seres superiores con los cuales comparte un determinado hábitat. Concretamente en el suelo, los microorganismos desarrollan una amplia gama de acciones que inciden en el desarrollo y nutrición vegetal. Cuando se introducen plantas en el sistema, la situación de los microbios cambia drásticamente, ya que las plantas son las principales suministradoras de sustratos energéticos al suelo, de los que los

microorganismos se aprovechan cuando se encuentran en la zona próxima a la raíz y proliferan en ella (BAREA Y OLIVARES, 2008, 185p).

### **1.5.2 Justificación metodológica**

La revisión de trabajos previos permitió que se hiciera más sencillo en cuanto a la metodología a seguir, tanto como la que se aborda en lo teórico, así como también en la metodología aplicada en campo, pues es común realizar muestreo por bloques en lo que se refiere a un estudio de agricultura.

### **1.5.3 Justificación tecnológica**

La revisión de trabajos previos, nos brinda información del uso del herbicida glifosato para el control de las malezas en los diversos cultivos, pero con las dosis adecuadas y su aplicación en forma oportuna, de acuerdo a la fisiología de las malezas.

Hay también otras opciones en el control de las malezas, como el método cultural, el cual es el uso del machete y la lampa, que es de uso manual por el productor cafetalero, también hay otra opción tecnológica, que es el uso de las motoguadañas o chaleadora mecánica para el control de las malezas.

Para la reducción y proliferación de las malezas de los cafetales, es el uso de la sombra permanente como las leguminosas pacaes, guaba, eritrina, albisia y otros y como sombra temporal el cultivo de plátanos, frijol palo (*cajanus cajan*) y otros, pero distribuidos adecuadamente, de acuerdo a la altitud, también se puede asociar a la cobertura de leguminosas como el *Centrocema Macrocarpum*, y las coberturas nobles del suelo.

#### **1.5.4 Justificación económica**

La utilización de un solo método de control de arvenses siempre tiene dificultades debido a la especialización de las poblaciones de malezas y/o arvenses frente al mismo método (manual, mecánico, químico o biológico), por ejemplo, la aparición de arvenses resistentes a herbicidas. De este modo, la integración de diferentes métodos de control nos asegura la implementación del MIA (Manejo Integrado de Arvenses) si esto va acompañado de la filosofía de no desnudar el suelo. El solo hecho de utilizar diferentes, por ejemplo, como el uso de la guadañadora y el control manual con lampa o machete nos asegura que se haga el MIA.

La estrategia para favorecer la práctica del MIA, consiste en mantener al suelo con coberturas para asegurar al igual que el agua, sin que afecte la productividad y los costos de producción, lo cual se logra al disminuir la proporción de las poblaciones de arvenses agresivas y favorece el fácil manejo medio y bajo en el cultivo de coberturas nobles

### **1.6 Hipótesis**

#### **1.6.1 Hipótesis general**

**HG:** La aplicación de glifosato influye significativamente en la microfauna del suelo de cultivo de café (*coffea arabica*) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca, 2017-2018.

“En Colombia, en condiciones de campo se evaluó el efecto de la aplicación de agroquímicos sobre los microorganismos presentes en un cultivo de arroz seco. Las bacterias presentaron comportamientos variables dependiendo del agroquímico y los fijadores de nitrógeno fueron estimulados por los tratamientos. Estos resultados indican que los agroquímicos utilizados en el estudio pueden impactar de diferente manera los microorganismos que se encargan de la descomposición de la materia orgánica, entre ellos se utilizó el Glifosato para el control de malezas” (CHAVEZ BEDOYA, 2013, p.3).

#### **1.6.2 Hipótesis específicas**

**HE1:** La aplicación de diferentes dosis de glifosato influye significativamente en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca, 2017-2018.

**HE2:** La persistencia del glifosato influye significativamente en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca, 2017-2018

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

El objetivo general fue evaluar la influencia de la aplicación de glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca, 2017-2018.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

**OE1:** Determinar la influencia de la aplicación de diferentes dosis de glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca, 2017-2018.

**OE2:** Determinar la persistencia del glifosato y su influencia en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca, 2017-2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Diseño de la investigación**

El presente estudio presenta un diseño experimental, ya que, como señala SAMPIERI (2014) se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula.

Además, agrega que “El propósito de un diseño experimental es proporcionar métodos que permitan obtener la mayor cantidad de información válida acerca de una investigación, teniendo en cuenta el factor costo y el uso adecuado del material disponible mediante métodos que permitan disminuir el error experimental” (136 pp.)

El tipo de investigación aplicado, pertenece a experimental puro, SAMPIERI (2014) menciona que “son aquellos que reúnen los dos requisitos para lograr el control y la validez interna” además, agrega que, “Estos diseños llegan a incluir una o más variables independientes y una o más dependientes. Asimismo, pueden utilizar pre pruebas y post pruebas para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento experimental” (137 pp.)

## **2.2 Variables, operacionalización**

### **2.2.1 Variables**

La variable independiente es el herbicida glifosato y la variable dependiente la microfauna del suelo.

### **2.2.2 Operacionalización de las variables**

La operacionalización de las variables, las observamos en el siguiente cuadro.

### 2.2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

Anexo 1

Matriz de operacionalización de las variables de la investigación

| CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES   |   |   |             |                                |  |
|---|---|---|-------------|--------------------------------|--|
| Efecto de la aplicación de un herbicida en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio – Cajamarca, 2017-2018 |   |   |             |                                |  |
| VARIABLES   | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | DIMENSIONES | INDICADORES                    | UNIDAD DE MEDIDA                                     |
| Aplicación de Glifosato   | RAMIREZ, J. (2003) nos menciona que “El Glifosato es un herbicida post emergente, no selectivo de amplio espectro, útil para eliminar malezas indeseables que tienden a prosperar. Actúa inhibiendo una enzima (piruvil shikimato - fosfatosintetaza) que impide que las plantas elaboren tres aminoácidos que son esenciales para su crecimiento y supervivencia” (pp.15)                  | El herbicida que se aplicará en el siguiente trabajo de investigación será el Glifosato, ya que es el más común, se aplicarán 3 dosis de diferentes concentraciones (1 lt/ha, 1.5 lt/ha y 2lt/ha), esta dosis estará compuesta por el glifosato y 1 kg de urea. | Dosis       | Baja                           | ml/l   |
|   |   |   |             | Media                          | ml/l   |
|   |   |   |             | Alta                           | ml/l   |
|   |   |   | Permanencia | Baja                           | días   |
|   |   |   |             | Alta                           | días   |
| Microfauna del suelo  | ARIAS nos dice que “Componen la microfauna animales pequeños que solo pueden ser vistos con el microscopio, como son los protozoarios, nematodos, y otros. En el estudio de población animal, los caracteres que interesa poner de manifiesto son: cantidad y tipo de especies existentes, su frecuencia, actividad de las poblaciones y estructura espacial de las mismas”. (2007, pp.135) | La microfauna será determinada mediante análisis en laboratorio principalmente de bacterias fijadoras de N libre, actinomicetos, pseudomonas, la cantidad y actividad microbiana de estos, son parámetros esenciales para el presente estudio.                  | Bacterias   | Bacterias fijadoras de N libre | MNP/g  |
|   |   |   |             | Actinomicetos                  | UFC/g  |
|   |   |   |             | Pseudomonas                    | MNP/g  |
|   |   |   | Actividad   | Actividad Microbiana           | mg CO <sub>2</sub> .g <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> |



## 2.3 Población y muestra

### Población

La localidad experimental está ubicada al norte del país, en el departamento de Cajamarca, distrito de San Ignacio, Yandiluz, caserío Barrio Nuevo, finca "La palma". Encontramos un total de 1400 plantas de café, con 3 años de edad, de la variedad Catimor criolla, el distanciamiento entre plantas es 1.50 m y 1.80 m entre calles.

