

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

“INFLUENCIA DE LOS CULTIVOS DE GRAMÍNEAS (*Zea mays*) Y LEGUMINOSAS (*Phaseolus vulgaris*) EN LA CALIDAD DEL SUELO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRÁN – HUÁNUCO, 2019”

PARA LA OBTENCION DEL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

TESISTA

Bach. SANTIAGO ARRATEA, Yesabella Carmina

ASESOR

Blgo. DURAN NIEVA, Alejandro Rolando

HUÁNUCO- PERÚ

2019



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día 26 del mes de NOVIEMBRE del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

MG. FRANK ERICK CÁMARA LLANOS (Presidente)
MG. CRISTIAN JOEL SALAS VIZCARRA (Secretario)
ING. HEBERTO CALVO TRUJILLO (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1357-2019-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"INFLUENCIA DE LOS CULTIVOS DE GRAMÍNEAS (Zea mays) Y LEGUMINOSAS (Phaseolus vulgaris) EN LA CALIDAD DEL SUELO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRAN - HUÁNUCO, 2019"

presentada por el (la) Bachiller Y. ESABELLA CARMINA, SANTIAGO ARAÚTEA, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO (Art. 47)

Siendo las 16:30 horas del día 26 del mes de NOVIEMBRE del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA

A Dios, por todas las bendiciones que me regala, por guiar mi camino en todo el trayecto de mi vida y darme sabiduría en las situaciones difíciles.

A mis padres, Pablo Santiago Crispín y Rudi Victoria Arratea Gerónimo por ser mi motivación, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por todo el apoyo brindado y por siempre mantener la confianza en mí y su amor incondicional.

A mi hermano Eddie Franco, a mi abuelita Nery, a mi tío Julián y familia por su apoyo incondicional y acompañarme en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la virgen María por ser la guía en mi vida, por brindarme salud y haberme permitido cumplir con este logro, gracias por su infinita bondad y misericordia.

A mis padres, Pablo Santiago y Rudi Arratea, por confiar y poner tantas expectativas en mi persona, gracias por brindarme la oportunidad de tener una carrera profesional, por ser mis mejores ejemplos de superación.

A mi tío Julián Arratea, por siempre motivarme a ser mejor persona, gracias por todos los consejos, la preocupación y el apoyo que me brindaste en esta etapa de mi vida.

A mis amigos, que me brindaron su apoyo desinteresadamente en toda la ejecución del proyecto y en especial a Carolay, mi mejor amiga, por incentivarme siempre a cumplir mis metas y por compartir muchas experiencias, que nos ayudaran a crecer como personas y profesionalmente.

A la Universidad de Huánuco, por ser centro de mi formación profesional, una etapa muy importante en mi vida, por todos los conocimientos compartidos.

A mi asesor Blgo. Alejandro Duran Nieva, por su valiosa colaboración y orientación en todo el desarrollo de la presente tesis.

A mi jurado Mg. Frank Cámara Llanos, por la orientación brindada, por el apoyo y motivación para cumplir con el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPITULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:.....	17
1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA:	19
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	19
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	19
1.3. OBJETIVO GENERAL	19
1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
1.5. JUSTIFICACIÓN	20
1.6. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.7. VIALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
CAPITULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	23
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	27
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	30
2.2. BASES TEÓRICAS.....	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	46
2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS	50
2.5. SISTEMA DE VARIABLES	51
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	51
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	51
2.6. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	52
CAPITULO III.....	53
MARCO METODOLÓGICO	53

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.1.2. ENFOQUE	53
3.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.1.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	54
3.2.1. POBLACIÓN.....	54
3.2.2. MUESTRA	54
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	55
3.3.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	55
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	58
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	58
CAPITULO IV.....	59
RESULTADOS.....	59
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	59
4.2. CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS.....	71
4.3. CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS GENERAL.....	81
CAPÍTULO V... ..	85
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	85
5.1. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO.....	85
5.2. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO	87
CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores físicos de la Calidad del suelo	34
Tabla 2. Indicadores químicos de la Calidad del suelo	35
Tabla 3. Indicadores biológicos de la Calidad del suelo	35
Tabla 4. Grupos que componen la Macrofauna del suelo.....	36
Tabla 5. Cantidad de nutrientes óptimos en el suelo para el cultivo del frijol	45
Tabla 6. Ubicación de los puntos de muestreo de la parcela de gramíneas (Zea Mays)	54
Tabla 7. Ubicación de los puntos de muestreo de la parcela de leguminosas (Phaseolus Vulgaris).....	55
Tabla 8. Parámetros físicos, químicos y biológicos analizados en la calidad del suelo (indicadores).....	57
Tabla 9. Comparación antes-después de los parámetros químicos (parcela con frijol)	59
Tabla 10. Comparación antes-después de los parámetros físicos (parcela con frijol).....	60
Tabla 11. Comparación antes-después de los parámetros biológicos (parcela con frijol)	61
Tabla 12. Comparación antes-después de los parámetros químicos (parcela con maíz).....	62
Tabla 13. Comparación antes-después de los parámetros físicos (parcela con maíz)	63
Tabla 14. Comparación antes-después de los parámetros biológicos (parcela con maíz).....	64
Tabla 15. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros químicos (parcela con frijol) mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la diferencia de las medidas.	65
Tabla 16. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros físicos (parcela con frijol) mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov para la diferencia de las medidas.	66
Tabla 17. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros biológicos (parcela con frijol) mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov para la diferencia de las medidas.	67
Tabla 18. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros químicos (parcela con maíz) mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la diferencia de las medidas.	68
Tabla 19. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros físicos (parcela con maíz) mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov para la diferencia de las medidas.	69
Tabla 20. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros biológicos (parcela con maíz) mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov para la diferencia de las medidas.	70

Tabla 21. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros químicos (parcela con frijol) mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas	71
Tabla 22. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros químicos (parcela con frijol) mediante la prueba Rangos de Wilcoxon	72
Tabla 23. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros físicos (parcela con frijol) mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas	73
Tabla 24. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros físicos (parcela con frijol) mediante la prueba Rangos de Wilcoxon.....	74
Tabla 25. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros biológicos (parcela con frijol) mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas	75
Tabla 26. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros químicos (parcela con maíz) mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas	76
Tabla 27. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros químicos (parcela con maíz) mediante la prueba Rangos de Wilcoxon	77
Tabla 28. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros físicos (parcela con maíz) mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas	78
Tabla 29. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros físicos (parcela con maíz) mediante la prueba Rangos de Wilcoxon.....	78
Tabla 30. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros biológicos (parcela con maíz) mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas	80
Tabla 31. Resumen de resultados para parámetros físicos obtenidos para Frijol.....	81
Tabla 32. Resumen de resultados para parámetros físicos obtenidos para Maíz.....	81
Tabla 33. Resumen de resultados para parámetros químicos obtenidos para Frijol.....	82
Tabla 34. Resumen de resultados para parámetros químicos obtenidos para Maíz.....	82
Tabla 35. Resumen de resultados para parámetros biológicos obtenidos para Frijol.....	83
Tabla 36. Resumen de resultados para parámetros biológicos obtenidos para Maíz.....	83
Tabla 37. Análisis global. “Cambios del suelo antes de la siembra y después de la cosecha”	84
Tabla 38. Clasificación del suelo según pH	114
Tabla 39. Clasificación del suelo según (MO).....	114
Tabla 40. Clasificación del suelo según capacidad de intercambio catiónico (CIC).....	115

Tabla 41. Clasificación de la fertilidad de suelos de acuerdo a la CIC (cmol(+)kg).	115
Tabla 42. Clasificación de la fertilidad de suelos de acuerdo a la CIC (meq/100g).	115
Tabla 43. Clasificación de los niveles de calcio, magnesio y potasio en (cmol(+)kg-1)y kg/ha.	115
Tabla 44. Clasificación de los niveles de calcio (me/100g).	116
Tabla 45. Clasificación de los niveles de potasio (meq/100g).	116
Tabla 46. Clasificación de los niveles de magnesio (meq/100g).	116
Tabla 47. Clasificación de los niveles de nitrógeno	116
Tabla 48. Clasificación de los niveles de fosforo	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambio iónico en el suelo	39
Figura 2. Parcela de maíz morado (<i>Zea mays</i>)	121
Figura 3. Crecimiento del maíz morado	121
Figura 4. Parcela del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	122
Figura 5. Parcela del frijol después de la cosecha	122
Figura 6. Determinación de los puntos de muestreo en la parcela de maíz morado	123
Figura 7. Visita del asesor a la zona de investigación	123
Figura 8. Muestreo del primer y segundo monitoreo	124
Figura 9. Delimitación del punto de muestreo	124
Figura 10. Selección de las muestras de suelo por profundidades.....	125
Figura 11. Determinación de la macrofauna en el suelo	125
Figura 12. Determinación de la temperatura del suelo	125
Figura 13. Escarabajo de la familia Carabidae	126
Figura 14. Mosca de la familia Phoridae	126
Figura 15. Tijereta de la familia Carcinophoridae	126
Figura 16. Trips.....	126
Figura 17. Larva.....	127
Figura 18. Lombriz de tierra de la Familia Glossoscolecidae	127
Figura 19. Hormiga Brava Familia Myrmecinae	127
Figura 20. Ciempiés Familia Scolopocryptopidae	127
Figura 21. Escarabajo de la Familia Scarabaeidae	128
Figura 22. Cochinilla de la Familia Trachelipidae	128
Figura 23. Araña de la Familia Lycosidae	128

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. “Matriz de Consistencia”	98
Anexo 2. Árbol de Causa y Efecto	99
Anexo 3. Árbol De Medios Y Fines	100
Anexo 4. Mapa de Ubicación de la Parcela de Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	101
Anexo 5. Mapa de Ubicación de la parcela de Maíz Morado (<i>Zea Mays</i>).....	102
Anexo 6. Resultados del primer muestreo realizado en las parcelas de gramíneas y leguminosas en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán - Huánuco, 2019.....	103
Anexo 7. Resultados del segundo muestreo realizado en las parcelas de gramíneas y leguminosas en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán - Huánuco, 2019.....	104
Anexo 8. Tablas De Indicadores Biológicos De Suelo (Registro De Campo).....	105
Anexo 9. Diversidad de la Macrofauna encontrada en el primer monitoreo en la parcela de maíz morado (<i>Zea mays</i>).....	106
Anexo 10. Diversidad de la Macrofauna encontrada en el segundo monitoreo en la parcela de maíz morado (<i>Zea mays</i>).....	108
Anexo 11. Diversidad de la Macrofauna encontrada en el primer monitoreo en la parcela de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	110
Anexo 12. Diversidad de la Macrofauna encontrada en el segundo monitoreo en la parcela de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	112
Anexo 13. Tablas De Indicadores Químicos De Suelo	114
Anexo 14. Tablas De Indicadores Físicos De Suelo	117
Anexo 15. Rotulo De Las Muestras De Suelo	118
Anexo 16. Resolución de aprobación de asesor de tesis, emitido por la Universidad de Huánuco.....	119
Anexo 17. Resolución de aprobación del proyecto de tesis.....	120
Anexo 18. Panel Fotográfico durante la ejecución de la investigación.....	121
Anexo 19. Diversidad de la Macrofauna encontrada en los muestreos de suelo	126

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el centro poblado San Juan de Miraflores en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco, esta investigación tuvo como **objetivo general** evidenciar la influencia de los cultivos de gramíneas (*Zea Mays*) y leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán – Huánuco, 2019. **La metodología** que se empleó para lograr este objetivo propuesto fue la siguiente; para la obtención de la muestra se utilizó un muestreo no probabilístico, siendo el tipo de muestreo intencionado o por conveniencia debido a que prevalecieron los criterios de mi persona. En cada terreno de media hectárea se tomaron 5 muestras de suelo de acuerdo a las características topográficas del suelo, obteniéndose en total 10 muestras, 5 muestras del terreno de maíz y 5 muestras del terreno del frijol, luego se homogenizaron las muestras y se llevaron a análisis, cabe recalcar que se evaluó las características de ambas muestras antes de la siembra y después de la cosecha mostrando así un diseño pre - experimental con pre prueba y pos prueba sin grupo control. Los suelos fueron sometidos a análisis de laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). **Los resultados** que se obtuvieron en el *análisis físico* es la presencia de suelos francos tanto en la pre prueba y pos prueba de (1.30 g/cm^3 ante y después de 1.24 g/cm^3 para el maíz y de 1.18 g/cm^3 antes y después de 1.15 g/cm^3), demostrando ser suelo óptimo a escala textural para los cultivos establecidos pero que no sufren cambios significativos después de la intervención. En los *parámetros químicos* evaluados, se aprecia que, luego de la intervención con el frijol, estos se han incrementado, a excepción de 3 de ellos: Mg, Pb y pH. El mayor incremento se aprecia en el K (variación positiva de 8.20%). El mayor decremento en los indicadores se dio en el Pb (reducción de 5.76%). Se mantuvieron prácticamente estables el N y la M.O. No se registraron mediciones del Al, H, CICE y Cd, siendo todos estos resultados no significativos estadísticamente para corroborar el objetivo del estudio. En los *parámetros biológicos* evaluados, se aprecia que, luego de la intervención con el frijol, el indicador de la densidad promedio se ha incrementado (18.9%), sin embargo, la densidad de la macrofauna ha decrecido considerablemente

(85.8%), en caso del maíz los indicadores de los *parámetros biológicos* evaluados, se aprecia que, luego de la intervención con el maíz, el indicador de la densidad promedio se ha incrementado (500%), sin embargo, la densidad de la macrofauna ha decrecido considerablemente (75.5%).

Por lo expuesto anteriormente, si consideramos la población de lombrices representada por el phillum anélida para el cultivo de frijol esta aumenta después de la intervención en 3 individuos, resultados que muestran que la densidad de lombrices no es significativo, si evaluamos la macrofauna identificamos al Phillum arthropoda como el más representativo cuya población decrece de 48 individuos después de la intervención a 11 individuos siendo la especie que más prevale las hormigas de la familia formicidae. Si evaluamos el cultivo de maíz, el Phillum anélido antes de la intervención se identifica 5 individuos, después de la intervención esta aumenta en 25 individuos, para la macrofauna representada por los Arthropodos esta disminuye enormemente de 98 individuos identificados antes de la intervención a solamente 23 después de la intervención. Se **concluye** con la presente investigación que no existe influencia estadística que abale que el sembrío de gramíneas (*Zea mays*) y leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) influyan en la calidad física y químicas del suelo, pero a nivel biológico existe una influencia del tipo negativa ya que, por la actividad de la cosecha o el uso de químicos, esto ocasiona la muerte de gran número de especies.

Palabras clave: Suelo, Calidad del suelo, Parámetros físicos, Parámetros químicos, Parámetros biológicos, Cultivos de gramíneas y leguminosas.

ABSTRACT

The research was carried out in the populated center San Juan de Miraflores in the District of San Francisco de Cayrán, Huánuco, this research aimed generally to highlight the influence of grass crops (*Zea Mays*) and legumes (*Phaseolus vulgaris*) in the soil quality of San Juan de Miraflores, district of San Francisco de Cayrán – Huánuco, 2019. The methodology used to achieve this proposed objective was as follows; Non-probabilistic sampling was used for the sample, with the type of sampling intentional or for convenience because my person's criteria prevailed. On each land of half a hectare, 5 soil samples will be taken according to the topographical characteristics of the soil, with a total of 10 samples, 5 samples of the cornfield and 5 samples of the bean ground, then the samples were homogenized and taken to analysis, it should be emphasized that the characteristics of both samples were evaluated before planting and after harvest showing a pre-experimental design with pretest and posttest without control group. The soils were subjected to laboratory analysis by the National Agrarian University of the Jungle (UNAS). The results obtained in the physical analysis is the presence of free soils in both the pre-test and posttest of (1.30 g/cm³ suede and after 1.24 g/cm³ for maize and 1.18 g/cm³ before and after 1.15 g/cm³), proving to be optimal soil at a textural scale for established crops but which do not undergo significant changes after the intervention. In the chemical parameters evaluated, it is noted that, after intervention with the bean, these have been increased, with the exception of 3 of them: Mg, Pb and pH. The largest increase is seen in K (positive variation of 8.20%). The highest decrease in indicators occurred in Pb (5.76% reduction). The N and M.O. remained virtually stable. No measurements of Al, H, ClCe and Cd were recorded, all of these results being not statistically significant to support the objective of the study. In the biological parameters assessed, it is seen that, after intervention with bean, the average density indicator has increased (18.9%), however, the density of the macrofauna has decreased considerably (85.8%), in the case of maize, the indicators of the biological parameters evaluated, it is seen that, after intervention with maize, the indicator of average

density has increased (500%), however, the density of the macrofauna has decreased considerably (75.5%).

As stated above if we consider the population of worms represented by the annelid phylum for the cultivation of bean this increases after intervention in 3 individuals, results that show that the density of worms is not significant, if we evaluate the macrofauna we identify the Phylum arthropoda as the most representative whose population decreases from 48 individuals after the intervention to 11 individuals being the species that most prevalent the ants of the formicidae family. If we evaluate the maize crop, the Annelid Phylum before the intervention identifies 5 individuals, after the intervention this increases in 25 individuals, for the macrofauna represented by the Arthropods this greatly decreases of 98 individuals identified before intervention only 23 after the intervention. It concludes with this research that there is no statistical influence that the sowing of grasses (*Zea mays*) and legumes (*Phaseolus vulgaris*) influence the physical and chemical quality of the soil, but on a biological level there is an influence of the type negative because of the activity of harvesting or the use of chemicals, this causes the death of large numbers of species.

Keywords: Soil, Soil quality, Physical parameters, Chemical parameters, Biological parameters, Grass and leguminous crops.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un elemento natural muy complejo que puede presentar muchas variantes dependiendo de la región geográfica, de las transformaciones que el ser humano haya aplicado sobre el mismo, etc. Los indicadores de calidad de suelo constituyen herramientas que permiten visualizar el origen de los procesos de degradación y, a partir de esto, delinear pautas de manejo que tiendan a mitigarlos o revertirlos. En tal sentido, la evaluación de un determinado suelo provee de alertas tempranas de procesos de degradación del suelo y la instrumentación de políticas adecuadas de planificación del uso de la tierra.

La presente investigación que lleva por título “INFLUENCIA DE LOS CULTIVOS DE GRAMÍNEAS (Zea Mays) Y LEGUMINOSAS (Phaseolus Vulgaris) EN LA CALIDAD DEL SUELO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRÁN – HUÁNUCO, 2019”, se realizó la investigación debido a que en el Perú existen diversos problemas que afectan a los suelos y estas a su vez inciden en la baja producción agrícola. En la región de Huánuco, en el distrito de San Francisco de Cayrán, la principal actividad que realizan es la agrícola que es utilizado como sustento familiar, estas actividades vienen realizándose sin ningún apoyo técnico, por lo que hace que la producción agrícola en estas zonas descienda gradualmente.

Este trabajo de investigación, pretende determinar la influencia que tienen los cultivos de gramíneas y leguminosas en las características físicas, químicas y biológicas del suelo, para luego tomar medidas e implementar programas orientados con buenas prácticas en el manejo de los suelos para mejorar la calidad del suelo en estas zonas.

El desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó en cinco capítulos:

En el capítulo I, se formuló el planteamiento del problema, en el que se realizó la descripción las principales problemáticas encontrados en la zona de

estudio, para ello también se realizó la formulación de la pregunta principal y específicas del presente trabajo, así como los objetivos de la investigación, justificación, limitaciones y viabilidad de la investigación.

En el capítulo II, el marco teórico; para lo cual se realizó la descripción de los principales antecedentes encontrados (internacionales, nacionales y locales), así como las bases teóricas, las definiciones conceptuales, la formulación de la hipótesis, la determinación de las variables y su cuadro de operacionalización.

En el capítulo III, se determinó la metodología para dicha investigación, en ellas se definió el tipo, enfoque, alcance, diseño o tipo de investigación, la población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas para la presentación de todos los datos obtenidos.

En el capítulo IV, de Resultados, en el que se determinó el procesamiento de datos y la contrastación de hipótesis con su respectiva prueba de hipótesis.

En el capítulo V, se planteó la discusión de los resultados de toda la investigación realizada.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Los indicadores de calidad de suelo constituyen herramientas que permiten visualizar el origen de los procesos de degradación y, a partir de esto, delinear pautas de manejo que tiendan a mitigarlos o revertirlos. En tal sentido, la evaluación de un determinado suelo provee de alertas tempranas de procesos de degradación del suelo y la instrumentación de políticas adecuadas de planificación del uso de la tierra.

A nivel mundial la gestión sostenible del suelo puede incrementar el suministro de alimentos saludables y contribuir a reducir la inseguridad alimentaria de la población mundial sin embargo nosotros como población debemos minimizar la degradación de los suelos y restaurar la productividad de los suelos que ya están degradados, en aquellas regiones donde las personas son más vulnerables. (FAO, 2015).

A escala global, se pierden anualmente 75 mil millones de toneladas de suelo, que representan un costo de US\$ 400 mil millones, aproximadamente US\$ 70 por persona cada año (Lal, 1998). Para el conjunto de los países del sur de Asia, se estima la pérdida de productividad del suelo por erosión hídrica en US\$ 5.4 mil millones por año y la pérdida de productividad del suelo por erosión eólica en US\$ 1.8 mil millones por año (UNEP, 1994). En los Estados Unidos de América, el costo total de la erosión en tierras agrícolas llega a los US\$ 44 mil millones por año, lo que significa US\$ 250 por hectárea (Lal, 1998). También se ha calculado el impacto económico de procesos específicos de degradación como consecuencia del mal manejo de las tierras. Por ejemplo, la compactación de suelo en los EE.UU. genera pérdidas a nivel de finca de cerca de US\$ 1.2 mil millones por año (Gill, 1971). En Zimbabwe, el agotamiento de la fertilidad del suelo causa una reducción de las ganancias anuales del orden de los US\$ 1.5 mil millones (UNEP, 1994). Todas estas cifras son alarmantes. En realidad, se trata solamente de aproximaciones generales. Para obtener datos más precisos sobre el nivel de severidad, la

extensión y la tasa de degradación de las tierras por tipo de proceso, se requieren evaluaciones y monitoreos a mayor escala.

En el Perú los problemas que afectan a los suelos son graves, causan la destrucción de los mismos e inciden en la baja producción agropecuaria. La sierra peruana es la región que más seriamente se encuentra afectada por la erosión, no se tienen datos precisos sobre las pérdidas de suelo, los daños son grandes, debido a la presencia de enormes áreas de terrenos desnudas o con escasa vegetación, suelos superficiales y de pobres rendimientos. El proceso erosivo perjudica definitivamente a los agricultores disminuyendo ostensiblemente el abastecimiento de sus productos agropecuarios e industriales y, por lo tanto, el nivel de sus ingresos, incidiendo directamente al empobrecimiento de la población rural y como consecuencia la migración inmediata y progresiva del campo a la ciudad, forzando a los gobiernos de turno la importación de alimentos, por consiguiente, agravando la economía nacional.

En nuestro departamento de Huánuco tenemos al distrito de San Francisco de Cayrán donde existen centros poblados y caseríos que muchas veces por su lejanía han quedado olvidados por las autoridades de nuestro departamento, uno de los centros poblados es San Juan de Miraflores ubicado a 2785 msnm con una población de 41 habitantes que reporta el último censo del INEI, este se dedica a la actividad agrícola sin ningún apoyo técnico lo que hace que conforme pase el tiempo la producción en estas zonas descienda gradualmente, gracias a la ONG Islas de Paz y a mi persona quien estuvo a cargo de este proyecto, se evaluó el estado de estos suelos que año tras año vienen siendo degradados por los cultivos de estas zonas, una de las prioridades fue determinar el grado de degradación en que se encuentran para luego tomar las medidas necesarias e implementar más programas que estén orientados a las buenas prácticas en el manejo de los suelos por estas zonas.

1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA:

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será la influencia de los cultivos de gramíneas (*Zea Mays*) y leguminosas (*Phaseolus Vulgaris*) en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán – Huánuco, 2019?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

- ¿Cuál será la influencia del cultivo de gramíneas en las características físicas del suelo?
- ¿Cuál será la influencia del cultivo de leguminosas en las características físicas del suelo?
- ¿Cuál será la influencia del cultivo de gramíneas en las características químicas del suelo?
- ¿Cuál será la influencia del cultivo de leguminosas en las características químicas del suelo?
- ¿Cuál será la influencia del cultivo de gramíneas en las características biológicas del suelo?
- ¿Cuál será la influencia del cultivo de leguminosas en las características biológicas del suelo?
- ¿Cuáles serán las características físicas, químicas y biológicas del suelo?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Evidenciar la influencia de los cultivos de gramíneas (*Zea Mays*) y leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán – Huánuco, 2019.

1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evidenciar la influencia del cultivo de gramíneas en las características físicas del suelo.
- Evidenciar la influencia del cultivo de leguminosas en las características físicas del suelo.
- Evidenciar la influencia del cultivo de gramíneas en las características químicas del suelo.

- Evidenciar la influencia del cultivo de leguminosas en las características químicas del suelo.
- Evidenciar la influencia del cultivo de gramíneas en las características biológicas del suelo.
- Evidenciar la influencia del cultivo de leguminosas en las características biológicas del suelo.
- Describir la característica física, química y biológica del suelo cultivados con estas dos especies.

1.5. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de investigación en el aspecto social ayudo principalmente y de manera directa, a la población de San Juan de Miraflores, ya que los datos que se obtuvieron de la investigación nos sirvió para tener una idea de cómo es el estado real de los suelos que se tiene en estas zonas, se esperaba también que una vez obtenido los resultados de nuestra investigación se tome medidas para que la población se pueda capacitar en el buen manejo de los suelos de cultivo para que estos permitan el rendimiento óptimo en cuanto a las especies que se cultiven en estas zonas.

La investigación fue de mucha importancia ya que se evaluó la calidad del suelo donde se siembran tanto gramíneas como leguminosas; de tal manera se determinó cuáles son los componentes físicos que tienen los suelos de cultivo y así mismo se determinó y se comparó las características físico químicas.

En cuando a la relevancia científica de la investigación, se obtuvieron datos exactos que nos permitió mejorar nuestros conocimientos sobre cómo es la dinámica de los suelos en las zonas de la sierra, y si los cultivos viene afectando o no a la calidad de los suelos, es necesario de esta manera aportar a nuestra línea de investigación que es la calidad de los suelos para sacar conclusiones más adelante de cómo estos ambientes naturales vienen siendo modificados por la mano del hombre en la obtención de productos gracias a ellos.

En el aspecto personal, el interés de saber sobre la calidad de los suelos fue lo que me motivo hacer este tipo de investigación, ver como las personas forjan parte de su sustento diario a través de la agricultura, y sin ningún tipo

de capacitación por parte de las entidades públicas o privadas, gracias a mi persona y a la ONG Islas de Paz, nos pusimos como objetivos saber cómo el sembrío de cultivos de manera tradicional viene afectando la calidad de los suelos, sabiendo esto podemos impulsar más adelante, medidas fáciles y prácticas, para que estas personas no afecten uno de los servicios más preciados que nos brinda nuestro ecosistema, que son los suelos.

Esperamos tener muy buenos resultados que nos permitan llevar a un buen diagnóstico en cuanto a la calidad de suelos en estas zonas.

1.6. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- Una de las limitantes que se tuvo fue que en la ciudad de Huánuco no existen un laboratorio que cuente con la implementación necesaria para el análisis de suelo requerido, por lo que se tuvo que enviar las muestras de suelo hasta la ciudad de Tingo María, en el laboratorio de suelos de la UNAS, proporcionándonos este traslado un gasto adicional económico.
- No se contó con la accesibilidad y disponibilidad de movilidad para llegar al lugar de estudio, siendo una de las limitantes principales durante la ejecución de la investigación.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue viable por cuanto se contó con el soporte técnico necesario, se tuvo a disposición del laboratorio de la Universidad Agraria de la Selva para la evaluación de las muestras de suelo en los aspectos físico - químico y biológico.

Coordenadas UTM del área a Monitorear para Phaseolus Vulgaris

Vértices	Este	Norte	Altitud
1 Punto	0358583	8902695	2051 msnm
2 Punto	0.353586	8902773	2049 msnm
3 Punto	0353663	8902778	2052 msnm
4 Punto	0353657	8902708	2038 msnm

Coordenadas UTM del área a Monitorear para Zea Mays

Vértices	Este	Norte	Altitud
1 Punto	0352614	8902649	2060 msnm
2 Punto	0.352526	8902658	2064 msnm
3 Punto	0352556	8902618	2070 msnm
4 Punto	0352562	8902609	2071 msnm
5 punto	0352594	8902593	2067 msnm

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Duval M. (2015). Argentina. **“Evaluación de la calidad física de los suelos de la región pampeana: efecto de las prácticas de manejo”**. La adopción de la siembra directa (SD) ha aumentado a nivel mundial durante las últimas décadas y particularmente en Argentina, aunque a veces existen dudas en cuanto al efecto que puede producir sobre las propiedades físicas del suelo. Por ello, la siguiente investigación tuvo **como objetivo**; evaluar los cambios debidos al uso e intensidades de manejo sobre algunos parámetros del suelo asociados con la porosidad y almacenamiento de agua en cuatro sitios de la Pampa Argentina. La **metodología** que se instauró fue en cada sitio, se seleccionaron lotes con diferentes manejos agrícolas (Buenas Prácticas -BP- y Malas Prácticas -MP-) y un natural (Ambiente Natural -AN-). **Los resultados y las conclusiones** fueron; que los menores niveles de carbono orgánico total (COT) por efecto de las prácticas agrícolas causaron una disminución de la porosidad total de los suelos, reflejándose principalmente en el menor volumen de macroporos ($>30\ \mu\text{m}$), los cuales disminuyeron un 12% en promedio. El uso agrícola generó una compactación, aunque no crítica, a expensas de una disminución de los macroporos, mientras diferencias entre BP y MP estuvieron influenciadas por el tipo de suelo analizado. En relación al tipo de suelo, los Argiudoles (suelos limosos), fueron más vulnerables a la intensificación agrícola aumentando los procesos de degradación por compactación. El COT y el IEE fueron las únicas variables donde se observaron valores inferiores al óptimo en los tratamientos agrícolas. Debido a la estrecha relación entre las propiedades físicas y el IEE, este último puede ser útil para evaluar el impacto de diferentes usos e intensidades de manejo sobre la calidad física de los suelos, donde valores $<6,13$ pueden generar problemas de compactación.

Martínez J. (2015). Argentina. **“Indicadores edáficos de la calidad de suelos con trigo bajo siembra directa en el sudoeste bonaerense”**. En la actualidad, resulta necesario contar con información científica que permita

seleccionar indicadores de calidad de suelos (CS) en el sudoeste bonaerense (SOB). **El objetivo** de este trabajo fue evaluar diferentes indicadores químicos, físicos y biológicos de la calidad de suelos que permitan maximizar la productividad del trigo (*Triticum aestivum* L.) y determinar cuáles son los más importantes en suelos bajo siembra directa (SD) del SOB. **La metodología** consistió en lo siguiente; durante los años 2010 y 2011 se muestrearon 57 lotes de productores en 0-20 cm con trigo bajo SD, situados en la región semiárida (RSA) y subhúmeda (RSH) bonaerense. Se utilizaron componentes principales (CP) con indicadores químicos, físicos y biológicos; en función del rendimiento en grano. **Los resultados y las conclusiones** fueron las siguientes; el análisis de CP explicó un 75 y 87% de la variabilidad total del rendimiento de trigo para RSA y RSH, respectivamente. En RSA, las variables más importantes seleccionadas fueron COT, Nt, COPf, CHt y CHs para CP1; N-MOP en CP2; Pe y Npm en CP3. Para RSH, las variables más importantes seleccionadas como indicadores de calidad fueron Pe para CP1; COPg en CP2, pH en CP3 y CHt en CP4. En RSA, las fracciones más lábiles del C y sensibles resultaron indicadores de gran importancia por la variabilidad en los aportes de fracciones lábiles por los residuos de cultivos en esta región. En RSH, el rendimiento de trigo estuvo mayormente explicado por un menor número de variables, sin embargo, no tuvieron importancia las fracciones lábiles en el rendimiento.

Volveras B. y Amezquita E. (2016). Colombia. **“Indicadores de calidad física del suelo de la zona cerealera andina del departamento de Nariño, Colombia”**. Con el fin de determinar los cambios de algunos indicadores de calidad física en suelos en la zona cerealera fría de Nariño, Colombia, se evaluó el efecto del tiempo de uso en diferentes sistemas y pendientes. Los **resultados** mostraron que el aumento del tiempo de uso generó cambios negativos en algunos indicadores hídricos y volumétricos. El agua disponible disminuyó de manera proporcional a la profundidad, en un 12 % y un 33 % para suelos cultivados durante 45 y 70 años, respectivamente. El cambio a uso agrícola de rotación trigo-maíz (rt-m) durante 25 y 70 años aumentó el nivel de escorrentía en un 95 % y un 97 % respectivamente en cuanto al testigo, lo que significa que algunas propiedades hídricas del suelo se afectan

antes de los 25 años de uso intensivo. Frente al testigo, la densidad aparente del suelo con pastura se incrementó un 27,6 % y la del suelo con uso agrícola se incrementó un 10 %. Para el suelo con uso agrícola (rt-m) no hubo diferencias en densidad aparente ni densidad real, lo que sugiere que, en pocos años de uso, el suelo pierde volumen. Con excepción de la pastura, la porosidad total alcanzó valores agronómicos aceptables, con porcentajes de microporos mayores al 50 % de la porosidad total, lo que puede generar problemas de drenaje, suministro de agua y transporte de nutrientes hacia las plantas. **Las conclusiones** fueron en la zona cerealera fría andina de Nariño, la labranza intensiva por largos periodos de tiempo generó cambios negativos importantes en los suelos, relacionados con pérdida de volumen, porosidad total y composición textural, lo cual puede conducir a problemas en el drenaje, en la transmisión de agua en la disminución de la conductividad hídrica. Los cambios y comportamientos de las características descritas permiten inferir que es necesario modificar y mejorar las prácticas de uso de la tierra que generan su degradación. Se requiere trabajar en la reducción del impacto del uso del suelo mediante el mejoramiento de la práctica de labranza y la generación de secuencias agrícolas que involucren especies en rotación que faciliten la acumulación de materia orgánica de mejor calidad y cantidad.

Zilio J. (2016). Argentina. **“Aspectos de calidad de suelos representativos del sur de la provincia de Buenos Aires y efectos de la actividad agropecuaria sobre la misma.”** Los objetivos del presente trabajo fueron: I) evaluar el impacto de las actividades agropecuarias tradicionales sobre la calidad de suelos característicos de la zona de influencia de la EEA Bordenave; II) relacionar los cambios observados en indicadores e índices seleccionados con factores de sitio, para establecer impactos diferenciales de las actividades productivas y III) investigar distintos indicadores de calidad de suelos, e índices derivados, para determinar aquellos más apropiados para este tipo de evaluaciones en la región. **La metodología** fue; se tomaron muestras de cuatro suelos representativos del área, bajo tres manejos agropecuarios de diferente intensidad: Inalterado (I), Moderado (M), Agresivo (A). El primero consistió en lotes con escaso disturbio antrópico, incluyéndose pasturas longevas, cascotes, parques y esquineros. El

manejo M incluyó lotes con cierto nivel de aplicación de buenas prácticas, como rotación de cultivos, inclusión de pasturas, reposición de nutrientes y/o labores conservacionistas. El manejo A, refirió a lotes con alta frecuencia de labores mecánicas, escaso control de malezas, alta frecuencia de cultivos y nula reposición de nutrientes. Sobre las muestras extraídas se determinó: Carbono Orgánico Total (COT), fraccionamiento físico de CO: Carbono orgánico particulado grueso (COPg 100-2000 μ m), Carbono orgánico particulado fino (COPf 50-100 μ m), Carbono orgánico asociado a la fracción mineral (COM <50 μ m), índice estructural (IE) para COT y sus fracciones, hidratos de carbono solubles (HCs) y totales (HCt), pH, fósforo extraíble, fósforo orgánico e inorgánico (Po y Pi), densidad aparente (Dap), densidad aparente máxima (Dap Máx.), compactación relativa (CR), estabilidad estructural (EE) a partir del cambio del diámetro medio ponderado (CDMP) y del diámetro medio ponderado (DMP), con tres pretratamientos según método de Le Bissonnais (DMPLB1, DMPLB2 y DMPLB3) índice de estabilidad estructural (IEE) y fracción erodable (FE). **Los resultados** indican que las actividades agropecuarias tradicionales impactaron en forma negativa sobre la calidad de suelos determinando pérdidas de: COT, COPg y COM, hidratos de carbono totales y solubles, disminuciones en el IE calculado para COT y COM, y en la EE. La magnitud del impacto se relacionó principalmente con las características de los suelos (composición granulométrica), y ambientales (clima y régimen de humedad del suelo). Suelos de baja capacidad de uso en ambientes marginales generalmente presentaron diferencias de menor magnitud entre los distintos manejos que aquellos ambientes de alto potencial productivo. Numerosos indicadores acusaron el efecto del manejo agropecuario en todos los suelos evaluados, mostrando diferencias en los valores correspondientes a los manejos M y A respecto de I, siendo los siguientes: COT (capas 0-10 y 10-20 cm), COPg (capa 10-20 cm), COM (capas 0-10 cm y 10-20 cm), IE COT (capas 0-10 y 10-20 cm), IE calculado para COM (capas 0-10 y 10-20 cm), HCt capa 0-10 cm y HCs estimado sobre masa de suelo equivalente, HCs capa 0-20 cm, Pi capa 0-10 cm, CDMP, DMPLB y DMP>. Algunos resultaron especialmente adecuados para los ambientes údicos pero no así en los ústicos, aunque las tendencias resultaran similares: COPf, HCt sin ajustar y ajustado por masa de suelo equivalente, P

extraíble y Dap Máx. Finalmente, el DMP< resultó útil sólo en los suelos ústicos. Solo unos pocos indicadores permitieron evaluar el efecto del factor intensidad de uso: cantidad de COT perdida con respecto a I, IE calculado para COM (capa 10-20 cm) y DMPLB3 (sólo en los suelos con mayor contenido de arcilla+limo, SG y CS). De los indicadores evaluados, no registraron cambios debidos al manejo agropecuario: pH, CR (%), IEE (%) y FE (%). De acuerdo con los resultados obtenidos y en función de la correlación existente entre algunos de los indicadores estudiados, se postula que es posible definir un set mínimo con posibilidades de evaluar el impacto del uso de la tierra sobre la calidad de estos suelos. En este conjunto se incluyen tentativamente: contenido de COT, IE COT e IE COPg.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Arévalo E. (2014). Lima. “**Dinámica de los indicadores de calidad del suelo en el manejo de sistemas agroforestales con cacao**”. La comunidad de microorganismos juega un rol crucial para mantener la calidad y fertilidad del suelo. Por lo tanto, es importante conocer la comunidad microbiana y su interrelación con el cultivo de cacao manejado bajo dos sistemas de producción. Para lograr **este objetivo**, se instaló un ensayo en la estación experimental “El Choclino”, del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), Tarapoto, San Martín, Perú. **La metodología** consistió en diseñar dos sistemas de producción de cacao, uno bajo la forma tradicional (ITAS) y el otro, agroforestal (INAS), en ambos sistemas se trasplantaron diez genotipos de cacao y fueron comparados con un híbrido local. Los muestreos de suelos para los análisis físicos, químicos y comunidad microbiana del suelo, se realizaron en ambos sistemas, por genotipos, por tres profundidades (0-20, 20-40 y 40-60 cm) durante los años (2004, 2006, 2008 y 2010). Se evaluaron los cambios en las propiedades físico-químicas del suelo y como van variando las poblaciones microbianas (hongos y nematodos) en cada sistema, genotipo, profundidad y año. En base a estas mediciones se calculó el Índice de Calidad de Suelos (ICS) para los sistemas evaluados. Dentro de las propiedades físicas la densidad aparente (g/cm³) y porosidad (%) son los indicadores cuyas medias **resultaron** estadísticamente diferentes en la mayoría de evaluaciones, del mismo modo, el pH, contenido de materia

orgánica, NPK y micro elementos son los indicadores químicos cuyas medias resultaron estadísticamente diferentes en los sistemas evaluados. La abundancia total de hongos (ufc/g) y nematodos (individuos/100cc suelo), riqueza e índices de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson fueron influenciados por los sistemas a través de los años. **Se concluye;** que la alteración del ambiente natural produce una serie de cambios físicos, químicos y biológicos del suelo y por consiguiente también influyeron en la calidad de los suelos para una agricultura sustentable.