### Muestra

Se trabajará con un total de 96 plantas, ubicadas en el centro del terreno abordado, de las cuales se obtendrán 02 muestras generales, que constan de 500 gr de suelo, recogidos del pie de la planta de café, la primera a una profundidad de 30 cm, esta con la finalidad de evaluar parámetros fisicoquímicos iniciales del suelo. La segunda tiene la finalidad de brindarnos datos biológicos iniciales, ambas muestras compuestas de todo el terreno usando la metodología "al azar", fueron tomadas antes de la aplicación del herbicida y, codificadas de la siguiente manera: análisis fisicoquímico (**T0-GF**), y la segunda para análisis biológico (**T0-GB**).

En una segunda instancia, se tomaron tres muestras para estudio biológico, una que es la muestra de baja concentración de glifosato (1ml/L) denominada **T1**, la segunda muestra se tomó de las plantas a las que se le suministró una dosis media de glifosato, (1.5ml/L) denominada **T2**, la tercera muestra se tomó de las plantas a las que se le suministró una dosis alta de glifosato (2ml/L) denominada **T3**.

Finalmente se tomaron 04 muestras más para estudio biológico, una que es la muestra que se obtuvo del suelo al que no se aplicó glifosato (0ml/L) denominada **T0**, la segunda muestra de baja concentración de glifosato (1ml/L), **T1**, la tercera muestra se tomó de las plantas a las que se le suministró una dosis media de glifosato, (1.5ml/L) denominada **T2**, la cuarta muestra se tomó de las plantas a las que se le suministró una dosis

alta de glifosato (2ml/L) denominada **T3**. Podemos ver lo antes mencionado en el siguiente cuadro de manera resumida.

Anexo 2: Resumen de muestras

| <b>Código</b> | <b>Nombre</b>                 | <b>Concentración de Glifosato</b> | <b>Tipo de análisis</b> | <b>Cantidad de muestra</b> |
|---------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| T0-GF         | Tratamiento testigo FQ        | 0 ml/L                            | Fisicoquímico           | 01                         |
| T0-GB         | Tratamiento testigo Biológico | 0 ml/L                            | Biológico               | 01                         |
| T0            | Tratamiento testigo           | 0 ml/L                            | Biológico               | 01                         |
| T1            | Tratamiento con dosis baja    | 1 ml/L                            | Biológico               | 02                         |
| T2            | Tratamiento con dosis media   | 1.5 ml/L                          | Biológico               | 02                         |
| T3            | Tratamiento con dosis alta    | 2 ml/L                            | Biológico               | 02                         |

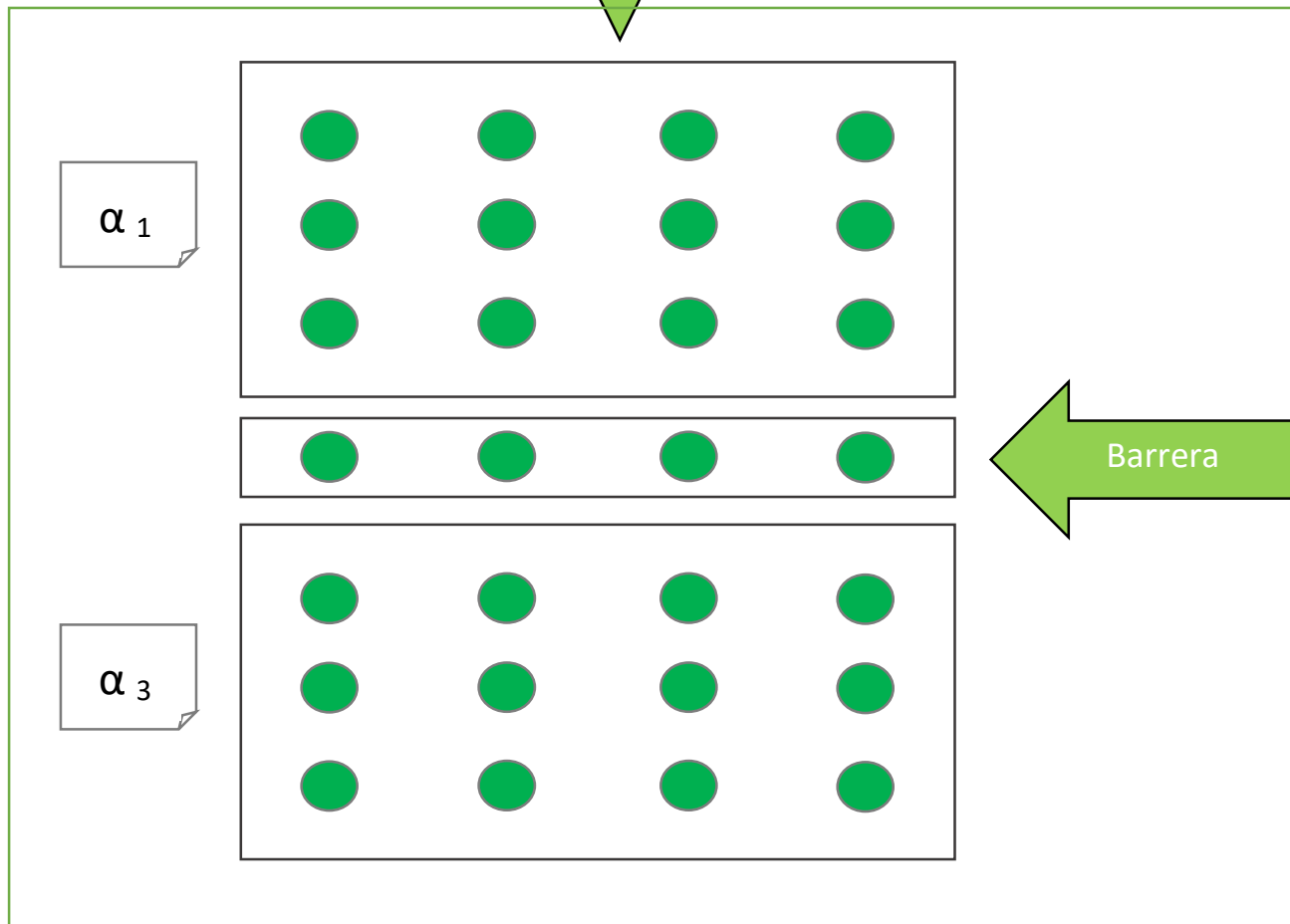
Fuente: Elaboración propia del autor

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

### **Técnica**

La técnica aplicada para el recojo de datos, fue por bloques completamente al azar, como lo destacan muchos autores que realizan estudios en cuanto a cultivos, este consiste en que la elaboración del diseño de las parcelas, fue completamente al azar, con 03 tratamientos y 02 repeticiones, cada parcela o unidad experimental estuvo constituida por 12 plantas, y para delimitar, se usaron plantas barreras (plantas de café que no recibieron ninguna dosis), entre una y otra parcela, tal como se puede observar en el siguiente gráfico.

|           |            |            |            |            |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Bloque I  | $\alpha_0$ | $\alpha_1$ | $\alpha_3$ | $\alpha_2$ |
| Bloque II | $\alpha_1$ | $\alpha_3$ | $\alpha_2$ | $\alpha_0$ |



Fuente: Elaboración propia del autor

Figura 1. Distribución de parcelas

### Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos, utilizaremos una ficha de reconocimiento de malezas, en la que obtendremos su nombre común, científico, y la cantidad que encontraremos en cada zona. (Tabla 04)

Para la recolección de datos generales, utilizaremos una ficha en la que se especifica los principales parámetros fisicoquímicos, con la finalidad de conocer el estado inicial del suelo, esto nos servirá para el momento de

abonar, saber de qué carece el suelo, y poder utilizar los nutrientes necesarios. (Tabla 05)

Finalmente, para el análisis biológico del suelo, utilizaremos una ficha que se registran datos como, actinomicetos, bacterias, etc., que son lo más esencial en el presente estudio. (Tabla 06)

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

### **2.5.1 Método de Recojo de Datos**

Para el caso de la ficha de malezas, las reconoceremos por el método del azar, se seleccionaron 5 zonas y por el método del cuadrado, que básicamente consiste en posicionar 4 palos, delimitando una pequeña zona, en la que se hará el conteo de malezas.

Para la toma de muestras de suelo, estas serán obtenidas a 10 cm de profundidad del pie de planta, se escogerán 02 plantas céntricas de las 12 que se tiene por parcela y luego se obtendrá una sola mezcla compuesta de los 02 bloques por cada dosis aplicada. Esto se repetirá en 02 ocasiones con un lapso de 01 mes aproximadamente.

### **2.5.2 Método de Procesamiento de datos**

Para la primera ficha de reconocimiento de malezas, se utilizará el programa de Microsoft Excel, para construir diagrama de barras y reconocer las especies más abundantes.

En el caso de los parámetros fisicoquímicos, luego de que estos sean detallados por el laboratorio de suelos de la UNALM, se requiere procesarlos en Excel también, para un reconocimiento de los datos más simplificado.

Por último, la ficha de recojo de datos de parámetros biológicos, serán brindados por el laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” para luego ser procesados en Minitab

## **2.6 Aspectos éticos**

El presente estudio de investigación es de gran importancia debido a que ayudará a la población de San Ignacio, porque es bien sabido que esta población vive del café, es decir que la principal actividad económica que sostiene a la familia, es la producción de café y luego la entrega del café a la cooperativa y este lo exporta a mercados internacionales como EE.UU y la Unión Europea. Cuenta con certificación de producción orgánica, de comercio justo y UTZ, sin embargo, al tratar de controlar las malezas, los productores usan irracionalmente e indiscriminadamente el glifosato, este puede estar afectando de manera negativa al suelo, y la calidad de este, al mismo tiempo se verán efectos negativos en la localidad y productividad del café, por ello es importante resaltar que esta certificación debe seguir vigente.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Resultados de parámetros fisicoquímicos

Tabla 01: Resultados Fisicoquímicos

| MUESTRA | Parámetros Fisicoquímicos |          |                   |       |       |        |        |                |       |
|---------|---------------------------|----------|-------------------|-------|-------|--------|--------|----------------|-------|
|         | Ph                        | C.E      | CaCO <sub>3</sub> | M.O   | N     | P      | K      | Clase Textural | CIC   |
| T0-GF   | 5.0                       | 0.12dS/m | 0.0               | 5.31% | 0.17% | 2.1ppm | 317ppm | Arcilloso      | 27.68 |

Fuente: Propia del autor

Del cuadro indicado, podemos resaltar que se trata de un suelo ligeramente ácido, suelo con alto contenido de materia orgánica, permite la presencia y de microorganismos del suelo, intervienen en el proceso de mineralización de la materia orgánica, y la textura del suelo es arcilloso, donde hay una baja capacidad de drenaje y problemas en el desarrollo de raíces, también baja porosidad.

### 3.2 Resultados de parámetros biológicos

#### 3.2.1 Primera toma de datos

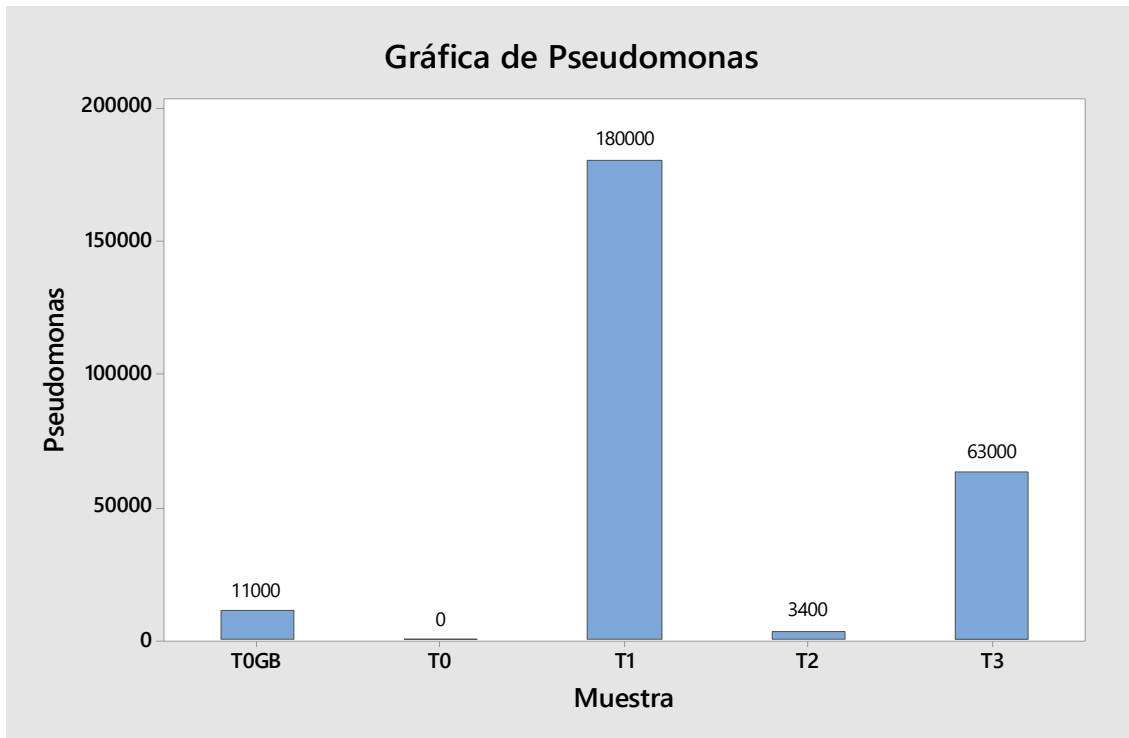
Tabla 02: Resultados Biológicos

| Muestra | Parámetros Biológicos |                     |                                      |  |
|---------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|--|
|         | Pseudomonas NMP/g     | Actinomicetos UFC/g | Bacterias fijadoras de N libre NMP/g | Actividad microbiana mg CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> (10 <sup>-2</sup> ) |
| T0-GB   | 11 000                | 25 000              | 2 800                                | 2.97   |
| T0      | -                     | -                   | -                                    | -  |
| T1      | 180 000               | 390 000             | 180 000                              | 4.60   |
| T2      | 3 400                 | 320 000             | 150 000                              | 4.47   |
| T3      | 63 000                | 180 000             | 180 000                              | 4.26   |