Lazo M. (2018). Lima. “**La macrofauna como indicador de calidad biológica del suelo en diferentes sistemas de producción en la universidad nacional agraria la molina**” Conservar la calidad inherente de los suelos es uno de los principales retos del presente siglo, por este motivo la Asamblea General de la ONU declaró el 2015 como Año Internacional de los Suelos, **con el objetivo** fundamental de aumentar la concientización y la comprensión sobre la importancia de los suelos para garantizar la seguridad alimentaria y las funciones ecosistémicas esenciales del planeta. Sin embargo, a pesar de esta preocupación creciente sobre la conservación del suelo y su impacto en el bienestar de la humanidad y el ambiente, aún no hay criterios universales para evaluar los cambios de la calidad del suelo. Por ello, es preciso contar con indicadores fiables y prácticos que nos puedan servir para evaluar la condición actual del suelo. De aquí que, el presente trabajo evaluó cuatro sistemas productivos (Agricultura orgánica, agricultura convencional, sistema pastizal y sistema forestal) a dos niveles: nivel superficial, de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm de profundidad, en suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina; **Con el objetivo** de determinar la influencia del manejo agronómico en la densidad y diversidad de lombrices de tierra y presencia de macrofauna edáfica, y que estas variables puedan ser consideradas como indicadores prácticos de la calidad del suelo. A los datos se aplicó la prueba estadística Kruskal - Wallis, que encontró diferencias significativas en los **resultados** sobre la densidad de lombrices de tierra en los 30 primeros cm de suelo, siendo los mejores resultados en el sistema pastizal orgánico con 170.67 individuos/m² y agricultura orgánica con hortalizas con 69.33 individuos/m². A la profundidad de 30 a 60 cm no se

hallaron diferencias significativas en la densidad de lombrices. Tampoco se encontraron diferencias a ninguna profundidad para la densidad de macrofauna. Sin embargo, se **concluyó** que el manejo agronómico si influye en la calidad del suelo.

Alvarado C. (2018). Pasco. **“Evaluación de parámetros inorgánicos establecidos en los estándares de calidad ambiental para suelo (D.S. N° 011 – 2017 MINAM); distrito de simón bolívar – provincia de Pasco”** El **objetivo** de la investigación fue Evaluar la Calidad de los Parámetros Inorgánicos establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para suelo (D.S. N° 011 – 2017 MINAM) del Distrito de Simón Bolívar – provincia de Pasco. El **método de investigación** se realizará mediante el siguiente procedimiento: Trabajo de Gabinete (Planificación del trabajo); Se basa en la planificación del trabajo y la coordinación con el laboratorio y monitorista, el envío de las bolsas plásticas para muestreo, las etiquetas, la cadena de custodia, y el trabajo de campo, la preparación de los materiales y la gestión para el transporte y determinación de puntos de muestreo. Trabajo de campo – Recolección de muestras en campo; El trabajo in situ que se realiza es la locación de los puntos, así mismo la georreferenciación del punto, el muestreo compuesto lineal y la homogenización de la muestra, el transporte de punto a punto, el etiquetado de la muestra, la elaboración de la cadena de custodia y el envío de la muestra al laboratorio correspondiente. Trabajo de Gabinete – Análisis de Datos; Una vez obtenido los resultados, se procederá a hacer el análisis estadístico correspondiente para la interpretación de los resultados y determinación de posibles causas que influyan en el resultado, el análisis según el ECA suelo y la interpretación del mismo, Las **conclusiones y resultados** fueron 1. La calidad del suelo del distrito de Simón Bolívar, provincia de Pasco; no cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo en una gran mayoría de parámetros, lo que demostraría que existe una exposición de suelos negativa para la población del distrito mencionado.2. Un 56.77% de los resultados de los parámetros evaluados sobrepasan el ECA Suelo de Uso Agrícola, denotando una calidad de suelos desfavorable en la categoría de Uso de Suelo mencionada.3. Un 56.25% de los resultados de los parámetros evaluados sobrepasan el ECA Suelo de Uso Residencial/Parques,

denotando una calidad de suelos desfavorable en la categoría de Uso de Suelo mencionada. 4. Un 31.77% de los resultados de los parámetros evaluados sobrepasan el ECA Suelo de Uso Comercial/Industrial/Extractivo, denotando una tercera parte de los resultados desfavorable para la categoría de Uso de Suelo mencionada. 5. En los puntos de muestreo; S-8 (Av. San Sebastián a 200 mts. De laguna de oxidación), S-15 (Estadio de Paragsha), S-24 (Ba. Ayapoto). Se muestran altas concentraciones de los parámetros Arsénico, Cromo total, Cadmio y Plomo, siendo zonas críticas. Su contacto directo podría causar problemas de salud a la población. 6. Los resultados para el parámetro Plomo sobrepasan los ECA Suelo de Uso Agrícola y Residencial/Parques en todos los puntos de muestreo.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Huamán O. (2016). Huamalíes. **“Indicadores de la calidad de suelos en tres sistemas de uso de la tierra, sector Shitari, Huamalíes”** La investigación se desarrolló en el sector Shitari provincia de Huamalíes; región Huánuco donde se evaluó la calidad de suelo en tres sistemas de uso, evaluando las propiedades físicas, químicas y biológicas como densidad, biomasa e índices de diversidad de la macrofauna del suelo. **Los objetivos** de la investigación fueron: determinar los indicadores físicos y químicos del suelo, identificar y cuantificar la macrofauna a diferentes profundidades en tres sistemas de uso de la tierra (cultivo de plátano con cacao, cítrico con cacao y cultivo de cacao) y correlacionar las propiedades fisicoquímicas del suelo con las propiedades biológicas. **Los resultados obtenidos** presentaron suelos de textura franca óptimos para los cultivos establecidos, de estructura granular, y buena densidad aparente de (1.45 a 1.51 g/cm³) y resistencia a la penetración de (1.5 a 1.8 g/cm²). Los indicadores químicos presentan reacciones extremadamente ácidas con contenidos medios en materia orgánica, nitrógeno y fósforo y bajo en potasio, asimismo obtuvo un bajo potencial de nutrientes por su baja capacidad de cambio (7.48 a 10.52 meq/g suelo). Para los indicadores biológicos se obtuvieron un bajo índice de diversidad (0.65 a 0.98 H'), con densidades desde los 72 hasta los 84 ind.m⁻², y biomasa 7.9 hasta 10.78 g.m⁻², asimismo Himenóptera fue el más predominante seguido por Haplotaxida e isóptera en los tres sistemas,

finalmente se obtuvo la relación entre la biomasa edáfica del suelo con la materia orgánica y el nitrógeno, y la densidad de especies con K₂O.

Pérez P. (2015). Tingo María. **“Evaluación de la calidad del suelo en relación al cultivo de sachá inchi (*Piukenetia volubilis* L.) En Tingo María”**.

El presente trabajo de investigación se realizó en los ambientes del Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en el campo agrícola ubicado a 6.02 km de la carretera Tingo María - Pucallpa, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, Perú; a una altura de 636 msnm, latitud sur 09°14'39" y Longitud oeste 75°59'37.9"; cuyos **objetivos fueron los siguientes**: Efecto del cultivo sachá inchi (*Piukenetia volubilis* L.) en la gestión de la calidad del suelo, influencia de densidades de siembra sobre la conservación de suelos; efecto de dos ecotipos y cuatro densidades de siembra sobre variables biométricas y producción de sachá inchi e interpretación económica y rentable del cultivo instalados en un suelo de textura franco-limoso, con pH moderadamente ácido; contenido medio de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica. Los componentes en estudio, representados por ecotipos de sachá inchi: S:7 y S:13 y densidades de siembra: 1667, 1333, 1111 y 952 pi ha⁻¹, respectivamente. Se empleó una **metodología** con diseño experimental de diseño de bloques completamente al azar, con arreglo factorial 2A x 4B, con 3 repeticiones, asignándose cada ecotipo a las densidades de siembra; sometidos a la prueba de Duncan a un nivel de significancia de 0,05. **Los resultados** frente a los ecotipos estudiados fueron, la altura de planta y diámetro de tallo están ligados a la constitución genética de la planta y no a las densidades empleadas. Sin embargo, están relacionados a las densidades de siembra, el distanciamiento de entrenudos e índice de área foliar. Por otro lado, la densidad de 952 pi ha⁻¹ obtuvo el máximo rendimiento de 1.27 t ha⁻¹, seguido por las densidades de 1667, 1111 y 1333 pi ha⁻¹ con rendimientos de 1.07, 0.95 y 0.58 t ha⁻¹; de manera que, el ecotipo S:13 resultó ser superior con 1.27 t ha⁻¹ frente al ecotipo S:7 con 0.29 t ha⁻¹. Es así que, la rentabilidad obtenida en base a costos directos e indirectos y el valor de producción, el ecotipo S:13, con densidad de siembra de 952 pi ha⁻¹ resultó ser más beneficioso con 426.11% de índice de rentabilidad y relación beneficio/costo

de 5.26%; mientras que el ecotipo S:7, con una densidad de siembra de 952 pi ha⁻¹ ocupó el último lugar ofreciendo 19.72% de índice de rentabilidad y relación beneficio/costo de 1.20%. Sin embargo, la calidad del suelo, en base a la capacidad retentiva de agua, densidad aparente, compactación, pH, nitrógeno, fósforo, potasio, porcentaje de bases cambiables, materia orgánica y nitrógeno total, no estuvieron influenciados por los ecotipos y densidades de siembra, debido al poco tiempo del experimento, lo que no sucedió con la respuesta obtenida para la respiración microbiana y el porcentaje de bases cambiables a una densidad de 952 pi ha⁻¹.

Palomino T. (2015). Chinchao. **“Calidad de los suelos en vegetación de diferentes edades en la localidad caracol – distrito Chinchao-Huánuco”**. El presente trabajo de investigación, se realizó entre los meses de junio a diciembre del año 2015, en la localidad Caracol, ubicado políticamente en el departamento de Huánuco, provincia de Huánuco, distrito de Chinchao, a una altitud comprendida desde 1480 a 1835 msnm. **El objetivo** de la investigación fue evaluar la calidad de los suelos en la vegetación de diferentes edades para lo cual se seleccionaron al azar seis estratos en base a los diferentes estados sucesionales y en relación a las características de suelo, logrando identificar las edades de cada vegetación (<1 año, 3 años, 5 años, 10 años, 20 años, >30 años), clasificándolo de acuerdo a las especies dominantes de cada estrato de vegetación. En la evaluación se realizó el análisis de los indicadores físicos, químicos y biológicos. En los indicadores físicos se determinaron: Textura, estructura, capacidad de retención de agua, resistencia a la penetración, infiltración, densidad aparente, temperatura y profundidad efectiva; encontrándose diferencia estadística en la vegetación de diferentes edades, empleando la prueba de DGC al 5% del nivel de significancia. Los **resultados** fueron en los indicadores químicos se determinaron: Nitrógeno total, fósforo disponible, potasio disponible, reacción del suelo, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico; según la prueba de DGC al 5% de nivel de significancia en la vegetación de diferentes edades no se encontró diferencia estadística en el potasio disponible y materia orgánica del suelo. En los indicadores biológicos se determinaron: El número de lombrices, numeración microbiana, biomasa microbiana y respiración

edáfica. Para lo cual sólo hubo significancia estadística con la prueba de DGC al 5%, en el número de lombrices y respiración microbiana. La calidad de los suelos en vegetación de diferentes edades se determinó de acuerdo a sus indicadores físicos, químicos y biológicos. Los suelos de la vegetación <1 y 3 años tiene efectos positivos en base al pH, materia orgánica y temperatura; la de 5 años tiene efectos en base a la capacidad de retención de agua, temperatura, nitrógeno total y materia orgánica; la de 10 años tiene efectos en cuanto a la temperatura, fosforo disponible, pH, materia orgánica y número de lombrices; la de 20 años tiene efectos positivos en base a la capacidad de retención de agua, profundidad efectiva, temperatura, nitrógeno total, fosforo disponible, pH y materia orgánica; y la vegetación >30 años tiene efectos positivos en base a su densidad aparente, profundidad efectiva, nitrógeno total, fosforo disponible y respiración edáfica.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 Calidad del suelo

La calidad del suelo abarca los componentes físicos, químicos y biológicos y sus interacciones. Por esto, para captar la naturaleza holística de la calidad, o salud, del suelo, deberán ser medidos todos los parámetros. Es la capacidad específica que tiene un suelo para funcionar en un ecosistema natural o antrópico (generado por el hombre), para sostener o mejorar la productividad de las plantas y animales, controlar la polución del agua y del aire, favorecer la salud y la habitación del hombre. Enfoca en forma integral los efectos que pueden tener sobre el suelo los diferentes usos y las actividades tecnológicas (erosión, salinización, acidificación, pérdida de materia orgánica, contaminación química). Lo novedoso de este concepto es que la calidad aquí no es sinónimo de producir, es decir el suelo de mejor calidad es el que produce cultivos de alta calidad, sino se considera al suelo como parte del sistema ecológico, el cual interactúa y afecta a otras partes. Calidad entonces es la capacidad de producir sin resultar degradado o sin perjudicar al ambiente. La salud de un suelo se determina por una evaluación a través del tiempo de su calidad. (ACTON, 1995).

2.2.2 Indicadores de la calidad del suelo

Los indicadores de la calidad del suelo pueden ser propiedades físicas, químicas y biológicas, o procesos que ocurren en él, los indicadores deben permitir: analizar la situación actual e identificar los puntos críticos con respecto al desarrollo sostenible; analizar los posibles impactos antes de una intervención; monitorear el impacto de las intervenciones antrópicas; y ayudar a determinar si el uso del recurso es sostenible. (G., 1980).

Para que las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo sean consideradas indicadores de calidad deben cubrir las siguientes condiciones:

- Escribir los procesos de ecosistemas.
- Integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Reflejar los atributos de sostenibilidad que se quieren medir.
- Ser sensitivas a variaciones de clima y manejo.
- Ser sensitivas a los cambios en el suelo que ocurren como resultado de la degradación antropogénica.
- Ser componentes de una base de datos del suelo ya existentes.

Indicadores físicos.

A continuación, en la **Tabla 1.** se muestra los principales indicadores físicos que determinan la calidad del suelo.

Tabla 1. *Indicadores físicos de la Calidad del suelo*

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo.	Valores o unidades relevantes, comparaciones para evaluación
Textura	Retención y transporte de agua y minerales; erosión del suelo	% (arena, limo y arcilla); pérdida de sitio o posición del paisaje
Profundidad (suelo superficial y raíces)	Estimación del potencial productivo y de erosión	cm; m
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lixiviación, productividad y erosión	Min/2, 5 cm agua; g/cm ³
Capacidad de retención de agua	Contenido en humedad, transporte, erosión, humedad aprovechable, textura, materia orgánica	% (cm ³ /cm ³); cm humedad aprovechable/30 cm; intensidad de precipitación (mm/h)
Estabilidad de agregados	Erosión potencial de un suelo, infiltración de agua	% (agregados estables)

Fuente: Ministerio de Agricultura

Indicadores químicos.

A continuación, en la **Tabla 2.** se muestra los principales indicadores químicos que determinan la calidad del suelo.

Tabla 2. *Indicadores químicos de la Calidad del suelo*

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo	Valores o unidades relevantes
Contenido en materia orgánica	Fertilidad del suelo, estabilidad y grado de erosión, potencial productivo	kg (C o N)/ha
pH	Actividad química y biológica	Comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana
Conductividad eléctrica	Actividad microbiológica y crecimiento de plantas	Ds/m; comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana.
N, P, K extraíbles	Disponibilidad de nutrientes para las plantas, indicadores de productividad y calidad ambiental	Kg/ha; niveles suficientes para el desarrollo de los cultivos
Capacidad de intercambio catiónico	Fertilidad del suelo, potencial productivo	Mol/kg
Metales pesados disponibles	Niveles tóxicos para el crecimiento de las plantas y la calidad del cultivo.	Concentraciones máximas en agua de riego.

Fuente: Ministerio de la Agricultura

Indicadores biológicos.

A continuación, en la **Tabla 3.** se muestra los principales indicadores químicos que determinan la calidad del suelo.

Tabla 3. *Indicadores biológicos de la Calidad del suelo*

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo	Valores o unidades relevantes
Contenido de biomasa microbiana	Potencial catalizador microbiano, reposición de C y N	Kg (C o N)/ha relativo al C, N total o al CO ₂ producido
Nitrógeno mineralizable	Productividad del suelo y aporte potencial de N	Kg N*ha ⁻¹ *dia ⁻¹ relativo al C, N total
Aireación, contenido en agua, temperatura	Medición de la actividad microbiológica	Kg N*ha ⁻¹ *dia ⁻¹ relativo a la actividad de la biomasa microbiana; pérdida de C contra entradas al reservorio total de C
Contenido de lombrices	Actividad microbiana	Numero de lombrices
Rendimiento del cultivo	Producción potencial del cultivo, disponibilidad de nutrientes	Kg producto/ha

Nota: Fuente. Ministerio de Agricultura

2.2.3 Macrofauna edáfica

La Macrofauna edáfica está compuesta por animales invertebrados que pasan toda o una parte de su vida dentro del suelo, sobre la superficie inmediata de este, en la hojarasca superficial y los troncos caídos en descomposición. Poseen un ancho de cuerpo o diámetro mayor de 2 mm y una longitud igual o mayor de 10 mm; por lo que son posibles de detectar a simple vista, a diferencia de otros invertebrados más pequeños que integran la meso fauna (diámetro entre 0.2 – 2 mm) y la micro fauna edáfica (diámetro menor de 0.2 mm). (Brown, y otros, 2001). Por otra parte, a partir de su función e impacto en el suelo, de su forma de vida y de su fuente de alimentación o hábito alimentario, la Macrofauna se puede dividir en distintos grupos funcionales, entre ellos los detritívoros, los herbívoros y los depredadores, y con una repercusión especial en la evolución y productividad del suelo se pueden señalar a los ingenieros del ecosistema. (Zerbino, Altier, & Rodríguez, 2008).