Fuente: Propia del autor

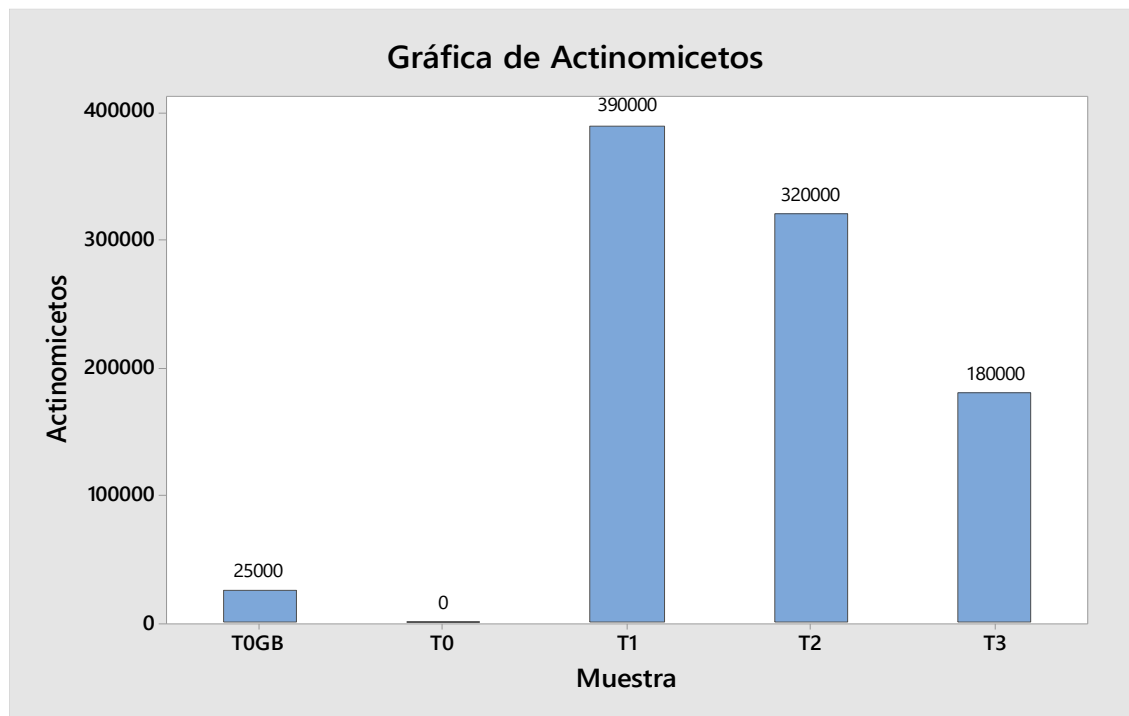
A continuación, se detallarán los datos en gráficos más específicos:

#### Anexo 03: PSEUDOMONAS (NMP/g)



Fuente: Propia del autor

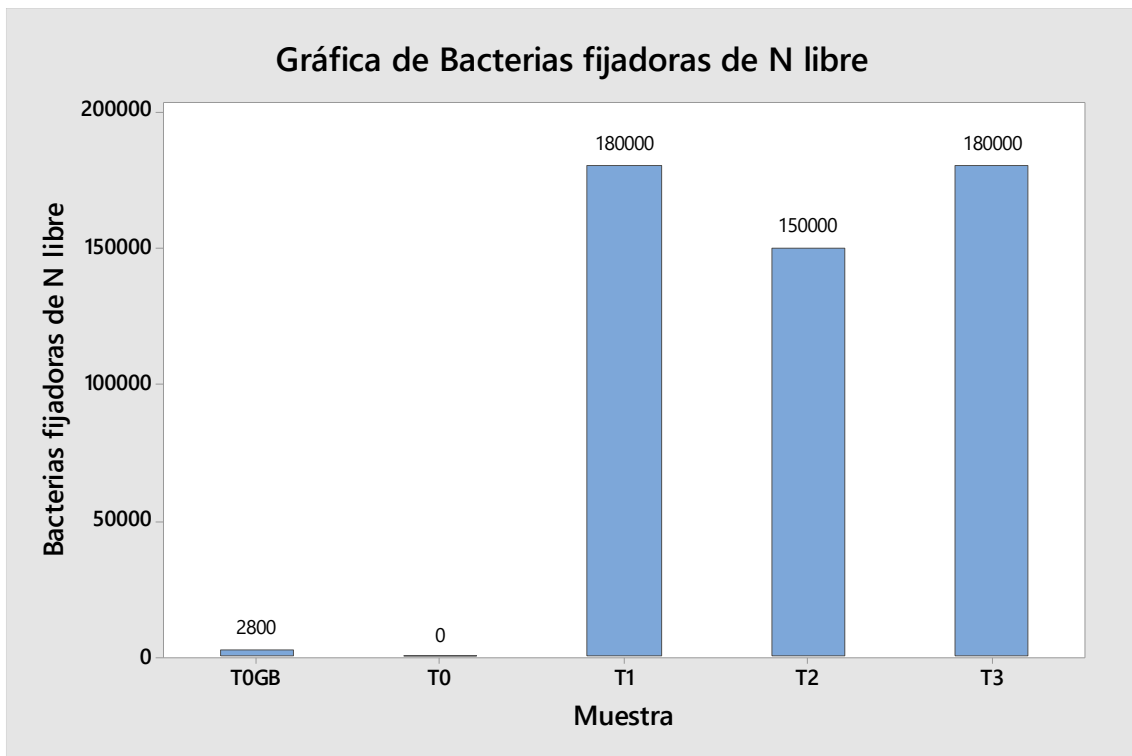
#### Anexo 04: ACTINOMICETOS (UFC/g)