A continuación, se detallan los grupos de invertebrados que integran la Macrofauna edáfica y que con mayor frecuencia se encuentran en el suelo, así como las diferentes funciones que ellos realizan **Tabla 4**. (Dávila, 2014).

Tabla 4. Grupos que componen la Macrofauna del suelo.

Nombre común	Grupo taxonómico o reconocido (Clase, Orden o Familia)	Grupo Funcional
Lombrices de tierra	Haplotaxida	Detritívoros e ingenieros del suelo
Babosas y caracoles	Gastropoda	Detritívoros Depredadores
Cochinillas	Isopoda	Detritívoros
Milpiés	Diplopoda	Detritívoros
Ciempíes	Chilopoda	Depredadores
Arañas	Araneae	Depredadores
Arañas patonas	Opiliones	Depredadores
Falsos escorpiones	Pseudoscorpionida	Depredadores

Cucarachas	Insecta - Dictyoptera	Detritívoros Herbívoros Depredadores
Escarabajos	Insecta – Coleoptera	Detritívoros Herbívoros Depredadores
Tijeretas	Insecta - Dermaptera	Detritívoros Depredadores
Moscas y mosquitos	Insecta – Diptera	Detritívoros Depredadores
Chinches y salta hojas	Insecta – Hemiptera	Herbívoros
Hormigas	Insecta – Hymenoptera – Formicidae	Omnívoros, Depredadores e ingenieros del suelo
Termitas o comejenes	Insecta - Isoptera	Detritívoros e ingenieros del suelo
Mariposas y orugas	Insecta - Lepidoptera	Herbívoros
Grillos y saltamontes	Insecta - Orthoptera	Herbívoros

Fuente. Cabrera - Dávila

2.2.4 Propiedades físico químicas del suelo

Las principales propiedades físicas del suelo son el color, la textura, la estructura y las relacionadas con la capacidad de retención de agua en el suelo (Carbajal, 1997).

Propiedades físicas

Color.

Esta propiedad permite deducir rasgos importantes en el suelo: un color oscuro o negro indica contenido alto en materia orgánica, color blancuzco presencia de carbonatos y/o yesos, colores grises/verdes/azulados hidromorfia permanente. El color se caracteriza por tres parámetros que son: Matiz o Hue, que expresa la longitud de onda dominante en la radiación reflejada. Se consideran cinco colores principales (R, rojo; Y, amarillo; G, verde; B, azul y P, purpura) y cinco intermedios. Brillo o Value que expresa la posición de luz

reflejada y mide el grado de claridad o de oscuridad relativa del color comparado con el blanco absoluto. Intensidad o Croma que expresa la pureza relativa del color del matiz de que se trate. Un horizonte puede presentar un color uniforme o presentar manchas de distinto color. (Carbajal, 1997).

Textura.

El suelo está constituido por partículas de diferente tamaño. Conocer la granulometría es esencial para cualquier estudio del suelo. Para agrupar a los constituyentes del suelo según su tamaño se han establecido muchas clasificaciones. Básicamente todas aceptan los términos de grava, arena, limo y arcilla, pero difieren en los valores de los límites establecidos para definir cada clase. Definimos textura del suelo como la relación existente entre los porcentajes de las diferentes fracciones (arena, limo y arcilla). Las combinaciones posibles de estos porcentajes pueden agruparse en unas pocas clases de tamaño de partículas o clases texturales. Se utilizan numerosos tipos de diagramas (circulares, de barras), pero el más ampliamente empleado es el triángulo de texturas o Diagrama Textural. (Carbajal, 1997).

Estructura.

Las partículas no se suelen presentar en el suelo de un modo totalmente independiente, sino que se encuentran más o menos ligadas unas a otras, constituyendo los agregados. Así, la estructura de un suelo se puede definir como “el modo de agregación o unión de los constituyentes del suelo (partículas minerales, materia orgánica, etc.)”. Entre los factores que influyen o determinan la morfología de la estructura están: a) la cantidad o porcentaje del material o matriz que une las partículas del suelo (carbonatos, arcilla, materia orgánica); b) la textura; c) la actividad biológica del suelo (lombrices) y d) la influencia humana (en el horizonte cultivado se forma una estructura con una morfología totalmente distinta a la natural que poseía el suelo). (Carbajal, 1997).

Densidad Aparente.

El suelo como todo cuerpo poroso tiene dos densidades. La densidad real (densidad media de sus partículas sólidas) y la densidad aparente (teniendo en cuenta el volumen de poros).

La densidad aparente refleja el contenido total de porosidad en un suelo y es importante para el manejo de los suelos (refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire). También es un dato necesario para transformar muchos de los resultados de los análisis de los suelos en el laboratorio (expresados en % en peso) a valores de % en volumen en el campo. (Carbajal, 1997).

Propiedades físico-químicas

Cambio iónico.

Se define el cambio iónico como los procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo, adsorben iones de la fase líquida liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambos.

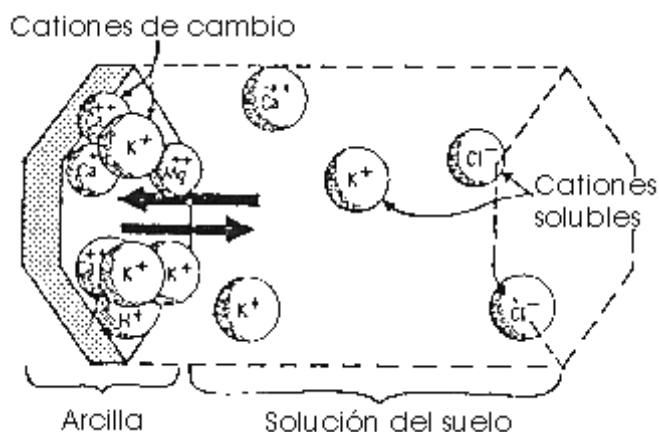


Figura 1. Cambio iónico en el suelo

Es un proceso dinámico que se desarrolla en la superficie de las partículas. Como los iones adsorbidos quedan en posición asimilable constituyen la reserva de nutrientes para las plantas.

Las causas que originan el intercambio iónico son los desequilibrios eléctricos de las partículas del suelo. Para neutralizar las cargas se adsorben iones, que se pegan a la superficie de las partículas. Quedan débilmente retenidos sobre las partículas del suelo y se pueden intercambiar con la solución del suelo. (Carbajal, 1997).

Capacidad de intercambio de cationes, CIC.

En el suelo son varios los materiales que pueden cambiar cationes, los principales son las arcillas y la materia orgánica (los dos materiales presentan propiedades coloidales). Una suspensión o dispersión coloidal es un sistema físico que está compuesto de un material en forma líquida o gaseosa, en el cual hay inmersas partículas, por lo general sólidas, de pequeño tamaño, en principio, del orden de las micras. (Carbajal, 1997).

La importancia de la capacidad de cambio es que:

- Controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas: K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , entre otros.
- Interviene en los procesos de floculación – dispersión de arcilla y por consiguiente en el desarrollo de la estructura y estabilidad de los agregados.
- Determina el papel del suelo como depurador natural al permitir la retención de elementos contaminantes incorporados al suelo.

Acidez del suelo.

La acidez del suelo mide la concentración en hidrogeniones (H^+). En los suelos los hidrogeniones están en la solución, pero también existen en el complejo de cambio. Así hay dos tipos de acidez: una la activa o real (debida a los H^+ en solución) y otra de cambio o de reserva (para los H^+ adsorbidos). Ambas están en equilibrio dinámico. Si se eliminan H^+ de la solución se liberan otros tantos H^+ adsorbidos. Como consecuencia el suelo muestra una fuerte resistencia a cualquier modificación de su pH.

Los factores que hacen que el suelo tenga un determinado valor de pH son diversos, fundamentalmente: naturaleza del material original, factor biótico, (Carbajal, 1997).

Influye en las propiedades físicas y químicas.

Propiedades físicas. Los pH neutros son los mejores para las propiedades físicas de los suelos. A pH muy ácidos hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable. En pH alcalino, la arcilla se dispersa, se destruye la estructura y existen malas condiciones desde el punto de vista físico.

Propiedades químicas y fertilidad. La asimilación de nutrientes del suelo está influenciada por el pH, ya que determinados nutrientes se pueden bloquear en determinadas condiciones de pH y no son asimilable para las plantas. (Carbajal, 1997).

Propiedades Químicas

Son las que dependen de la parte más íntima del suelo como es su propia composición química. Las más importantes desde el punto de vista de la génesis del suelo son la alteración mineral y la formación de nuevas especies, así como lo relativo a la destrucción de la materia orgánica fresca y la formación de las sustancias húmicas. Además, se deben considerar compuestos que, perteneciendo a la fase sólida del suelo, pueden pasar fácilmente a la fase líquida por ser extraordinariamente solubles, por lo que tienen una extraordinaria movilidad.

Corresponden fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como macronutrientes (N, P, Ca, K, Mg, S) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl) para las plantas, o por dotar al suelo de determinadas características (Carbono orgánico, Carbonato cálcico, Fe en diferentes estados). Es lo que consideramos las sales solubles del suelo, que incluyen a aquellas cuya solubilidad es más alta que la del yeso y cuya consecuencia es la salinidad. (Carbajal, 1997).

2.2.5 Maíz Morado (Zea Mays L.)

Su nombre científico es *Zea mays* L., pertenece a la familia Poaceae. Es una variedad de maíz, originaria de los Andes Peruanos, única en el mundo por poseer la coronta y los granos de un color morado característico, debido al pigmento que posee denominado Antocianina, tiene tallo macizo y erguido que puede alcanzar alturas entre 60 cm, puede medir de 3 o 4 metros según la variedad, en la punta se observa una floración en forma de penacho o plumero, las espigas crecen en la axilas de las grandes y alargadas hojas, ellas se convertirán después en la mazorca llena de granos formados en hileras. La coronta del maíz morado es la que tiene el concentrado de una sustancia colorante. La producción nacional de maíz morado se localiza en 08 departamentos y el 80% de la producción se concentra en Lima, Huánuco, Ancash y La Libertad. (MINAGRI, 2017).

Composición química.

Grano y coronta

Contiene entre 7.7 a 13% de proteínas, 3.3% de aceites, 61.7% de almidón. También contiene P, Fe, Vit. A, Tiamina, Riboflavina, Niacina, A. Ascórbico, y antocianinas. (ECURED, 2017).

Producción.

Las épocas de siembra son desde agosto a octubre en la sierra y desde abril a septiembre en la costa. Las zonas de siembra se localizan entre 1,200 - 4,000 m.s.n.m., la densidad de siembra es aproximadamente 8,200 plantas/ha, en cuanto al periodo vegetativo se cosechan a los 40 o 50 días después de la floración que generalmente ocurre de los 90 a 140 días después de la siembra según la variedad. (ECURED, 2017).

Características para la producción.

Suelo

Los suelos son variables, preferentemente suelos profundos de textura franca a franco-arcilloso, con buena capacidad para retener humedad, no deben presentar problemas de drenaje, exceso de humedad, son adversos a

la acumulación de pigmentos en la mazorca. ph: 5-8, conductividad eléctrica entre 1-4 dS/m.

Clima

Larga estación y cálido adaptable a diversos climas de costa y sierra según las distintas variedades.

Altura de siembra

1,200-4,000 m.s.n.m.

Distanciamientos

Para siembra en golpes, 3 semillas / golpe, 0.70m entre surcos y 0.55m entre golpes. *Para siembra en hilera, una planta cada 0.15m y 0.80m entre surcos.

Densidad

Aproximadamente 8200 plantas/ha.

Riego

Se recomienda riego por gravedad, hacer el riego cada 10 a 12 días, esto varía según el clima y tipo de suelo. Priorizar riegos durante la floración y panojamiento.

Volumen de agua

8,000 a 10,000 m³/ha.

Fertilización

Es recomendable hacer una aplicación de 10 Toneladas de materia orgánica a la preparación de terreno.

Cosecha

Cuando los granos presentan aproximadamente 30% de humedad.

2.2.6. Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa alimenticia más importante en el mundo. Este cultivo se produce en sistemas, regiones y ambientes diversos en América Latina, África, el Medio Oriente, China, Europa, EE.UU. y Canadá. (SCIELO, 2017).

También es importante, porque al ser una leguminosa tiene cualidades de realizar la actividad simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (*Rhizobium phaseoli*) y así contribuye gratuitamente a mejorar la fertilidad de los suelos. (GRLL, 2013)

Suelos y su conservación.

Los suelos más adecuados para la producción del frijol son los francos arcillosos y los francos arenosos, importante para la formación de nódulos (pelotitas) en las raíces, y permite que estos absorban el aire de la atmósfera para la captación de nitrógeno libre y su incorporación a las plantas de frijol favoreciendo un incremento en la producción del área sembrada. Estos suelos generalmente presentan pendientes entre el 5 y el 30 por ciento o más, por tanto, se recomienda efectuar labores de conservación de suelo. (IICA, 2009).

El cultivo del frijol se adapta a una gran variedad de tipos de suelo. Sin embargo, para asegurar una buena producción se recomiendan suelos con buen drenaje y contenido de materia orgánica. En lo posible se debe evitar sembrar en suelos que se endurecen fácilmente o en suelos pedregosos. Sembrar en terrenos donde no hubo frijol en la campaña anterior. (GRLL, 2013).

Sistemas de siembra.

Para la siembra se debe depositar 3 semillas por golpe a una profundidad de 4 a 6 cm. y a un distanciamiento entre surcos de 0.70 m. y de 0.20 m. entre planta y planta. La cantidad de semilla que se tiene que sembrar por hectárea, depende del tamaño del grano, la distancia entre surcos y plantas, del porcentaje de germinación de las semillas. (GRLL, 2013).

Fertilización.

Dependiendo del contenido de nutrientes en el suelo, se recomienda aplicar por hectárea las siguientes cantidades. (GRLL, 2013).

Tabla 5. *Cantidad de nutrientes óptimos en el suelo para el cultivo del frijol*

Nitrógeno Kg/ha	Fosforo Kg/ha	Potasio Kg/ha
Urea: 60	Fosfato Di amónico: 90	Sulfato de Potasio: 120
Nitrato de Amonio: 80	Fosfato Di amónico: 90	Sulfato de Potasio: 120
Sulfato de Amonio: 140	Fosfato Di amónico: 90	Sulfomag: 250

Fuente. Agencia Agraria de Trujillo

La aplicación de abonos foliares, no reemplaza a la fertilización del suelo, se le usa en forma complementaria durante el desarrollo vegetativo y floración, para adicionar elementos menores que estén faltantes en el suelo.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Suelo: está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo. (FAO, 1996).

Fertilidad del suelo: Es la capacidad del suelo de sustentar la vida vegetal, que depende de la disponibilidad de nutrientes, de la capacidad de retención de agua, de la existencia de un espacio físico para el crecimiento de las raíces y movimiento de gases, de la presencia de microorganismos que actúen en los ciclos de los nutrientes y otros que controlen los problemas sanitarios; y de la ausencia de procesos de destrucción. Por ello, al decidir cuál será el manejo agronómico a realizar, es necesario considerar que sobre la fertilidad del suelo intervienen en forma interdependiente factores químicos, físicos y biológicos. (Céspedes, 2000).

Biomasa: es un concepto que atañe exclusivamente a masa de materia y energía que conforman los seres vivos que ocupan un ecotopo (suelo, agua o aire), independientemente de quienes sean sus habitantes. Cuando un ser pierde la característica de viviente, a su biomasa la pasamos a llamar inmediatamente necromasa. (Carcedo, 2007).

Erosión del suelo: La erosión es el desprendimiento y arrastre (lavado) del suelo de un lugar a otro causado por la lluvia, el viento, o por, malas prácticas que realiza el hombre en su chacra. Por éstas pérdidas disminuye poco o poco la profundidad del suelo y hace que pierda su fertilidad. (MINAGRI, 2014).

Salinización y solidificación de suelos: Contaminación química del suelo por acumulación de sal. Usualmente esto ocurre por malas prácticas de riego, en donde el agua "lava" las sales orgánicas y otros elementos orgánicos que neutralizan las sales inorgánicas. Un suelo con este tipo de sales ya no

es productivo debido a que quema las raíces de las plantas Incremento de sales hidrosolubles en el suelo, incluyendo potasio, magnesio, calcio, cloruro, sulfato, carbonato y bicarbonato (salinización) o alto contenido en sodio (sodificación). Afecta negativamente al crecimiento vegetal, reduce los rendimientos agrícolas y puede hacer los suelos improductivos. (FAO, 2016).

Nitrógeno en el suelo: La fuente mayoritaria de nitrógeno es el aire ya que las rocas contienen cantidades insignificantes de este nutriente. La fertilización, orgánica o inorgánica, constituye, en la práctica, la fuente más importante de nitrógeno en la agricultura, aunque también se incorpora al suelo por la lluvia o por la fijación a través de numerosos microorganismos y de los vegetales superiores. Esta última vía es la que, de manera natural, proporciona más nitrógeno a los suelos cultivados. El 90-95% del nitrógeno total del suelo se encuentra en forma orgánica, de modo que no es directamente asimilable por las plantas, sino que debe sufrir un proceso de transformación denominado mineralización. A su vez, el nitrógeno mineral del suelo, se encuentra en forma de amonio, NH_4^+ , y de nitrato, NO_3^- . (Agrícola, 2013).

Potasio en el suelo: El potasio (K^+) es un macronutriente esencial para las plantas, las cuales necesitan cantidades elevadas de este nutriente, incluso semejantes a las necesidades del nitrógeno en algunos casos. Cumple un papel importante en la activación de más de 60 enzimas que actúan en diferentes procesos metabólicos, dentro de los más importantes están la fotosíntesis y la síntesis de proteínas y carbohidratos. Actúan en el balance en agua y en el crecimiento meristemático. En términos prácticos significa que el potasio actúa sobre el crecimiento vegetativo, fructificación, maduración y calidad de los frutos. El potasio en el suelo se encuentra en cuatro formas, las cuales difieren en su disponibilidad de potasio para los cultivos. De mayor a menor disponibilidad esta: potasio en solución, potasio intercambiable, potasio no intercambiable y potasio mineral. (INTAGRI, 2017).

Fosforo en el suelo: El fósforo se encuentra en el suelo formando parte de diferentes minerales tales como fosforita, apatito, etc. También en compuestos orgánicos, asociado a la materia orgánica y como parte de los

microorganismos. Además, existen formas iónicas libres en la solución del suelo y fijadas al complejo arcillo-húmico. La fertilidad de un suelo en lo que al fósforo se refiere, se definiría como la capacidad del suelo de suministrar a los cultivos las cantidades que precisa, y en los momentos puntuales en los que es necesaria su absorción. Las características físicas y químicas del suelo determinan la capacidad y ritmo al que el suelo es capaz de reponer el fósforo que las plantas van tomando de la solución. En este proceso influyen, fundamentalmente, la textura, el pH, la caliza activa y la materia orgánica. (TecnicoAgricola, 2013).