Fuente: Propia del autor

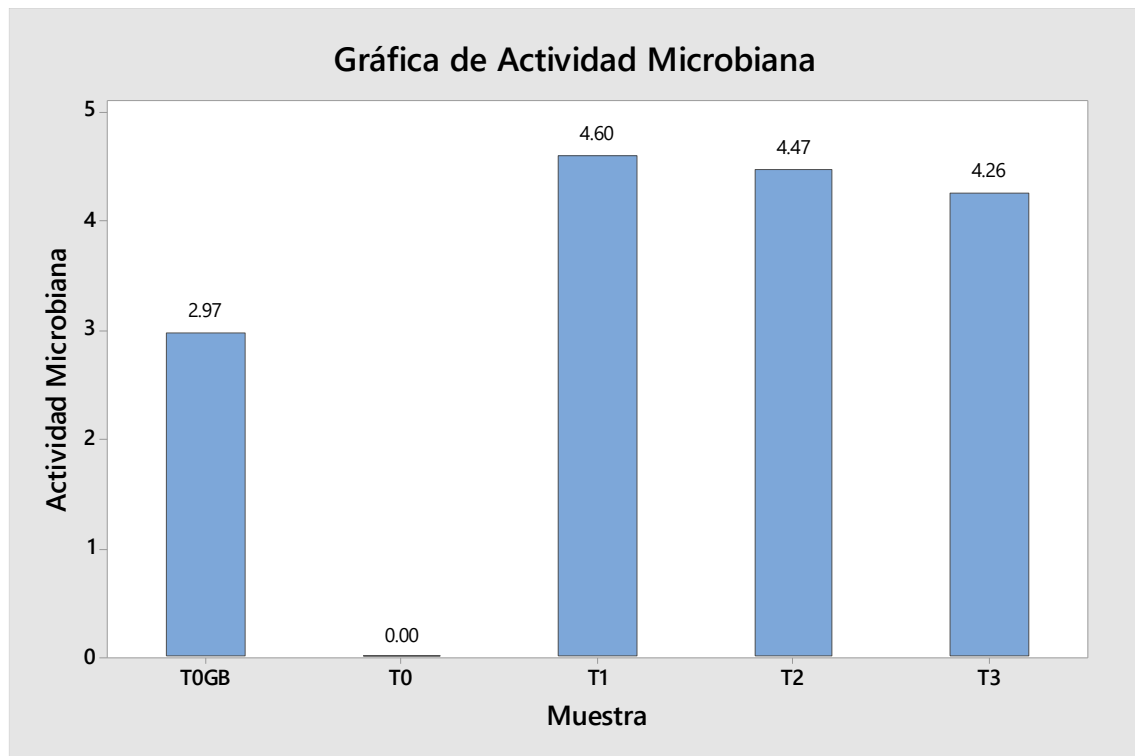


### Anexo 05: BACTERIAS FIJADORAS DE N LIBRE (NMP/g)



Fuente: Propia del autor

### Anexo 06: ACTIVIDAD MICROBIANA ( $\text{mg CO}_2 \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} (10^{-2})$ )



Fuente: Propia del autor

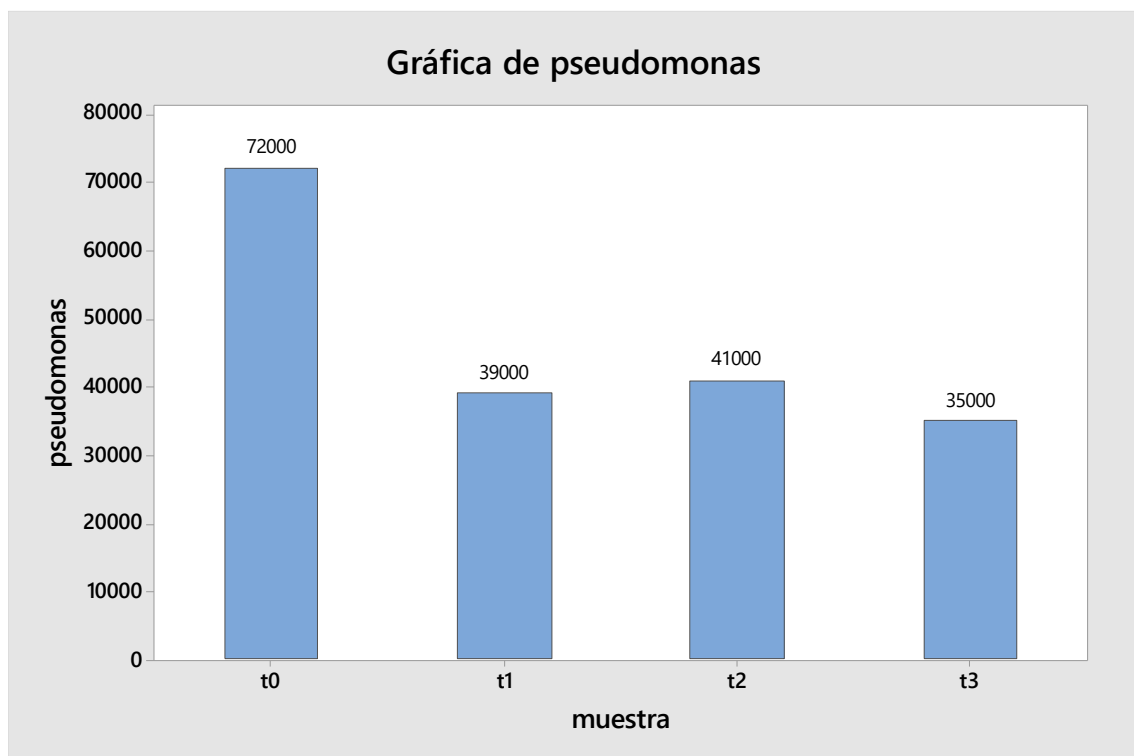
### 3.2.2 Segunda toma de datos

Tabla 03: Resultados Biológicos – 2do muestreo

| Muestra | Parámetros Biológicos |                        |  |  |
|---------|-----------------------|------------------------|--|--|
|         | Pseudomonas<br>NMP/g  | Actinomicetos<br>UFC/g | Bacterias fijadoras<br>de N libre<br>NMP/g | Actividad<br>microbiana<br>mg CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> (10 <sup>-2</sup> ) |
| T0-GB   | 11 000                | 25 000                 | 2 800                                      | 2.97   |
| T0      | 72000                 | 69000                  | 1500000                                    | 0.0363   |
| T1      | 3900                  | 200000                 | 2400000                                    | 0.0425   |
| T2      | 41000                 | 79000                  | 4100000                                    | 0.0522   |
| T3      | 35000                 | 22000                  | 67000                                      | 0.0174   |

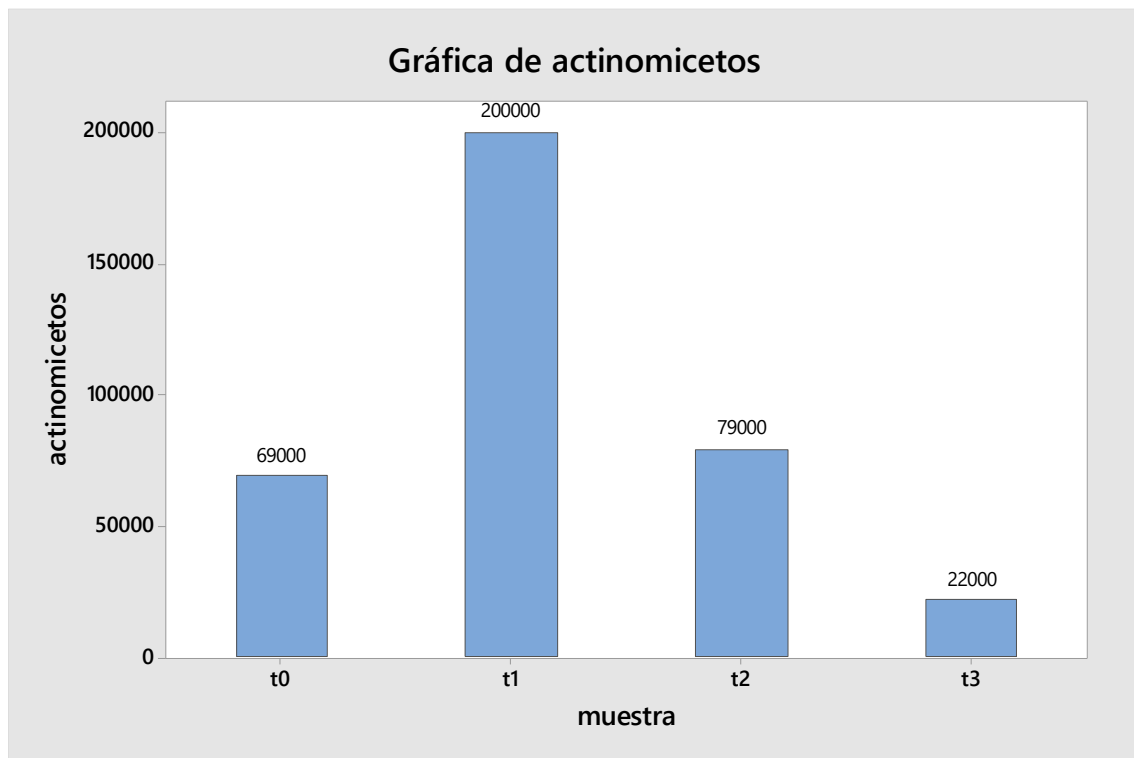
Fuente: Propia del autor

Anexo 07: PSEUDOMONAS (NMP/g)



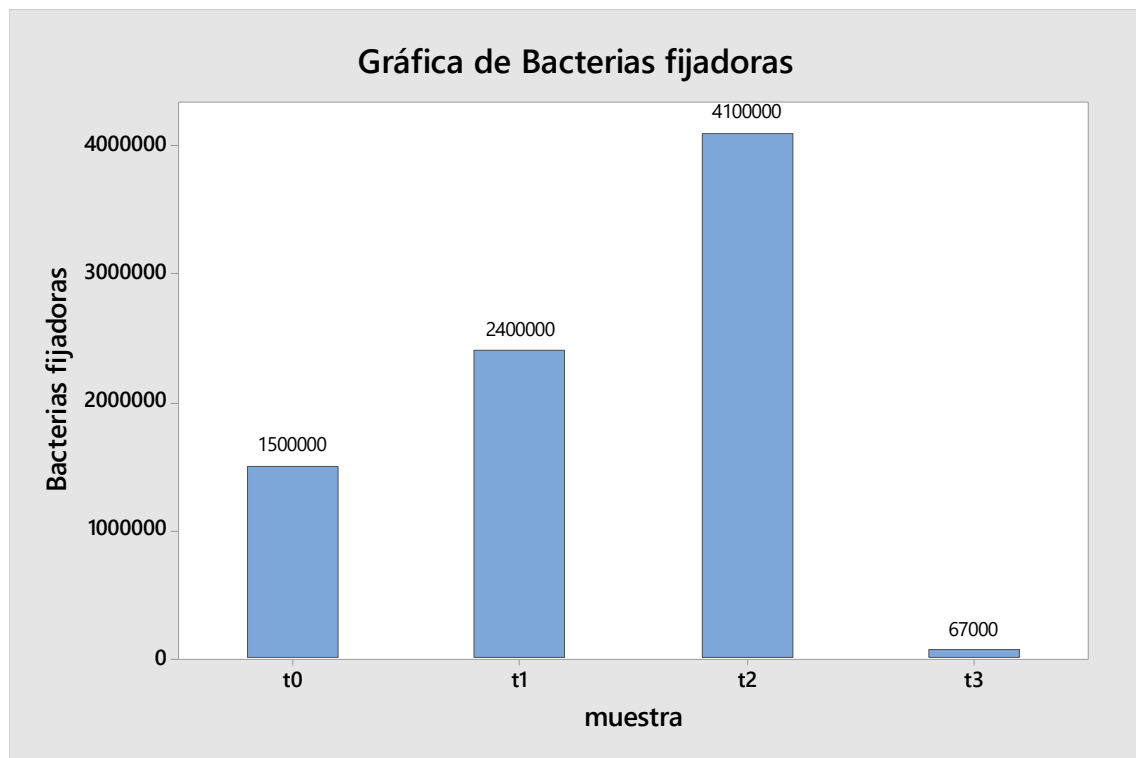
Fuente: Propia del autor

## Anexo 08: ACTINOMICETOS (UFC/g)



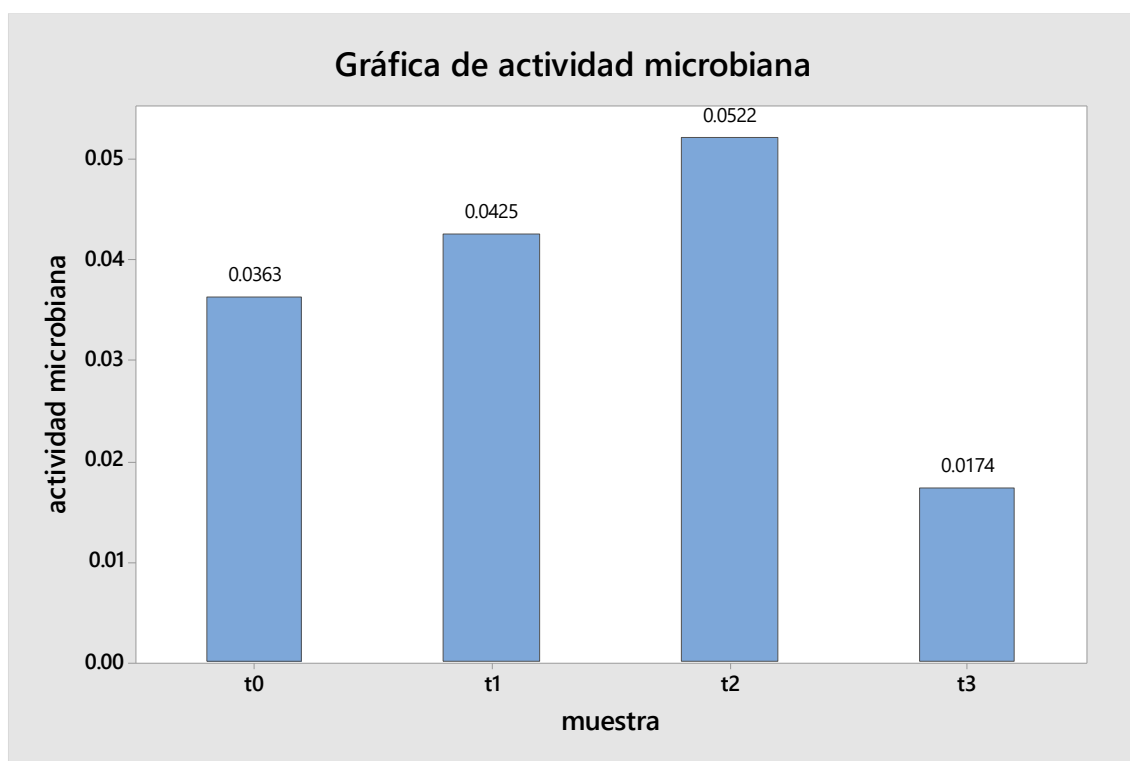
Fuente: Propia del autor

## Anexo 09: BACTERIAS FIJADORAS DE N LIBRE (NMP/g)



Fuente: Propia del autor

Anexo 10: ACTIVIDAD MICROBIANA ( $\text{mg CO}_2 \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} (10^{-2})$ )



Fuente: Propia del autor

## **IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## CON RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL

En el estudio de aplicación de glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café, se planteó la hipótesis de investigación: La aplicación de glifosato influye significativamente en la microfauna del suelo de cultivo de café (*coffea arabica*) variedad Catimor, la cual se debe negar y aceptar la Hipótesis alterna, debido a que los resultados para todos los tratamientos mostraron un crecimiento de microfauna en comparación a la toma de datos inicial, como por ejemplo:

En el caso de las Pseudomonas, en un inicio encontramos 11 000 NMP/g, en la primera toma de muestra y llevada al laboratorio se encontró en el T1: 180 000 NMP/g, T2: 3 400 y T3: 63 000

En el caso de los Actinomicetos, en un inicio encontramos 25 000 UFC/g, en la primera toma de muestra y llevada al laboratorio se encontró en el T1: 390 000 UFC/g, T2: 320 000 UFC/g y T3: 180 000 UFC/g.