Taxonomía: Es una subdisciplina de la Biología Sistemática, que estudia las relaciones de parentesco entre los organismos y su historia evolutiva, actúa después de haberse resuelto el árbol filogenético de los organismos estudiados. (Autores, 1984).

Gramíneas: Las gramíneas son plantas silvestres o cultivadas (cereales) de una familia botánica (Poaceae). La familia Poaceae está ampliamente distribuida en el mundo; sus especies se encuentran presentes en todas las latitudes y altitudes, desde el nivel del mar hasta por encima de los 5000 m (Tovar, 1993). Poaceae es una de las familias con mayor número de especies, con aproximadamente 700 géneros y 10000 especies distribuidas en casi todos los continentes. (Peralta, 2014).

Leguminosas: son las semillas comestibles secas vienen en vainas (lenteja, haba, frijol, maní, ajonjolí, garbanzo, soya, cacahuate). Las leguminosas de grano son plantas que pertenecen a la familia Fabaceae, una de las más numerosas del reino vegetal constituida por más de 19,000 especies, entre árboles, arbustos y hierbas. A las plantas de esta familia se les reconoce por su fruto conocido como legumbre, que contiene una a más semillas y se puede abrir por la parte ventral y dorsal. La denominación “leguminosa de grano” se deriva del uso directo que se le da a sus granos en la alimentación humana y animal. (MINAGRI, 2016).

Mesofauna en el suelo: hace referencia a ciertos organismos que se caracterizan por intervenir en los procesos de descomposición de la materia orgánica presente en el suelo, así como también, en la aceleración y reciclaje

de nutrientes, y particularmente en la mineralización del fósforo y nitrógeno, contribuyen también con la formación de la microestructura del suelo como resultado de los aportes provenientes de deyecciones, excreciones, secreciones y aquellos procedentes de sus propios cadáveres, además contribuyen a la diseminación de esporas, hongos y otros microorganismos por lo que se les conocen como catalizadores de la actividad microbiana. (Fernando Momo, 2015).

2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS

Hipótesis Generales

H0: Los cultivos de gramíneas (*Zea mays*) y leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) no influyen en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán – Huánuco, 2019.

HI. Los cultivos de gramíneas (*Zea mays*) y leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) influyen en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán – Huánuco, 2019.

Hipótesis Específicas

H0. Los cultivos de gramíneas no Influyen en las características físicas del suelo.

HI. Los cultivos de gramíneas Influyen en las características físicas del suelo.

H0. Los cultivos de leguminosas no influyen en las características físicas del suelo.

HI. Los cultivos de leguminosas influyen en las características físicas del suelo.

H0. Los cultivos de gramíneas no Influyen en las características químicas del suelo.

HI. Los cultivos de gramíneas influyen en las características químicas del suelo.

H0. Los cultivos de leguminosas no influyen en las características químicas del suelo.

HI. Los cultivos de leguminosas influyen en las características químicas del suelo.

H0. Los cultivos de gramíneas no Influyen en las características biológicas del suelo

HI. Los cultivos de gramíneas influyen en las características biológicas del suelo.

H0. Los cultivos de leguminosas no influyen en las características biológicas del suelo.

H1. Los cultivos de leguminosas influyen en las características biológicas del suelo.

2.5. SISTEMA DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad del suelo

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Cultivos de gramíneas (*Zea mays*) y leguminosas (*Phaseolus vulgaris*)

2.6. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“INFLUENCIA DE LOS CULTIVOS DE GRAMINEAS (Zea mays) Y LEGUMINOSAS (Phaseolus vulgaris) EN LA CALIDAD DEL SUELO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRÁN – HUÁNUCO, 2019”

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD	ESCALA	
Variable Dependiente Calidad de Suelo	Parámetros Físicos	Clase textural	Arena-Limo-arcilla	Numerica discreta	
		Humedad	%		
		Color	R,; Y; G, , B, P,		
		Temperatura	C		
		Densidad	%		
	Parámetros Químicos	N,P,K,Ca, Mg, Ca, Na Al, H, ClCe	Meq/100g - ppm		
		MO	%		
		Metales (Pb,Cd)	ppm		
		pH	(1/1)		
		Salinidad	UCV		
		Parámetros Biológicos	Densidad promedio de lombrices		Individuos/m ²
	Densidad de Macrofauna		Individuos/m ²		
	Variable Independiente	Gramínea	Edad Estado de floración	MESES NO/SI	Numérica Discreta
Cultivos de gramíneas (zea mays) y leguminosas (Phaseolus vulgaris)	Leguminosa	Edad Estado de floración	MESES NO/SI	Nominal dicotomica	
Tesista: Santiago Arratea Yesabella Carmina					

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En base al tiempo en que se obtienen los datos y se analizan; nuestro estudio será prospectivo, ya que los datos obtenidos serán actuales y se someterán a procesos de contratación para determinar la influencia de los cultivos en la calidad de los suelos. En base a la intervención del investigador tenemos un estudio sin intervención ya que el investigador no someterá a las muestras a un antes y un después según los datos y análisis de laboratorio recopilados el tipo de análisis de carácter exclusivamente cuantitativo. Según las mediciones de las variables de estudio, nuestra investigación es longitudinal y según el número de variables analíticas nuestro estudio es explicativo ya que mediremos la influencia que tiene la variable independiente sobre la dependiente. (Sampieri, 2016) (Hernandez, 2014).

3.1.2. ENFOQUE

Presenta un enfoque cuantitativo ya que los objetivos de la investigación solo se lograrán analizando datos numéricos (Hernandez, 2014).

3.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Es de nivel explicativo ya que explica el comportamiento de una variable en función de otra(s); por ser estudios de causa-efecto requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad. (Hernandez, 2014).

3.1.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El siguiente proyecto de investigación presenta un diseño pre experimental, de un solo grupo donde el grado de control es mínimo, debido a que no existen grupos control. Este corresponde a los estudios de caso con una sola medición. (Sampieri, 2016).

G---X---O

Dónde: G= grupo X= tratamiento (VI) O= test o medición (VD) Población

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

El trabajo de campo se realizó en el centro poblado San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán, provincia y región de Huánuco, cuyo centro poblado se encuentra ubicado a 2785 msnm, el estudio se realizó en dos terrenos 0.5 Ha aproximadamente cada uno y conto con las siguientes características de inclusión:

- Suelo que tuvo en el último año cultivos de gramíneas (*Zea mays*).
- Suelo que tuvo en el último año cultivo de Leguminosas (*Phaseolus vulgaris*).

3.2.2. MUESTRA

Para la obtención de la muestra se utilizó un muestreo no probabilístico, siendo el tipo de muestreo intencionado o por conveniencia debido a que prevalecieron los criterios de mi persona, en cada terreno de media hectárea se tomarán 5 muestras de suelo de acuerdo a las características topográficas del suelo, obteniéndose en total 10 muestras de suelo que serán sometidas a análisis de laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), se realizó la evaluación de un antes y un después de ambos cultivos para poder evidenciar los cambios, determinar las variables que se desea analizar y la influencia de estos mismos en la calidad del suelo.

Los puntos de muestreo fueron seleccionados aleatoriamente tanto en los cultivos de gramíneas (**Ver Tabla 6**) y los cultivos de leguminosas (**Ver Tabla 7**).

Tabla 6. *Ubicación de los puntos de muestreo de la parcela de gramíneas (Zea Mays)*

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
Muestra 1	0352601	8902607	2062
Muestra 2	0352565	8902619	2059
Muestra 3	0352577	8902623	2074
Muestra 4	0352604	8902637	2064
Muestra 5	0352574	8902654	2078

Fuente. Elaboración propia, 2019

Tabla 7. Ubicación de los puntos de muestreo de la parcela de leguminosas (*Phaseolus Vulgaris*)

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
Muestra 1	0353593	8902685	2056
Muestra 2	0353649	8902688	2046
Muestra 3	0353614	8902716	2054
Muestra 4	0353642	8902762	2047
Muestra 5	0353587	8902760	2055

Fuente. Elaboración propia, 2019

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica que se utilizará para recolección de datos consistirá en la elaboración de una calicata de 30 cm de profundidad en cada punto de muestreo, los instrumentos que utilizaremos es la pala recta, cinta métrica, balde de plástico, las etiquetas de rotulado, bolsas herméticas, plástico y los tubos de ensayo para las muestras de macroinvertebrados y gusanos. El monitoreo de estos suelos lo encontramos en la Guía para muestro de Suelos del MINAM, 2014. También nos sirvió de referencia para el muestreo de suelos de la Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services, Nicaragua, denominado “Guía Técnica para el Muestreo de Suelos”, 2017; y para el muestreo de la Macrofauna del suelo se utilizó como guía el “Manual Práctico sobre la Macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba”, 2014.

3.3.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

La metodología que se propuso para determinar la influencia del cultivo de gramíneas y leguminosas en la calidad de suelo, fue lo siguiente:

Etapas preliminar

En esta etapa se realizó el diagnostico situacional donde seleccionaremos el tipo de cultivo y terreno a intervenir para el estudio correspondiente que tuvo una duración estimada de un mes, para ello se recolecto información bibliográfica para la determinación de la calidad de

suelo y a la vez información que nos permitió el diagnóstico taxonómico de diversas especies que encontramos en el estudio del suelo.

Etapas de trabajo de campo

Para el establecimiento de los puntos de muestreo se realizó una visita de campo previa a la zona de estudio, donde se ubicaron a las dos parcelas con diferentes propietarios. Los puntos se determinaron de manera aleatoria simple, para el posterior muestreo, por lo cual se cuenta con lo siguiente:

- Mapa de ubicación del centro Poblado.
- Georreferenciación de los puntos de muestreo (GPS).

En la fase de campo tuvo una duración de una (1) semana por cada muestreo realizado. En este tiempo realizamos la recolección de muestra y la identificación de gusanos y macroinvertebrados en campo.

Para la toma de muestras se consideró la metodología la Guía para muestro de Suelos del MINAM; la metodología propuesta por la Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services, Nicaragua y la metodología utilizada por John Doran y Lincoln Nebraska del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica.

➤ Materiales, Equipos y Procedimiento en la toma de Muestras

Para la ejecución del muestreo los materiales y equipos utilizados para determinar la calidad del suelo fueron los siguientes:

Materiales: wincha, bolsas herméticas de 1 kg, plástico de 2m, baldes de plástico 4L, pala recta, etiquetas de rotulado, plumón indeleble, libreta de campo, cinta masking, envases de plástico de 100 ml, pinzas.

Equipos: termómetro, GPS, cámara fotográfica.

Soluciones: alcohol etílico a 70°.

El muestreo se realizó considerando las metodologías mencionadas, en las que nos indica considerar la repetición de muestreo de acuerdo al área de la parcela a estudiar, es por ello que se consideró cinco (5) muestras por cada sistema de manejo a una profundidad de 0-10, 10-20 y 20-30 cm de la superficie del suelo. Se recolectaron muestras de suelo de manera aleatoria simple, con la ayuda de una pala recta, algunas propiedades se determinaron in situ y los otros parámetros físicos y químicos fueron llevados al Laboratorio

de Suelos de la Universidad Agraria de la Selva (UNAS), para el análisis respectivo.

Para el muestreo realizado para los parámetros biológicos se realizó en 5 monolitos, utilizando la metodología recomendada por el Programa Tropical Soil Biology And Fertility – TSBF (Anderson e Ingram, 1993), cada monolito tuvo una profundidad de 0-10 cm, 10 – 20 cm y de 20-30cm. Los macro invertebrados fueron identificados y depositados en los envases de plástico con soluciones de alcohol etílico a 70° en cada monolito instalado. Los organismos fueron identificados por unidades taxonómicas (familias, clases y ordenes) en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, con la ayuda de un estereoscopio, para determinar la densidad (individuos/m²) de las lombrices y la Macrofauna. En la clasificación y reconocimiento taxonómico de las especies se utilizó el “Manual Práctico sobre la Macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba”.

Tabla 8. *Parámetros físicos, químicos y biológicos analizados en la calidad del suelo (indicadores)*

Parámetros físicos	Método para su determinación
Textura del suelo	
Humedad	Método de Probeta
Color	Tablero de Munsell
Temperatura	Método Directo (termómetro)
Densidad aparente	Método de la Probeta
Porosidad	Método de la Probeta
Parámetros químicos	Método para su determinación
Nitrógeno	Micro Kjeldahi
Fosforo	Método de Olsen modificado
Potasio	Método de acetato de amonio
Calcio, Magnesio, Sodio	Absorción atómica
CIC	Desplazamiento con KCl 1N
Aluminio más Hidrogeno	Método de Yuan
Materia Orgánica	Método de Walkey y Black

Cadmio y plomo disponible	Método EDTA – EAA
Cadmio total	Extracción secuencia de Tessier
pH	Método del potenciómetro
Parámetros biológicos	Método para su determinación
Densidad de lombrices	Método directo por conteo
Densidad de Macrofauna	Método directo por conteo

Fuente. Elaboración propia, 2019

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

En esta etapa se procederá a tabular los datos cuantitativos que obtendré del resultado de laboratorio, de esa manera lograremos los objetivos de investigación en donde someteremos a evaluación la influencia de los cultivos en la calidad de suelo.

Los datos recolectados en campo y laboratorio, se realizó su análisis y posteriormente a ordenar toda la información y al procesamiento de los valores obtenidos mediante cuadros y tablas con la ayuda del programa Microsoft Excel 2016.

Luego, se realizó la tabulación de cuadros y tablas obtenidas mediante la prueba de Kolmogórov – Smirnov que se utiliza para identificar la diferencia de las medidas, cuyo criterio de evaluación es determinar la influencia de los cultivos en la calidad del suelo en un antes y un después de la intervención de los cultivos en estudio.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Todos los datos obtenidos en las tabulaciones y sometidas a las pruebas correspondientes, se procedió al análisis e interpretación de los diferentes parámetros en estudio con los rangos y valores indicados y establecidos por diferentes organizaciones en el sector Agricultura, para determinar la calidad del suelo de dichos terrenos en intervención.

En esta etapa se realizó el contraste de nuestras hipótesis que se sometió a la evaluación a través del programa estadístico spss versión 24. Para lo cual se dispuso de un estadístico para el procesamiento de nuestros datos.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 9. Comparación antes-después de los parámetros químicos (parcela con frijol)

	Antes				Después			
	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)
N	0.11	0	0.11	0.12	0.12	0	0.11	0.12
P	7.07	0.13	6.81	7.33	7.19	0.13	6.92	7.45
K	69.61	1.22	67.21	72.01	75.32	5.6	64.34	86.29
Ca	7.59	0.24	7.12	8.06	7.71	0.25	7.22	8.2
Mg	4.59	0.06	4.47	4.72	4.35	0.1	4.16	4.54
K	0.09	0.01	0.06	0.11	0.15	0.05	0.05	0.26
Na	0.37	0.09	0.2	0.53	0.43	0.11	0.21	0.65
Al	-	-	-	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-	-	-	-
CIC	12.64	0.32	12	13.27	12.64	0.46	11.73	13.55
CICe	-	-	-	-	-	-	-	-
M.O.	2.29	0.01	2.28	2.3	2.31	0.01	2.28	2.33
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	4.51	0.07	4.37	4.65	4.25	0.09	4.08	4.42
pH	7.08	0.08	6.92	7.24	6.91	0.2	6.52	7.3

Fuente. Resultados del Laboratorio de Suelos de la UNAS.

En los indicadores de los parámetros químicos evaluados, se aprecia que, luego de la intervención con el frijol, estos se han incrementado, a excepción de 3 de ellos: Mg, Pb y pH. El mayor incremento se aprecia en el K (variación positiva de 8.20%). El mayor decremento en los indicadores se dio en el Pb (reducción de 5.76%). Se mantuvieron prácticamente estables el N y la M.O. No se registraron mediciones del Al, H, CICe y Cd.

Tabla 10. Comparación antes-después de los parámetros físicos (parcela con frijol)

	Antes				Después			
	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)
Arena	46.60	0.60	45.42	47.78	41.40	1.33	38.80	44.00
Arcilla	25.00	0.00	25.00	25.00	25.60	0.24	25.12	26.08
Limo	28.20	0.49	27.24	29.16	33.00	1.10	30.85	35.15
Textura	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad	5.04	0.81	3.46	6.63	5.04	0.81	3.46	6.63
Color	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	23.20	1.71	19.84	26.56	23.60	0.60	22.42	24.78
Densidad Aparente	1.18	0.03	1.13	1.24	1.15	0.03	1.09	1.21
Porosidad	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente. Resultados del Laboratorio de Suelos de la UNAS.

En los indicadores de los parámetros físicos evaluados, se aprecia que, luego de la intervención con el frijol, el indicador de la arena ha decrecido (11.1%), al igual que la densidad aparente (2.54%). El indicador que ha tenido un incremento notorio es el correspondiente al limo (incremento de 17.02%). Los demás indicadores se mantuvieron prácticamente estables o han crecido ligeramente en sus valores.

Tabla 11. Comparación antes-después de los parámetros biológicos (parcela con frijol)

	Antes				Después			
	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)
Densidad promedio de lombrices	35.5	20.31	-4.25	75.35	42.22	11.33	20.01	64.43
Densidad de Macrofauna	108.89	65.87	-20.21	237.99	15.55	8.31	-0.74	31.85

Fuente. Elaboración propia, 2019.

En los indicadores de los parámetros biológicos evaluados, se aprecia que, luego de la intervención con el frijol, el indicador de la densidad promedio se ha incrementado (18.9%), sin embargo, la densidad de la Macrofauna ha decrecido considerablemente (85.8%).

Tabla 12. Comparación antes-después de los parámetros químicos (parcela con maíz)

	Antes				Después			
	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)
N	0.12	0.00	0.12	0.12	0.12	0.00	0.12	0.12
P	7.48	0.25	6.99	7.97	7.60	0.23	7.14	8.05
K	85.42	1.06	83.34	87.50	89.94	2.31	85.40	94.48
Ca	7.28	0.12	7.03	7.52	7.72	0.10	7.52	7.92
Mg	4.45	0.16	4.14	4.76	4.86	0.17	4.53	5.19
K	0.10	0.01	0.09	0.12	0.11	0.01	0.10	0.13
Na	0.27	0.05	0.17	0.36	0.33	0.06	0.22	0.44
Al	-	-	-	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-	-	-	-
CIC	12.09	0.26	11.58	12.60	13.02	0.26	12.51	13.54
CICe	-	-	-	-	-	-	-	-
M.O.	2.38	0.01	2.37	2.39	2.40	0.01	2.37	2.43
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	4.97	0.20	4.58	5.36	4.82	0.23	4.37	5.28
pH	7.17	0.07	7.04	7.31	7.02	0.08	6.85	7.18

Fuente. Resultados del Laboratorio de Suelos de la UNAS.

En los indicadores de los parámetros químicos evaluados, se aprecia que, luego de la intervención con el maíz, estos se han incrementado, a excepción de 2 de ellos: Pb y pH. El mayor incremento se aprecia en el CIC (variación positiva de 7.7%), seguido del K (incremento del 5.3%). El mayor decremento en los indicadores se dio en el Pb (reducción de 3.0%). Se mantuvieron prácticamente estables el N, K y la M.O. No se registraron mediciones del Al, H, CICe y Cd.

Tabla 13. Comparación antes-después de los parámetros físicos (parcela con maíz)

	Antes				Después			
	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)
Arena	43.60	2.04	39.60	47.60	33.20	2.24	28.80	37.60
Arcilla	24.20	0.80	22.63	25.77	26.00	0.00	26.00	26.00
Limo	32.20	2.15	27.98	36.42	41.00	2.32	36.45	45.55
Textura	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad	5.18	0.36	4.47	5.88	5.18	0.36	4.47	5.88
Color	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	25.40	0.24	24.92	25.88	25.20	0.37	24.47	25.93
Densidad	1.30	0.01	1.27	1.33	1.24	0.01	1.23	1.25
Aparente								
Porosidad	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente. Resultados del Laboratorio de Suelos de la UNAS.

En los indicadores de los parámetros físicos evaluados, se aprecia que, luego de la intervención con el maíz, el indicador de la arena ha decrecido (23.9%), al igual que la densidad aparente (4.6%). El indicador que ha tenido un incremento notorio es el correspondiente al limo (incremento de 27.3%). Los demás indicadores se mantuvieron prácticamente estables o han crecido ligeramente en sus valores.

Tabla 14. Comparación antes-después de los parámetros biológicos (parcela con maíz)

	Antes				Después			
	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)	Media	Error estándar	L. Inferior 95% NC)	L. Superior 95% NC)
Densidad promedio de lombrices	11.1	3.51	4.22	18.00	55.55	22.50	11.46	99.65
Densidad de Macrofauna	217.8	53.24	113.42	322.13	53.33	26.15	2.07	104.59

Fuente. Elaboración propia, 2019.

En los indicadores de los parámetros biológicos evaluados, se aprecia que, luego de la intervención con el frijol, el indicador de la densidad promedio se ha incrementado (500%), sin embargo, la densidad de la Macrofauna ha decrecido considerablemente (75.5%).

Tabla 15. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros químicos (parcela con frijol) mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la diferencia de las medidas.

	N	Parámetros normales ^{a,b}		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Absoluta	Positivo	Negativo		
N_Dif	5	.0020	.00447	.473	.473	-.327	.473	0.001^c
P_Dif	5	.1200	.06928	.318	.318	-.282	.318	0.109^c
K_Dif	5	5.7100	12.01599	.280	.280	-.231	.280	0.200^{c,d}
Ca_Dif	5	.1140	.44236	.209	.201	-.209	.209	0.200^{c,d}
Mg_Dif	5	-.2460	.18133	.170	.170	-.130	.170	0.200^{c,d}
KK_Dif	5	.0660	.12522	.473	.473	-.327	.473	0.001^c
Na_Dif	5	.0680	.06611	.288	.288	-.234	.288	0.200^{c,d}
CIC_Dif	5	.0000	.49800	.197	.182	-.197	.197	0.200^{c,d}
MO_Dif	5	.0140	.02302	.197	.197	-.149	.197	0.200^{c,d}
Pb_Dif	5	-.2580	.05357	.215	.189	-.215	.215	0.200^{c,d}
pH_Dif	5	-.1700	.50596	.261	.261	-.141	.261	0.200^{c,d}

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Con un nivel de significancia del 5%, se tiene que, los indicadores de los parámetros químicos si presentan normalidad en sus datos, a excepción del Nitrógeno y el Potasio como Macronutriente Cambiable. En virtud de la prueba estadística, se eligen los procedimientos estadísticos para el tratamiento de los datos. Para los que superaron la prueba de normalidad, se usan procedimientos estadísticos paramétricos, tal como la t de Student para medidas repetidas y procedimientos estadísticos no paramétricos tal como los Rangos de Wilcoxon para los que no superaron la prueba de normalidad.

Tabla 16. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros físicos (parcela con frijol) mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov para la diferencia de las medidas.

	N	Parámetros normales ^{a,b}		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Absoluta	Positivo	Negativo		
Arena_Dif	5	-5.200	1.64317	.287	.287	-.167	.287	0.200^{c,d}
Arcilla_Dif	5	.6000	.54772	.367	.263	-.367	.367	0.026^c
Limo_Dif	5	4.8000	1.48324	.246	.246	-.154	.246	0.200^{c,d}
Humedad_Dif	5	.0000	.00000 ^e					
Temperatura_Dif	5	.4000	4.87852	.227	.173	-.227	.227	0.200^{c,d}
Densidad_Dif	5	-.0300	.01871	.300	.146	-.300	.300	0.161^c

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

e. La distribución no tiene varianza para esta variable. La prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra no se puede realizar.

Con un nivel de significancia del 5%, se tiene que, los indicadores de los parámetros físicos si presentan normalidad en sus datos, a excepción del indicador que evalúa la arcilla del suelo. En virtud de la prueba estadística, se eligen los procedimientos estadísticos para el tratamiento de los datos. Para los que superaron la prueba de normalidad, se usan procedimientos estadísticos paramétricos, tal como la t de Student para medidas repetidas y procedimientos estadísticos no paramétricos tal como los Rangos de Wilcoxon para el que no superó la prueba de normalidad.

Tabla 17. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros biológicos (parcela con frijol) mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov para la diferencia de las medidas.

	N	Parámetros normales ^{a,b}		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Absoluta	Positivo	Negativo		
D_Promedio_Dif	5	6.6680	32.01142	.245	.245	-.217	.245	0.200 ^{c,d}
D_Macrofauna_Dif	5	-	146.48295	.342	.194	-.342	.342	0.056 ^c
		93.3360						

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Con un nivel de significancia del 5%, se tiene que, los indicadores de los parámetros físicos si presentan normalidad en sus datos. En virtud de la prueba estadística, se eligen los procedimientos estadísticos para el tratamiento de los datos. Siendo que superaron la prueba de normalidad, se usan procedimientos estadísticos paramétricos, tal como la t de Student para medidas repetidas.

Tabla 18. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros químicos (parcela con maíz) mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la diferencia de las medidas.

	N	Parámetros normales ^{a,b}		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Absoluta	Positivo	Negativo		
N_Dif	5	.0000	.00000 ^c					
P_Dif	5	.1180	.11628	.241	.159	-.241	.241	0.200^{d,e}
K_Dif	5	4.5200	4.67343	.207	.207	-.177	.207	0.200^{d,e}
Ca_Dif	5	.4440	.19907	.411	.280	-.411	.411	0.006^d
Mg_Dif	5	.4100	.42385	.338	.171	-.338	.338	0.064^d
KK_Dif	5	.0100	.01000	.241	.241	-.241	.241	0.200^{d,e}
Na_Dif	5	.0660	.04393	.225	.194	-.225	.225	0.200^{d,e}
CIC_Dif	5	.9320	.64944	.329	.175	-.329	.329	0.081^d
MO_Dif	5	.0160	.02608	.209	.191	-.209	.209	0.200^{d,e}
Pb_Dif	5	-.1460	.10286	.238	.238	-.180	.238	0.200^{d,e}
pH_Dif	5	-.1560	.25442	.216	.213	-.216	.216	0.200^{d,e}

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. La distribución no tiene varianza para esta variable. La prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra no se puede realizar.

d. Corrección de significación de Lilliefors.

e. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Con un nivel de significancia del 5%, se tiene que, los indicadores de los parámetros químicos si presentan normalidad en sus datos, a excepción del Calcio. En virtud de la prueba estadística, se eligen los procedimientos estadísticos para el tratamiento de los datos. Para los que superaron la prueba de normalidad, se usan procedimientos estadísticos paramétricos, tal como la t de Student para medidas repetidas y procedimientos estadísticos no paramétricos tal como los Rangos de Wilcoxon para los que no superaron la prueba de normalidad.

Tabla 19. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros físicos (parcela con maíz) mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov para la diferencia de las medidas.

	N	Parámetros normales ^{a,b}		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Absoluta	Positivo	Negativo		
Arena_Dif	5	-10.4000	9.52890	.367	.367	-.213	.367	0.027^c
Arcilla_Dif	5	1.8000	1.78885	.473	.473	-.327	.473	0.001^c
Limo_Dif	5	8.8000	9.70567	.226	.199	-.226	.226	0.200^{c,d}
Humedad_Dif	5	.0000	.00000 ^e					
Temperatura_Dif	5	-.2000	1.09545	.372	.228	-.372	.372	0.022^c
D_Aparente_Dif	5	-.0580	.03633	.290	.220	-.290	.290	0.197^c

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

e. La distribución no tiene varianza para esta variable. La prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra no se puede realizar.

Con un nivel de significancia del 5%, se tiene que, los indicadores de los parámetros físicos que, si presentan normalidad en sus datos, son los que evalúan el limo y la densidad aparente. Los demás no lo presentan. En virtud de la prueba estadística, se eligen los procedimientos estadísticos para el tratamiento de los datos. Para los que superaron la prueba de normalidad, se usan procedimientos estadísticos paramétricos, tal como la t de Student para medidas repetidas y procedimientos estadísticos no paramétricos tal como los Rangos de Wilcoxon para el que no superó la prueba de normalidad.

Tabla 20. Evaluación de la normalidad en cada uno de los parámetros biológicos (parcela con maíz) mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov para la diferencia de las medidas.

	N	Parámetros normales ^{a,b}		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Absoluta	Positivo	Negativo		
D_Promedio_Dif	5	44.4440	48.43196	.209	.209	-.179	.209	0.200 ^{c,d}
D_Macrofauna_Dif	5	-164.44	129.91143	.290	.226	-.290	.290	0.196 ^c

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Con un nivel de significancia del 5%, se tiene que, los indicadores de los parámetros físicos si presentan normalidad en sus datos. En virtud de la prueba estadística, se eligen los procedimientos estadísticos para el tratamiento de los datos. Siendo que superaron la prueba de normalidad, se usan procedimientos estadísticos paramétricos, tal como la t de Student para medidas repetidas.

4.2. CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Se plantea a continuación la contrastación de la hipótesis, considerando un nivel de significancia del 5% y eligiendo el procedimiento estadístico según la superación de la prueba de normalidad para evaluar si existen diferencias significativas en los parámetros químicos debido al empleo del frijol para mejorar la calidad del suelo en los puntos de monitoreo.

H1: El cultivo de leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) tiene efecto en los parámetros químicos de la calidad del suelo.

Tabla 21. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros químicos (parcela con frijol) mediante la prueba *t* de Student para muestras relacionadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par	P_D - P_A	.12000	.06928	.03098	.03397	.20603	3.873	4	0.018
Par	K_D - K_A	5.71000	12.01599	5.37371	-9.20982	20.62982	1.063	4	0.348
Par	Ca_D - Ca_A	.11400	.44236	.19783	-.43526	.66326	.576	4	0.595
Par	Mg_D - Mg_A	-.24600	.18133	.08109	-.47115	-.02085	-3.034	4	0.039
Par	Na_D - Na_A	.06800	.06611	.02956	-.01408	.15008	2.300	4	0.083
Par	CIC_D - CIC_A	.00000	.49800	.22271	-.61834	.61834	.000	4	1.000
Par	MO_D - MO_A	.01400	.02302	.01030	-.01459	.04259	1.360	4	0.245
Par	Pb_D - Pb_A	-.25800	.05357	.02396	-.32452	-.19148	- 10.769	4	0.000
Par	pH_D - pH_A	-.17000	.50596	.22627	-.79824	.45824	-.751	4	0.494

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros químicos (parcela con frijol) mediante la prueba Rangos de Wilcoxon

	Z	Sig. asintótica (bilateral)
N_A - N_D	-1.000 ^b	.317
K_AA - K_DD	-2.121 ^b	.034

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia

En base al p-valor obtenido en la **Tabla 21.**, con un nivel de significancia de 5% (0.05) se acepta la hipótesis que hubo efecto en el indicador del Fósforo (p-valor=0.018), en el Magnesio (p-valor=0.039) y en el plomo (p-valor=0.000), los cuales son indicadores de los parámetros químicos de la calidad del suelo, este efecto es debido al cultivo del frijol. En todos los demás indicadores evaluados no es posible la aceptación de la hipótesis de investigación.

En la **Tabla 9.** se aprecia que la significancia en el efecto en el Fósforo se da debido al incremento promedio de 7.07 a 7.19. Asimismo, en esa misma tabla se aprecia que el efecto en el Magnesio se debe a un decremento promedio de 4.59 a 4.35. Para el caso del plomo, se aprecia igualmente una reducción promedio de 4.51 a 4.25.

En base al p-valor obtenido en la **Tabla 22.**, con un nivel de significancia de 5% (0.05), se acepta que el cultivo de frijol sí tuvo efecto en el indicador del Potasio como macronutriente intercambiable. En la **Tabla 9.** se aprecia que este efecto se da debido a un incremento promedio de 0.09 a 0.15

Se plantea a continuación la contrastación de la hipótesis, considerando un nivel de significancia del 5% y eligiendo el procedimiento estadístico según la superación de la prueba de normalidad para evaluar si existen diferencias significativas en los parámetros físicos debido al empleo del frijol para mejorar la calidad del suelo en los puntos de monitoreo.

H1: El cultivo de leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) tiene efecto en los parámetros físicos de la calidad del suelo.

Tabla 23. *Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros físicos (parcela con frijol) mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas*

Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par Arena_D - Arena_A	-5.2000	1.64317	.73485	-7.2402	-3.1597	-7.07	4	0.002
Par Limo_D - Limo_A	4.80000	1.48324	.66332	2.95831	6.64169	7.23 6	4	0.002
Par Temperatura_D - Temperatura_A	.40000	4.87852	2.18174	-5.6574	6.45749	.183	4	0.863
Par Densidad_D - Densidad_A	-.03000	.01871	.00837	-.05323	-.00677	- 3.58 6	4	0.023

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros físicos (parcela con frijol) mediante la prueba Rangos de Wilcoxon

Estadísticos de prueba ^a	
	Arcilla_A - Arcilla_D
Z	-1.732 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0.083

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos positivos.

En base al p-valor obtenido en la **Tabla 23.**, con un nivel de significancia de 5% (0.05) se acepta la hipótesis que hubo efecto en el indicador de la Arena (p-valor=0.002), en el Limo (p-valor=0.002) y en la densidad aparente (p-valor=0.023), los cuales son indicadores de los parámetros físicos de la calidad del suelo, este efecto es debido al cultivo del frijol. En la temperatura no es posible la aceptación de la hipótesis de investigación.

En la **Tabla 10.** se aprecia que la significancia en el efecto en la arena se da debido al decremento promedio de 46.60 a 41.40. Asimismo, en esa misma tabla se aprecia que el efecto en el Limo se debe a un incremento promedio de 28.20 a 33.00. Para el caso de la densidad aparente, se aprecia igualmente una reducción promedio de 1.18 a 1.15.

En base al p-valor obtenido en la **Tabla 24.**, con un nivel de significancia de 5% (0.05), no se puede aceptar que el cultivo de frijol tuvo efecto en el indicador de la Arcilla.

Se plantea a continuación la contrastación de la hipótesis, considerando un nivel de significancia del 5% y eligiendo el procedimiento estadístico según la superación de la prueba de normalidad para evaluar si existen diferencias significativas en los parámetros biológicos debido al empleo del frijol para mejorar la calidad del suelo en los puntos de monitoreo.

H1: El cultivo de leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) tiene efecto en los parámetros biológicos de la calidad del suelo.

Tabla 25. *Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros biológicos (parcela con frijol) mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas*

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	D_Promedio_D - D_Promedio_A	6.66800	32.01142	14.31594	-33.07943	46.41543	.466	4	0.666
Par 2	D_Macrofauna_D - D_Macrofauna_A	-93.336	146.48295	65.50917	-275.218	88.54660	-1.4	4	0.227

En base al p-valor obtenido en la **Tabla 25.**, con un nivel de significancia de 5% (0.05) no se puede aceptar la hipótesis que hubo efecto en el indicador de la Densidad Promedio de lombrices (p-valor=0.666), ni en el indicador de la Macrofauna (p-valor=0.0227)

Se plantea a continuación la contrastación de la hipótesis, considerando un nivel de significancia del 5% y eligiendo el procedimiento estadístico según la superación de la prueba de normalidad para evaluar si existen diferencias significativas en los parámetros químicos debido al empleo del maíz para mejorar la calidad del suelo en los puntos de monitoreo.

H1: El cultivo de gramíneas (*Zea mays*) tiene efecto en los parámetros químicos de la calidad del suelo.

Tabla 26. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros químicos (parcela con maíz) mediante la prueba *t* de Student para muestras relacionadas

		Diferencias emparejadas							
			Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media			Inferior	Superior			
Par	P_D - P_A	.11800	.11628	.05200	-.02638	.26238	2.269	4	0.086
Par	K_D - K_A	4.52000	4.67343	2.09002	-1.28283	10.32283	2.163	4	0.097
Par	Mg_D - Mg_A	.41000	.42385	.18955	-.11628	.93628	2.163	4	0.097
Par	K_DD - K_AA	.01000	.01000	.00447	-.00242	.02242	2.236	4	0.089
Par	Na_D - Na_A	.06600	.04393	.01965	.01145	.12055	3.359	4	0.028
Par	CIC_D - CIC_A	.93200	.64944	.29044	.12562	1.73838	3.209	4	0.033
Par	MO_D - MO_A	.01600	.02608	.01166	-.01638	.04838	1.372	4	0.242
Par	Pb_D - Pb_A	-.14600	.10286	.04600	-.27372	-.01828	- 3.174	4	0.034
Par	pH_D - pH_A	-.15600	.25442	.11378	-.47191	.15991	- 1.371	4	0.242

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros químicos (parcela con maíz) mediante la prueba Rangos de Wilcoxon

	Ca_A - Ca_D
Z	-2.023 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0.043

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

En base al p-valor obtenido en la **Tabla 26.**, con un nivel de significancia de 5% (0.05) se acepta la hipótesis que hubo efecto en el indicador del Sodio (p-valor=0.028), en el CIC (p-valor=0.033) y en el plomo (p-valor=0.034), los cuales son indicadores de los parámetros químicos de la calidad del suelo, este efecto es debido al cultivo del maíz. En todos los demás indicadores evaluados no es posible la aceptación de la hipótesis de investigación.

En la **Tabla 12.** se aprecia que la significancia en el efecto en el Sodio se da debido al incremento promedio de 0.27 a 0.33. Asimismo, en esa misma tabla se aprecia que el efecto en el CIC se debe a un incremento promedio de 12.09 a 13.02. Para el caso del plomo, se aprecia una reducción promedio de 7.17 a 7.02.

En base al p-valor obtenido en la **Tabla 27.**, con un nivel de significancia de 5% (0.05), se acepta que el cultivo de maíz si tuvo efecto en el indicador del Potasio como macronutriente intercambiable. En la **Tabla 12.** se aprecia que este efecto se da debido a un incremento promedio de 0.10 a 0.11

Se plantea a continuación la contrastación de la hipótesis, considerando un nivel de significancia del 5% y eligiendo el procedimiento estadístico según la superación de la prueba de normalidad para evaluar si existen diferencias significativas en los parámetros físicos debido al empleo del maíz para mejorar la calidad del suelo en los puntos de monitoreo.

H1: El cultivo de maíz (*Zea mays*) tiene efecto en los parámetros físicos de la calidad del suelo.

Tabla 28. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros físicos (parcela con maíz) mediante la prueba *t* de Student para muestras relacionadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
Par	Limo_D - Limo_A	8.80000	9.70567	4.34051	-3.25118 20.85118	2.027	4	0.113
Par	Densidad_D - Densidad_A	-.05800	.03633	.01625	-.10311 -.01289	- 3.570	4	0.023

Tabla 29. Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros físicos (parcela con maíz) mediante la prueba Rangos de Wilcoxon

	Z	Sig. asintótica (bilateral)
Arena_A - Arena_D	-1.761 ^b	0.078
Arcilla_A - Arcilla_D	-2.121 ^c	0.034
Temperatura_A - Temperatura_D	-.447 ^b	0.655

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.