En el caso de las Bacterias fijadoras de N libre, en un inicio encontramos 2 800 NMP/g, en la primera toma de muestra y llevada al laboratorio se encontró en el T1: 180 000 NMP/g, T2: 150 000 NMP/g, y T3: 180 000 NMP/g.

Finalmente, en cuanto a la actividad Microbiana, en un inicio encontramos 2.97, en la primera toma de muestra y llevada al laboratorio se encontró en el T1: 4.6, T2: 4.47, y T3: 4.26, todas estas en  $\text{mg CO}_2 \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} (10^{-2})$

Por tanto, se rechaza la hipótesis de investigación. Del mismo modo, de la Tabla 17 para la hipótesis específica: (1) La aplicación de diferentes dosis de glifosato influye significativamente en la microfauna del suelo de cultivo de café (*coffea arabica*) variedad Catimor. Ya que como muestran los resultados mencionados líneas arriba, la microfauna aumentó significativamente para todos los parámetros biológicos estudiados.

Por otra parte, para la hipótesis específica: (2) La persistencia del glifosato influye significativamente en la microfauna del suelo de cultivo de café (*coffea arabica*) variedad Catimor, ya que en la segunda toma de datos que fue pasado un mes de la primera, se obtuvo lo siguiente:

En el caso de las Pseudomonas, en un inicio encontramos 11 000 NMP/g, en la segunda toma de muestra y llevada al laboratorio se encontró en el T0: 72 000 NMP/g, T1: 3 900 NMP/g, T2: 41 000 NMP/g y T3: 35000 NMP/g.

En el caso de los Actinomicetos, en un inicio encontramos 25 000 UFC/g, en la segunda toma de muestra y llevada al laboratorio se encontró en el T0: 69 000 UFC/g, T2: 200 000 UFC/g, T2: 79 000 UFC/g y T3: 22 000 UFC/g

En el caso de las Bacterias fijadoras de N libre, en un inicio encontramos 2 800 NMP/g, en la segunda toma de muestra y llevada al laboratorio se encontró en el T0: 1 500 000 NMP/g, T1: 2 400 000 NMP/g, T2: 4 100 000 NMP/g, y T3: 67 000 NMP/g.

Finalmente, en cuanto a la actividad Microbiana, en un inicio encontramos 2.97, en la segunda toma de muestra y llevada al laboratorio se encontró en el T0: 0.0363, T1: 0.0425, T2: 0.0522, y T3: 0.0174, todas estas en  $\text{mg CO}_2 \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  ( $10^{-2}$ ), rechazando esta la hipótesis planteada.

Bortoli (2011), encontró resultados similares en su estudio del impacto del glifosato en el cultivo de soja, en general, el impacto del glifosato sobre la microbiota fue mucho más importante en el suelo sin historial de aplicación de herbicida. En la mayoría de los parámetros analizados, el tratamiento con glifosato a la concentración recomendada a campo no se diferenció del tratamiento control. El cambio observado en la biomasa microbiana total no fue consistente. Sin embargo, en ambos suelos analizados, la aplicación de altas concentraciones de glifosato produjo un incremento significativo de las bacterias cultivables y de las bacterias.

La actividad microbiana es uno de los factores decisivos en la disipación del glifosato en el suelo (Araújo et al. 2003). La actividad de ambos tipos de suelo resultó similar y los valores reportados en este trabajo son coincidentes con los observados por otros autores (Miñambres et al. 2010). Aunque los herbicidas no son intencionalmente diseñados para inhibir microbios, algunas de las formulaciones comerciales pueden producir alteraciones en la actividad y biomasa microbiana si el suelo cuenta con la presencia de microorganismos sensibles. De acuerdo con Heinonen-Tanski (1989), los suelos con alta actividad

microbiana favorecen la rápida degradación del glifosato ya que permiten su utilización como fuente de carbono.

En la última conferencia de malezas en el Perú, el Dr. Luis mencionaba que la síntesis entre el glifosato y el tipo de suelo arcilloso, creaban el ambiente perfecto para que el herbicida pueda traslocarse a diferentes partes de la planta, creando fitotoxicidad e incluso un mal que es conocido como pata de rana en las hojas, en el cultivo de uva, aún está en investigaciones.

Por otro lado, también se puede atribuir el tipo de clima en esta zona el que afecto a la cantidad de microfauna y actividad microbiana, tal y como lo menciona Fernandez (2007) que analizando la actividad respiratoria en un suelo de Brasil, tratado con Glifosato en una dosis 100 veces mayor a la dosis recomendada por hectárea, no observó diferencias significativas entre los tratamientos con herbicida y el testigo que nunca recibió glifosato hasta los 08 días luego de la aplicación. A partir de ese momento la respiración microbiana fue superior en el tratamiento con herbicida.



## **V. CONCLUSIONES**

1. Se concluye que la aplicación del glifosato no influye directamente en la microfauna del suelo de cultivo de café (*coffea arabica*) rechazando la hipótesis y mencionando que esto se puede atribuir al factor climatológico, debido a que esta zona es bastante lluviosa, húmeda y se presume que la gran cantidad de actividad microbiana y las bacterias estudiadas, no sufrieron efecto alguno por parte del herbicida debido a que este fue lixiviado.
2. Las diferentes dosis aplicadas al cultivo de café variaron notoriamente, demostrando un cambio bastante drástico comparando la toma inicial cuando aún no se aplicaba el herbicida y los dos muestreos siguientes, concluyendo que en la segunda toma de muestra se obtuvieron los mayores números, por lo que está asociado a la temporada en la que se encontraba San Ignacio.
3. La persistencia del glifosato indicada en la literatura es de 30 días, esto se corroboró con la segunda toma de datos, en la cual se mostró que los números de *pseudomonas*, actinomicetos, bacterias fijadoras de N libre eran mucho mayores al muestreo inicial, sin embargo, se observó lo contrario en cuanto a respiración microbiana.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que, en un próximo estudio, se observen y analicen las variables a nivel de laboratorio, ya que se podrán controlar los factores climáticos para que estos no afecten en la variabilidad de los resultados, y solo sea el glifosato la variable que no será constante.
2. Por otro lado, se recomienda poder ahondar en alguno de los parámetros biológicos, con la finalidad de poder observar específicamente su comportamiento en reacción a aplicación de diferentes dosis de Glifosato y también por el factor económico.
3. Es importante poder fijar fechas desde un inicio para que el clima no afecte en la toma de datos ni pueda modificarlos.
4. Se podría estudiar el impacto que tiene el glifosato en diferentes tipos de suelos, para este estudio se contó con un suelo tipo arcilloso, por lo que es necesario poder conocer el comportamiento del herbicida en diferentes tipos de suelos existentes en el Perú.
5. Se recomienda poder hacer una evaluación a largo plazo, ya que se sabe por literatura, que el glifosato muestra su comportamiento en largos lapsos de tiempo.
6. Es necesario poder evaluar la planta de café, para poder conocer a ciencia cierta si es que el herbicida está traslocándose a diferentes partes de está afectando su calidad.
7. Un estudio de productividad sería de gran ayuda, para poder conocer el comportamiento del glifosato en la calidad del producto, en este caso, el café.

## **VII. REFERENCIAS**

- ACUÑA, *et al.* La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos. Brasil, 2009. 250p.
- ALEF, K. Estimación de la hidrólisis de diacetato de fluorescencia. Metodos de aplicación al suelo. Microbiología y bioquímica. Londres, 1999. 342p.
- ARIAS, A. Suelos Tropicales. Costa Rica: Editorial EUNED. 2007. 169 p.  
ISBN: 9968310921
- BAREA, J.M.; OLIVARES, J.. Manejo de las propiedades biológicas del suelo. Madrid: Editorial Mundi Prensa. 2008, 205p.
- BURGÉS, A. Introducción a la microbiología del suelo. Zaragoza: Editorial Acribia 1960. 385p.
- CASANOVA, E. Introducción a la ciencia del suelo. 2005, 482pp.  
ISBN: 980-00-2314-3
- CHAVES, *et al.* Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo. Guayaquil: Facultad de ciencias agrarias y del ambiente, Universidad Francisco de Paula. 2013. 15p.
- COYNE, M. Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio. Madrid: Editorial Paraninfo. 2000. 287 p.  
ISBN: 8428326487
- GUADALUPE, J. Herbicidas agrícolas: formulaciones, usos, dosis y aplicaciones. México D.F: Editorial Trillas. 2011. 303p.  
ISBN: 9786071708991
- GARCIA, C., HERNANDEZ, T. 2000. Investigación y perspectivas de la enzimología de suelos en España. Eds C. Garcia y T. Hernández. CEBAS-CSIC, Murcia, Spain, 352 pp.

- INIA. Tecnología en café. Lima: Editorial UNALM. 2017.  
<Consultado el 28/11/2017>  
<http://www.inia.gob.pe/tecnologias/cultivos/132catecnologias/cultivos/393-tecnologia-en-cafe>
- JUNTA NACIONAL DEL CAFÉ. Estadísticas-2016. Lima: CEIn café. 2016.  
<Consultado el 28/11/2017>  
Disponible en:  
<<http://juntadelcafe.org.pe/content/estadisticas-2016>>
- MARCHECE, A. Estudio físico y químico de suelos agrícolas para la estimación del nivel de salinización en el sector bajo de San Pedro de Lloc. Perú, 2015, 124pp.
- MARSICO, O. Herbicidas y fundamentos del control de malezas. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur. 1980. 298p.
- MINAGRI. Línea de base del sector café en el Perú. Lima: PNUD. 2017. 60 p.
- QUINTANA, L. Economía del café mueve 463 millones de dólares en Perú. Lima: Prensa Latina. 2017  
<Consultado el 28/11/2017>  
Disponible en: <http://www.prensa-latina.cu/index.php?o=rn&id=102946&SEO=economia-del-cafe-mueve-463-millones-de-dolares-en-peru>
- PARISI, V. Biología y ecología del suelo. Barcelona: Editorial Blume Ecología. 1979. 300 p.  
  
ISBN: 8470311298
- SAMPIERI, R; FERNANDEZ, C y BAPTISTA, M. Metodología de la investigación. México D.F: Editorial McGraw-Hill. 2014. 632 p.  
  
ISBN: 978-1-4562-2396-0





## **ANEXOS**



**Tabla 5: Instrumento de recolección de datos**

Evaluación de Parámetros fisicoquímicos.

| MUESTRA | Parámetros Fisicoquímicos |     |       |     |   |   |   |                |     |
|---------|---------------------------|-----|-------|-----|---|---|---|----------------|-----|
|         | pH                        | C.E | CaCO3 | M.O | N | P | K | Clase Textural | CIC |
| T0-GF   |                           |     |       |     |   |   |   |                |     |

Fuente: Elaboración propia.

T0-GF: Muestra compuesta inicial de todo el terreno, nos ayudará a conocer las características principales del área de estudio.

**Tabla 6: Instrumento de recolección de datos**

Evaluación de Parámetros Biológicos.

| Muestra | Parámetros Biológicos |             |                                |                      |
|---------|-----------------------|-------------|--------------------------------|----------------------|
|         | Actinomicetos         | Pseudomonas | Bacterias fijadoras de N libre | Actividad microbiana |
| T0-GB   |                       |             |                                |                      |
| T0      |                       |             |                                |                      |
| T1      |                       |             |                                |                      |
| T2      |                       |             |                                |                      |
| T3      |                       |             |                                |                      |

FUENTE: Elaboración Propia.

\* T0-GB: Muestra piloto, es una muestra representativa de toda el área.

\*T0: Muestra que proviene de las plantas a las que no se le aplicó glifosato.

\*T1: Muestra que proviene de las plantas a las que se les aplicó 1 lt/ha

\*T2: Muestra que proviene de las plantas a las que se les aplicó 1.5 lt/ha

\*T3: Muestra que proviene de las plantas a las que se les aplicó 2 lt/ha

## Anexo 11: Cronograma de ejecución del Proyecto

### Ejecución del Proyecto

| PROGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO              |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |  |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|--|
|   | FECHA      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |  |
| Actividad                                       | 04/09/2017 | 11/09/2017 | 18/09/2017 | 25/09/2017 | 01/12/2017 | 05/01/2018 | 14/03/2018 | 12/04/2018 | 07/05/2018 | 01/06/2018 |  |  |
| Información Bibliográfica                       | ■          | ■          | ■          |            |            |            |            |            |            |            |  |  |
| Reconocimiento del lugar                        |            |            |            | ■          |            |            |            |            |            |            |  |  |
| Recojo de muestra parámetro FQ                  |            |            |            | ■          |            |            |            |            |            |            |  |  |
| Recojo de muestra general - parámetro Biológico |            |            |            |            | ■          |            |            |            |            |            |  |  |
| Aplicación de dosis de Glifosato                |            |            |            |            |            | ■          |            |            |            |            |  |  |
| 1° Recojo de muestra parámetro biológico        |            |            |            |            |            |            | ■          |            |            |            |  |  |
| Recojo de resultados                            |            |            |            |            |            |            |            | ■          |            |            |  |  |
| 2° Recojo de muestra parámetro biológico        |            |            |            |            |            |            |            |            | ■          |            |  |  |
| Recojo de resultados                            |            |            |            |            |            |            |            |            |            | ■          |  |  |

Fuente: Elaboración propia del autor

## FIGURAS



Fig. 2: Medida de la pendiente



Fig. 3: Conteo de malezas



Fig.4: Ingenieros que apoyaron en el reconocimiento del lugar



Fig. 5: Guía de malezas



Diferenciación de plantas



Aplicación de Glifosato





Primera toma de muestras







**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 2 de 6

Yo, José Eloy Cuellar Bautista, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental, de la Universidad César Vallejo - Lima Este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Efecto de la aplicación del Glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (Coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio - Cajamarca 2017 - 2018"

, del (de la) estudiante Rivera Marcon Jesly Tatiana

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.9% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 17 de julio del 2018

Firma  
José Eloy Cuellar Bautista  
DNI N° 09367073

|         |                            |        |   |        |           |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|



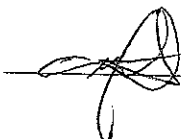
**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo Lesly Tathiana Rivera Alarcón, identificado con DNI N° 73196985, egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo ( X ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "*... Efecto... de la aplicación del glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café, San Ignacio, 2018*" en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

 \_\_\_\_\_  
FIRMA

DNI: 73196985

FECHA: 19. de julio.... del 2018..

|         |                            |        |   |        |           |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|