En base al p-valor obtenido en la **Tabla 28.**, con un nivel de significancia de 5% (0.05) se acepta la hipótesis que hubo efecto en el indicador de la

Densidad aparente (p -valor=0.023) En el indicador del Limo no es posible la aceptación de la hipótesis de investigación.

En la **Tabla 13.** se aprecia que la significancia en el efecto en la densidad aparente se da debido al decremento promedio de 1.30 a 1.24.

En base al p -valor obtenido en la **Tabla 29.**, con un nivel de significancia de 5% (0.05), se acepta que el cultivo de frijol tuvo efecto en el indicador de la Arcilla. En la **Tabla 13.** se aprecia que este efecto se da debido a un incremento promedio de 24.20 a 26.00. No se puede aceptar las diferencias significativas en el indicador de la arena ni la temperatura

Se plantea a continuación la contrastación de la hipótesis, considerando un nivel de significancia del 5% y eligiendo el procedimiento estadístico según la superación de la prueba de normalidad para evaluar si existen diferencias significativas en los parámetros biológicos debido al empleo del maíz para mejorar la calidad del suelo en los puntos de monitoreo.

H1: El cultivo de gramíneas (*Zea mays*) tiene efecto en los parámetros biológicos de la calidad del suelo.

Tabla 30. *Prueba de muestras emparejadas en cada uno de los parámetros biológicos (parcela con maíz) mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas*

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
				Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				Sig.
		Media	Desviación estándar	de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	(bilateral)
Par 1	D_Promedio_D - D_Promedio_A	44.44400	48.43196	21.6594	- 15.69222	104.580	2.05	4	0.109
Par 2	D_Macrofauna_D - D_Macrofauna_A	-164.444	129.91143	58.0981	-325.754	-3.1376	-2.8	4	0.047

En base al p-valor obtenido en la **Tabla 30.**, con un nivel de significancia de 5% (0.05) se acepta la hipótesis que hubo efecto en el indicador de la Macrofauna (p-valor=0.047). La **Tabla 20.** nos indica que este efecto significativo se debe a un decremento de 217.8 a 53.33. No se puede aceptar que hubo diferencias significativas en el indicador de la Densidad promedio de lombrices.

4.3. CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS GENERAL

HI. Los cultivos de gramíneas (*Zea mays*) y leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) influyen en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán – Huánuco, 2019.

Tabla 31. Resumen de resultados para parámetros físicos obtenidos para Frijol.

Parcela Frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i>)		
Parámetros físicos	Antes (media)	Después (media)
Arena	46.60	41.40
Arcilla	25.00	25.60
Limo	28.20	33.00
Textura	-	-
Humedad	5.04	5.04
Color	-	-
Temperatura	23.20	23.60
Densidad aparente	1.18	1.15
Porosidad	-	-

Fuente: Tesista

Tabla 32. Resumen de resultados para parámetros físicos obtenidos para Maíz.

Parcela Maíz Morado (<i>Zea Mays</i>)		
Parámetros físicos	Antes (media)	Después (media)
Arena	43.60	32.20
Arcilla	24.20	26.00
Limo	32.20	41.00
Textura	-	-
Humedad	5.18	5.18
Color	-	-
Temperatura	25.40	25.20
Densidad aparente	1.30	1.24
Porosidad	-	-

Fuente: Tesista

En las siguientes **Tablas 31. y 32.** muestran los datos obtenidos de la evaluación de los parámetros físicos en donde se muestra que el cultivo de maíz y frijol no muestra una influencia significativa en los parámetros de la calidad física del suelo.

Tabla 33. Resumen de resultados para parámetros químicos obtenidos para Frijol.

Parcela Frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i>)		
Parámetros químicos	Antes	Después
N	0.11	0.12
P	7.07	7.19
K	69.61	75.32
Ca	7.59	7.71
Mg	4.59	4.35
K cambiable	0.09	0.15
Na	0.37	0.43
Al	-	-
H	-	-
CIC	12.64	12.64
CICe	-	-
M.O.	2.29	2.31
Cd	-	-
Pb	4.51	4.25
pH	7.08	6.91

Fuente: Tesista

Tabla 34. Resumen de resultados para parámetros químicos obtenidos para Maíz.

Parcela Maíz Morado (<i>Zea Mays</i>)		
Parámetros químicos	Antes	Después
N	0.12	0.12
P	7.48	7.60
K	85.42	89.94
Ca	7.28	7.72
Mg	4.45	4.86
K cambiable	0.10	0.11
Na	0.27	0.33
Al	-	-
H	-	-
CIC	12.09	13.02
CICe	-	-
M.O.	2.38	2.40
Cd	-	-
Pb	4.97	4.82
pH	7.17	7.02

Fuente: Tesista

En la **Tabla 33 y 34** se observa como resultados un ligero incremento para el potasio, sin embargo, estadísticamente no es significativo para nuestro estudio, igualmente se mantienen los demás parámetros químicos en maíz y frijol.

Tabla 35. Resumen de resultados para parámetros biológicos obtenidos para Frijol.

Parcela Frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i>)		
Parámetros biológicos	Antes	Después
Densidad promedio de lombrices	35.5	42.22
Densidad de macrofauna	108.89	15.55

Fuente: Tesista

Tabla 36. Resumen de resultados para parámetros biológicos obtenidos para Maíz.

Parcela Maíz Morado (<i>Zea Mays</i>)		
Parámetros biológicos	Antes	Después
Densidad promedio de lombrices	11.1	55.55
Densidad de macrofauna	217.8	55.33

Fuente: Tesista

La densidad de lombrices encontradas antes y después en los sistemas productivos de maíz y frijol como se observa en la **Tabla 35 y 36**, en el rango promedio de la densidad de lombrices hay un incremento notorio en cuanto a la parcela donde se sembró maíz, sin embargo, esta no es significativa estadísticamente. Para la densidad de macrofauna se observó cambios estadísticamente significativos, esto nos indica que la macrofauna suele ser afectada por el impacto que ocasiona la labranza y el uso de insumos químicos, condición que se refleja en la reducción o eliminación de especies y en la disminución de la biomasa de estas poblaciones.

Tabla 37. *Análisis global. “Cambios del suelo antes de la siembra y después de la cosecha”*

CALIDAD DE SUELO ANTES Y DESPUES			
Cultivo	P. Físico	P. Químicos	P. Biológicos
<i>Phaseolus Vulgaris</i>	No significativo	No significativo	Significativo solo para macrofauna
<i>Zea Mays</i>	No significativo	No significativo	Significativo solo para macrofauna

Fuente: *Tesista*

En la **Tabla 37.** se observa un resumen de la evaluación de todos los parámetros, con ello se demuestra en el presente estudio que no existe influencia de los cultivos de gramíneas y leguminosas en la calidad del suelo a excepción para el parámetro biológico, sin embargo esta influencia es de carácter negativo, por lo tanto aceptamos la hipótesis nula de investigación que nos dice: “Los cultivos de gramíneas (*Zea mays*) y leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) **no influyen** en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán – Huánuco, 2019”.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

La investigación realizada por Arévalo (2014), titulado “DINÁMICA DE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE SUELO EN EL MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES CON CACAO”, TARAPOTO, SAN MARTIN; nos señala que en el estudio realizado en estos dos tipos de sistemas instalados el INAS e ITAS de cacao antes de su establecimiento, se obtuvieron suelos franco arcillosos, fuertemente ácidos, nivel bajo en materia orgánica, bajo en fósforo disponible, bajo en potasio disponible, media capacidad de retención de cationes, 1.57 de acidez cambiante y 90.22% de saturación de bases. Luego de la intervención de estos sistemas los resultados de los indicadores físicos del suelo no existieron diferencias significativas para la densidad aparente, porosidad, mientras que la diferenciación de medias para la saturación, capacidad de campo, punto de marchitez, agua disponible y algunos componentes de la textura del suelo como la arcilla y el limo fueron significativos. Para los indicadores químicos tras la intervención se muestran diferencias significativas en pH, conductividad eléctrica, fósforo disponible, capacidad de intercambio catiónico, calcio, magnesio, acidez cambiante, suma de bases, % de saturación de bases, hierro y manganeso. Llegando a la conclusión que la alteración del ambiente natural produce una serie de cambios físicos, químicos y biológicos del suelo y por consiguiente también influyeron en la calidad de los suelos para una agricultura sustentable.

La investigación realizada en el ámbito local de Huamán (2016) titulado “INDICADORES DE LA CALIDAD DE SUELOS EN TRES SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA, SECTOR SHITARI, HUAMALIES”, donde el primer indicador físico que se determinó en los tres sistemas de uso fue la textura en donde presentan suelos franco y estructura granular adecuados para los cultivos existentes, la densidad aparente oscila desde 1.45 a 1.51 g/cm³, la temperatura del suelo nos muestra una variación que va de 25.8 a 26.2 °C. En las propiedades químicas, como la materia orgánica se encuentran en niveles medios oscilando entre 2.69 y 2.99%, de la misma manera presento

un comportamiento similar el nitrógeno con contenidos medios de 0.12 a 0.13%, el fósforo con contenidos medios también, el potasio disponible con contenidos bajos de 97.96 a 171.92 kg/ha, la CIC presentan bajo potencial con un promedio de 7.48 a 10.52 cmol/g en cada sistema estudiado. Cuyo autor llegó a la conclusión que los índices de calidad de los suelos indican que estos sistemas poseen propiedades físicas más favorables que químicas, aceptando la hipótesis que los indicadores de calidad de suelo influyen en los sistemas de uso.

En nuestra presente investigación se trabajó con dos diferentes tipos de cultivos de gramíneas y leguminosas. En los indicadores físicos del suelo de los cultivos se determinó la textura del suelo, cuya clase textural de ambos cultivos son suelos francos; comparando con las dos investigaciones utilizadas como antecedentes nos mencionan que el cambio en los componentes de la textura es una característica física estática y no cambia durante un corto periodo de manera significativa (Cassel, 2006), otro indicador es la densidad aparente, en los dos tipos de cultivos tuvo una variabilidad considerable de 1.30 a 1.24 g/cm³ en la parcela de maíz, mientras que en la parcela de frijol de 1.18 a 1.15 g/cm³, siendo beneficiosos estos cambios para la calidad del suelo, caso contrario ocurrido en la investigación de Huamán (2016) que no presentaron valores favorables, ya que nos señala que la densidad aparente es el mejor indicador de la calidad del suelo, con un incremento de la densidad aparente, la resistencia mecánica tiende a aumentar y la porosidad del suelo tiende a disminuir, estos cambios limitan el crecimiento de las raíces a valores críticos. Otro indicador fue la temperatura del suelo, oscila entre los 23.20 a 25.40 °C en ambos cultivos debido a que según (FASSBENDER, 1987), la presencia de una importante cubierta vegetal disminuye la cantidad de radiación global, también afecta al cambiar el albedo.

En las propiedades químicas analizadas, para el cultivo de gramíneas se obtuvo un suelo ligeramente alcalino con una reducción ligera del pH de 7.17 a 7.02, en la materia orgánica se mantuvo en un nivel medio que oscila entre 2.38 a 2.40, los valores del N y P se mantuvieron en un nivel medio, mientras que el K sufrió un mayor incremento, pero se mantuvo en un nivel bajo, en los micronutrientes Ca y Mg se mantuvieron en un nivel medio y alto

respectivamente sin presentar variaciones representativas, en el caso del CIC se obtuvieron datos de 12.09 a 13.02 Cmol (+)/kg manteniéndose en un nivel bajo, el indicador de plomo tuvo un mayor decremento, no se registraron mediciones de Al, H, ClCe y Cd. Para el cultivo de las leguminosas se obtuvieron las mismas clasificaciones y variaciones ligeras con excepción del K que tuvo el mayor incremento. Los antecedentes analizados también obtuvieron ligeros cambios en las propiedades químicas del suelo tras la intervención de los diferentes cultivos instalados, esto nos da entender que si no existe un valor óptimo del pH y la materia orgánica en el suelo que determina el crecimiento de las plantas, la absorción de nutrientes, la concentración de formas iónicas y la disponibilidad de micronutrientes para la absorción por las raíces de las plantas según (Fageria, 2006); entonces debido a esta afirmación no se obtuvieron cambios considerables en todos los indicadores químicos tras la intervención de los diferentes cultivos.

5.2. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO

La investigación realizada por Aguirre (2018) titulado “LA MACROFAUNA COMO INDICADOR DE CALIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO EN DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA”, Lima; nos indica que en los cuatro sistemas productivos analizados se obtuvo un rango promedio de la densidad de lombrices entre 21.33 y 170.67 individuos/m² y en la densidad de la Macrofauna encontrada fue en la clase artrópodo, la población de hormigas varía de 21.33 a 90.67 individuos/m² para los sistemas de agricultura convencional y sistema forestal respectivamente y la población de chanchitos de la humedad varía entre 32.00 individuos/m² para agricultura orgánica y convencional y 42.67 individuos/m² para los sistemas de pastos y forestal, así familia formicidae y el orden isópoda, aparentemente resultaron ser las más numerosas en cada uno de los suelos evaluados. Las otras familias variaron su densidad poblacional de 0 a 21.33 individuos/m² esto para los casos de escarabajos en sus formas adulta y larva, larvas de lepidópteros, tijeretas, milpiés y arañas. La investigación llegó a la conclusión de que la presencia de lombrices en un suelo es un buen indicador indirecto de la calidad del suelo.

Los resultados obtenidos en los cultivos de gramíneas para la densidad de lombrices variaron de 11.1 a 55.55 individuos/m² y para el cultivo de leguminosas oscilaron de 35.5 a 42.22 individuos/m², estos resultados fueron totalmente diferentes a la investigación realizada por Aguirre (2018), estos resultados fueron reforzados por (Laossi, 2008) quien menciona que para el caso de los sistemas herbáceos donde se observa un gran volumen de fitomasa aérea y subterránea, este favorece la presencia de lombrices y termitas, estimuladas por la mineralización del carbono a partir de los exudados radicales.

En los promedios de Macrofauna encontrada se obtuvo una densidad poblacional de 217.8 a 53.33 individuos/m² para la parcela de maíz, asimismo, para la parcela de frijol se redujo de 108.89 a 15.55 individuos/m², estos cambios significativos en el decrecimiento de la densidad poblacional de la Macrofauna son debido a que se realizan labores de arado, gradeo y surcado con maquinaria, que es una condición que influye de alguna manera en la densidad poblacional, todo esto mencionado en la investigación de Aguirre (2018).

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio realizado permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

- Con respecto al objetivo general en el presente estudio se concluye que no existe influencia de los cultivos de gramíneas y leguminosas en la calidad del suelo a excepción para el parámetro biológico, sin embargo, esta influencia es de carácter negativo, por lo tanto, se acepta la hipótesis general nula de la investigación.
- Referente al objetivo específico 1, y con un nivel de significancia de 5% (0.05), se concluye que el indicador de la densidad aparente (p -valor=0.023) tuvo una influencia significativa, esto debido al decremento en su promedio de 1.30 a 1.24. Caso opuesto ocurre en el indicador arcilla en base al p -valor obtenido=0.034, se acepta que tuvo influencia esto debido al incremento en su promedio de 24.20 a 26.00. En el indicador Limo no es posible aceptar que tuvo influencia. Asimismo, no se puede aceptar diferencias significativas en los indicadores de arena y temperatura. Entonces se concluye que a pesar de existir influencia en algunos indicadores este no resulta ser significativo para los parámetros físicos analizados en el cultivo del maíz por lo que no se acepta la hipótesis alterna.
- En el objetivo específico 2, teniendo en cuenta un nivel de significancia del 5%, se concluye que en los indicadores físicos como la Arena (p -valor=0.002) sufrió un decremento promedio de 46.60 a 41.40, en el Limo (p -valor=0.002) tuvo un incremento promedio de 28.20 a 33.00, asimismo, la densidad aparente (p -valor=0.023) tuvo una reducción promedio de 1.18 a 1.15, teniendo efecto en la calidad del suelo debido al cultivo del frijol. En el indicador de la Temperatura no se aceptó la hipótesis, como también en el indicador de la Arcilla. Por lo tanto, se concluye que no existió influencia del cultivo del frijol en los parámetros físicos del suelo.
- Con respecto al objetivo 3, y en base al p -valor obtenido en los indicadores Sodio (p -valor=0.028), CIC (p -valor=0.033) y plomo (p -

valor=0.034) con un nivel de significancia de 5%(0.05), se acepta la hipótesis que tuvo efecto el cultivo del maíz en los parámetros químicos del suelo. La significancia en el Sodio se da debido al incremento promedio de 0.27 a 0.33, para el CIC se debe a un incremento promedio de 12.09 a 13.02, del mismo modo, para el plomo que tuvo una reducción promedio de 7.17 a 7.02. Asimismo, con un nivel de significancia del 5% tuvo efecto en el Potasio como macronutriente cambiante que tuvo un efecto debido a un incremento promedio de 0.10 a 0.11. En conclusión, el cultivo del maíz no tuvo influencia en los parámetros químicos del suelo.

- En alusión al objetivo 4, con un nivel de significancia del 5% (0.05) se acepta que hubo efecto en el Fosforo (p-valor=0.018) debido al incremento promedio de 7.07 a 7.19, en el Magnesio (p-valor=0.039) se debe a un decremento promedio de 4.59 a 4.35 y en el indicador plomo (p-valor=0.000) con una reducción promedio de 4.51 a 4.25, los cuales tuvieron efecto en la calidad del suelo debido al cultivo del frijol. También en el indicador del Potasio como macronutriente intercambiable tuvo cambios significativos en el suelo debido a su incremento promedio de 0.09 a 0.15. en todos los demás indicadores no se pudo aceptar la hipótesis de la investigación. Por lo tanto, se concluye que como no se obtuvo cambios significativos en la mayoría de los indicadores químicos, el cultivo del frijol no tuvo influencia, aceptando la hipótesis nula planteada.
- Referente al objetivo específico 5, y con un nivel de significancia del 5% (0.05) y una probabilidad de error del 4.7% (0.047). Se concluye que existe una influencia significativa en los parámetros biológicos en caso del indicador de Macrofauna que indica calidad de suelo para el cultivo de maíz ya que existe un decremento de 217.8 a 53.33 en su población. Caso opuesto ocurre para el indicador de densidad de lombrices en el cual existe un incremento de su densidad poblacional de 11.1 a 55.55 para este indicador se concluye que no se puede aceptar que hubo diferencias significativas comprobando con ello que no existe influencia.

- En el objetivo específico 6, con base al p-valor obtenido ($0,227 = 22.7\%$), teniendo en cuenta un nivel de significancia de 5% ($0,05$) se concluye que no existe influencia estadística significativa para el indicador de Macrofauna, del mismo modo con base al p-valor obtenido de ($0,666 = 66.6\%$), teniendo en cuenta un nivel de significancia de 5% ($0,05$), se concluye que no existe influencia estadística significativa para el indicador densidad de lombrices. En conclusión, no existe influencia del cultivo frijol para los parámetros biológicos del suelo.
- Y por último, respecto al objetivo específico 7, el centro poblado de San Juan de Miraflores presenta características físicas del suelo similares en todo su ámbito, por lo cual se concluye que los suelos utilizados en el estudio de las dos parcelas nos muestran una textura franca independientemente de las variaciones que haya sufrido sus componentes (arcilla, limo, arena) por la intervención de estos dos cultivos, siendo la textura una propiedad estática del suelo, en los demás indicadores analizados como la densidad aparente muestran cambios significativos resultando beneficiosos para el suelo estos en ambos cultivos, en los indicadores físicos el color, la temperatura, la humedad tuvieron cambios relativos. En las características químicas se concluye que a un valor estable del pH en el suelo beneficiaría la absorción de nutrientes como el N, P, K y microelementos necesarios para el crecimiento de las plantas. Asimismo, se concluye que los parámetros de nitrógeno y materia orgánica están íntimamente ligados en el incremento o reducción de la densidad de especies en el suelo.

RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar monitoreos constantes del estado actual del suelo por estas zonas que nos permitan tener información y poder tomar acciones inmediatas en la recuperación del suelo.
- Se recomienda que las principales autoridades, gobiernos regionales y locales pongan énfasis y realicen acciones en el sector agricultura con buenas prácticas de manejo del suelo, instalación de sistemas tecnificados de riego y capacitaciones a los agricultores que ayuden a mejorar la calidad del suelo, la principal recomendación a la Municipalidad Distrital de San Francisco de Cayrán, en cuya jurisdicción se realizó el estudio.
- Realizar un plan de fertilización en todas las parcelas, ya que en el estudio realizado se mostró una baja disponibilidad de nutrientes en el suelo que afectan la calidad y productividad del suelo. Asimismo, se recomienda no utilizar productos químicos que altera la Macrofauna edáfica.
- Se recomienda que la Universidad de Huánuco, en principal la E.A.P. Ingeniería Ambiental debería considerar como uno de sus lineamientos de investigación el estudio de la calidad del suelo siendo este un componente importante del ambiente y que en él se suscita múltiples problemas ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACTON, D. a. (1995). The Health of our Soils, Toward Sustainable agriculture in Canada . *Centre for Land and Biological Resources Research*.
- Agricola, T. (2013). Ciclo de nitrogeno en el suelo.
- Autores, C. (1984). *Zoologia*. Cuba: Editorial Pueblo y educación.
- BEAR, E. (1969). *Los suelos en relacion con el crecimiento de los cultivos*. Barcelona, España : Omega.
- Brown, G., Fragoso, Barois, Rojas, Patron, Bueno, . . . Rodriguez. (2001). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edafica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*, 79-110.
- Carbajal, R. R. (1997). *Propiedades Fisicas, Quimicas y Biologicas del Suelo*. Bogota: Convenio Fenalce.
- Carcedo, S. G. (2007). La biomasa del suelo. Introducción.
- Cassel, K. (2006). *Applied soil physics for agricultural soil management. Memorias del X Congreso Nacional y III Internacional de la Ciencia del Suelo*. Lima, Perú.
- Céspedes, M. C. (2000). Manejo de la Fertilidad del Suelo. *INIA*.
- Dávila, G. d. (2014). Manual Practico sobre la macrofauna edafica como indicador biologico de la calidad del suelo, resultados en Cuba.
- ECURED. (2017). Maiz Morado. *Enciclopedia Cubana* .
- Espinoza, R. B. (2017). *Guia Técnica de Muestreo de Suelos*. Nicaragua: Complejo Grafuco TMC.
- Fageria, N. K. (2006). *Physiology of Crop Production Food Products Press*. New York - USA: Binghamton.
- FAO. (1996). *Ecologia y Enseñanza Rural*. Roma, Italia: Estudio Fao Montes 131.
- FAO. (2005). *Buenas Practicas agricolas (BPA) en la produccion de frijol voluble*. Colombia.
- FAO. (2015). *El Estado de la Seguridad Alimentaria en el Mundo*. Roma.
- FAO. (2016). Salinizacion y Sodificacion . *Revista Dia Mundial de los Suelos*.

- FASSBENDER. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. San José, Costa Rica: 2ed. IICA.
- Fuentes. (2002). *El cultivo del maíz en Guatemala una guía para su manejo agronomico*. Guatemala: ICTA.
- G., Q. (1980). *Suelos*. La Habana : Pueblo y Educación.
- GRLL. (2013). Cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris*). "*La voz Agraria*".
- Hernandez, F. B. (2014). *Metodología de la Investigación* . Mexico: McGraw - Gill.
- IICA. (2009). Guía Técnica para el Cultivo de Frijol. *Red Sicta*.
- INTAGRI. (2017). Fijación de potasio en el suelo. *Serie Suelos*, 3.
- Lal, R. (1998). Soil Erosion Impact on Agronomic Productivity and Environment Quality . *Critical Reviews in Plant Sciences* .
- Laossi, K. e. (2008). *Effects of plant diversity on plant biomass production and soil macrofauna in Amazonian Pastures*. *Pedobiologia*.
- Manrique. (1997). *El maíz en el Perú*. Lima, Perú.
- MINAGRI. (2014). Erosión del suelo. *Cartillas para la conservación del suelo*.
- MINAGRI. (2016). Leguminosas de grano .
- MINAGRI. (2017). MAIZ MORADO.
- MINAM. (2014). *Guía para Muestreo de Suelos*. Lima: Diario El Peruano.
- Peralta, H. G. (2014). Diversidad de las Gramíneas (Poaceae) de Lircay (Ancaraes, Huancavelica, Perú).
- Sampieri, R. H. (2016). *Metodología de la Investigación Quinta Edición México*. México: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- SCIELO. (2017). Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Agrociencia*.
- TecnicoAgricola. (2013). Ciclo del Fósforo en el suelo.
- unioviado. (1995). *Seminarios Suelos*. España.
- Zerbino, S., Altier, N., & Rodríguez, A. M. (2008). Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia*, 44-55.

. Ciclo de nitrógeno en el suelo.

Autores, C. (1984). *Zoología*. Cuba: Editorial Pueblo y educación.

BEAR, E. (1969). *Los suelos en relacion con el crecimiento de los cultivos*. Barcelona, España : Omega.

Brown, G., Fragoso, Barois, Rojas, Patron, Bueno, . . . Rodriguez. (2001). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*, 79-110.

Carbajal, R. R. (1997). *Propiedades Fisicas, Quimicas y Biologicas del Suelo*. Bogota: Convenio Fenalce.

Carcedo, S. G. (2007). La biomasa del suelo. Introducción.

Cassel, K. (2006). *Applied soil physics for agricultural soil management. Memorias del X Congreso Nacional y III Internacional de la Ciencia del Suelo*. Lima, Perú.

Céspedes, M. C. (2000). Manejo de la Fertilidad del Suelo. *INIA*.

Dávila, G. d. (2014). Manual Practico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, resultados en Cuba.

ECURED. (2017). Maiz Morado. *Enciclopedia Cubana* .

Espinoza, R. B. (2017). *Guía Técnica de Muestreo de Suelos*. Nicaragua: Complejo Grafuco TMC.

Fageria, N. K. (2006). *Physiology of Crop Production Food Products Press*. New York - USA: Binghamton.

FAO. (1996). *Ecología y Enseñanza Rural*. Roma, Italia: Estudio Fao Montes 131.

FAO. (2005). *Buenas Practicas agricolas (BPA) en la produccion de frijol voluble*. Colombia.

FAO. (2015). *El Estado de la Seguridad Alimentaria en el Mundo*. Roma.

FAO. (2016). Salinizacion y Sodificacion . *Revista Dia Mundial de los Suelos*.

FASSBENDER. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. San José, Costa Rica: 2ed. IICA.

Fuentes. (2002). *El cultivo del maiz en Guatemala una guía para su manejo agronomico*. Guatemala: ICTA.

- G., Q. (1980). *Suelos*. La Habana : Pueblo y Educación.
- GRLL. (2013). Cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris*). "*La voz Agraria*".
- Hernandez, F. B. (2014). *Metodología de la Investigación* . Mexico: McGraw - Gill.
- IICA. (2009). Guía Técnica para el Cultivo de Frijol. *Red Sicta*.
- INTAGRI. (2017). Fijación de potasio en el suelo. *Serie Suelos*, 3.
- Lal, R. (1998). Soil Erosion Impact on Agronomic Productivity and Environment Quality . *Critical Reviews in Plant Sciences* .
- Laossi, K. e. (2008). *Effects of plant diversity on plant biomass production and soil macrofauna in Amazonian Pastures*. *Pedobiologia*.
- Manrique. (1997). *El maíz en el Perú*. Lima, Perú.
- MINAGRI. (2014). Erosión del suelo. *Cartillas para la conservación del suelo*.
- MINAGRI. (2016). Leguminosas de grano .
- MINAGRI. (2017). MAIZ MORADO.
- MINAM. (2014). *Guía para Muestreo de Suelos*. Lima: Diario El Peruano.
- Peralta, H. G. (2014). Diversidad de las Gramineas (Poaceae) de Lircay (Ancaraes, Huancavelica, Perú).
- Sampieri, R. H. (2016). *Metodología de la Investigación Quinta Edición México*. México: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- SCIELO. (2017). Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Agrociencia*.
- TecnicoAgricola. (2013). Ciclo del Fósforo en el suelo.
- unioviado. (1995). *Seminarios Suelos*. España.
- Zerbino, S., Altier, N., & Rodríguez, A. M. (2008). Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia*, 44-55.

ANEXOS

Anexo 1.

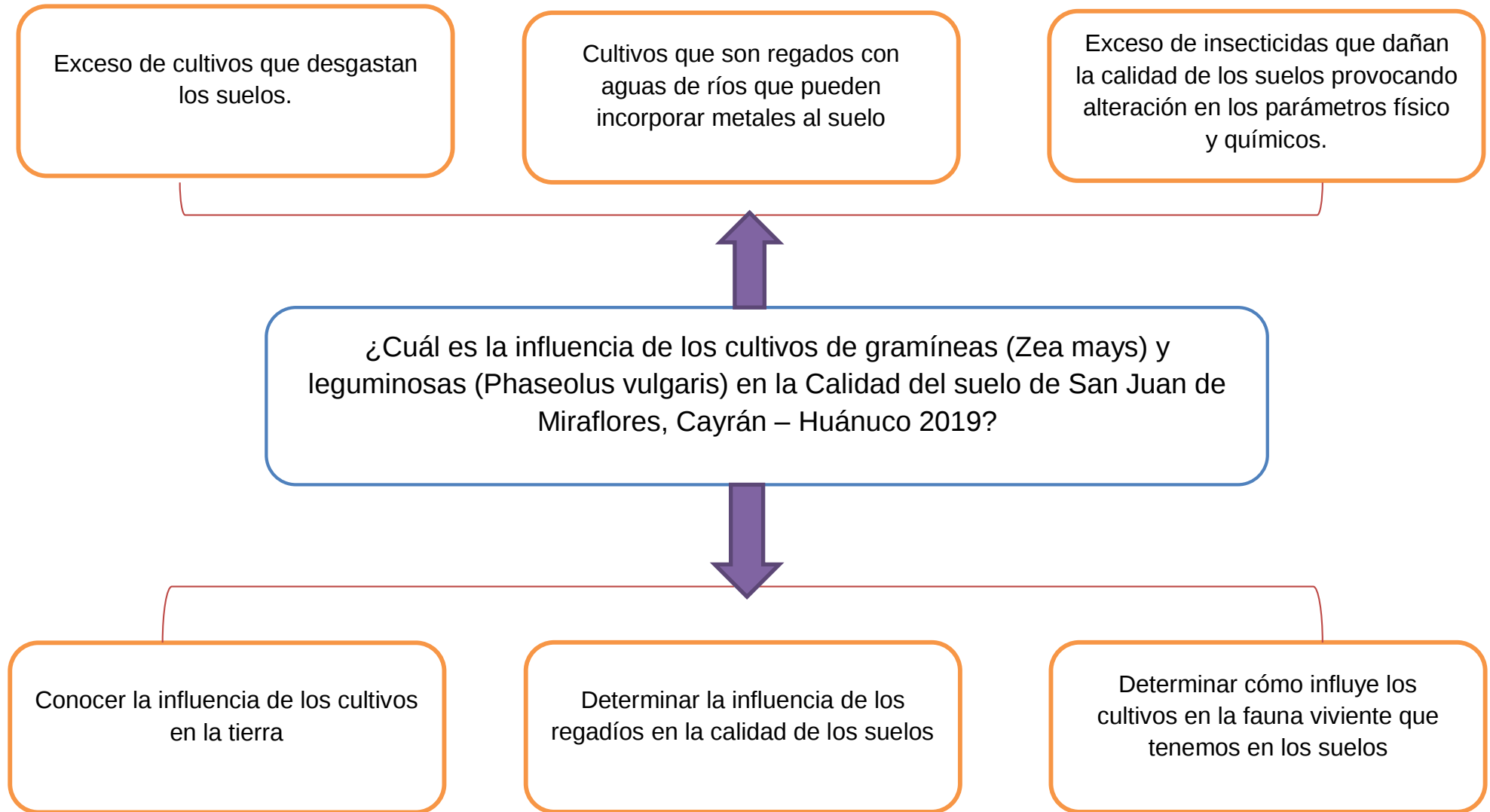
“Matriz de Consistencia”

MATRIZ DE CONSISTENCIA

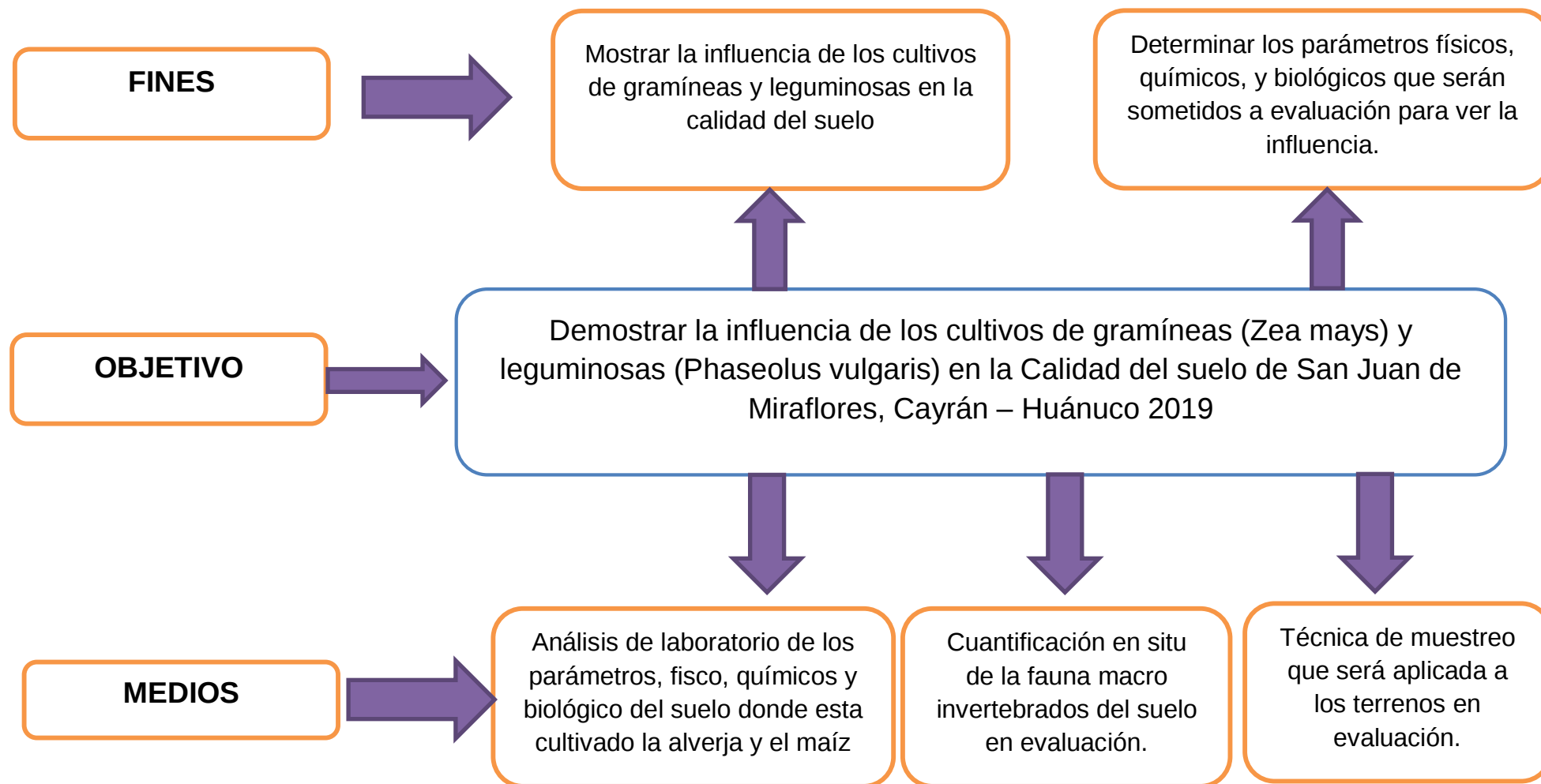
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	Hipótesis General:	Variable dependiente	Tipo de investigación	Población
¿Cuál es la influencia de los cultivos de gramíneas (Zea mays) y leguminosas (Phaseolus vulgaris) en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, Cayrán – Huánuco 2019?	Evidenciar la influencia de los cultivos de gramíneas (Zea mays) y leguminosas (Phaseolus vulgaris) en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, Cayrán – Huánuco 2019	H0: Los cultivos de gramíneas (Zea mays) y leguminosas (Phaseolus vulgaris) no influyen en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, Cayrán – Huánuco 2019. H1. Los cultivos de gramíneas (Zea mays) y leguminosas (Phaseolus vulgaris) influyen en la Calidad del suelo de San Juan de Miraflores, Cayrán – Huánuco 2019.	Calidad de suelo	En base al tiempo en que se obtienen los datos y se analizan; nuestro estudio será prospectivo, ya que los datos obtenidos serán actuales y se someterán a procesos de contrastación para determinar la influencia de los cultivos en la calidad de los suelos.	El estudio se realizará en dos terrenos 0.5 Ha aproximadamente cada uno y contara con las siguientes características de inclusión: Suelo que tuvo en el último año cultivos de gramíneas (Zea mays)
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	Hipótesis Especificas:	Variable Independiente	Enfoque	Muestra
¿Cuál es la influencia de los cultivos de gramíneas en las características físicas del suelo?	Evidenciar la influencia de los cultivos de gramíneas en las características físicas del suelo.	H0. Los cultivos de gramíneas no Influyen en las características físicas del suelo.	Cultivos de gramíneas (Zea mays) y leguminosas (Phaseolus vulgaris)	Presenta un enfoque cuantitativo ya que los objetivos de la investigación solo se lograrán analizando datos numéricos.	Para la obtención de la muestra se utilizará un muestreo no probabilístico, en cada terreno de media hectárea se tomarán 5 muestras de suelo, que serán sometidas a análisis de laboratorio de UNAS para determinar las variables en evaluación.
¿Cuál es la influencia de los cultivos de leguminosas en las características físicas del suelo?	Evidenciar la influencia de los cultivos de leguminosas en las características físicas del suelo.	H1. Los cultivos de gramíneas Influyen en las características físicas del suelo. H0. Los cultivos de leguminosas no Influyen en las características físicas del suelo.			
¿Cuál es la influencia de los cultivos de gramíneas en las características químicas del suelo?	Evidenciar la influencia de los cultivos de gramíneas en las características químicas del suelo.	H1. H1. Los cultivos de leguminosas Influyen en las características físicas del suelo. H0. Los cultivos de gramíneas no Influyen en las características químicas del suelo.			
¿Cuál es la influencia de los cultivos de leguminosas en las características químicas del suelo?	Evidenciar la influencia de los cultivos de leguminosas en las características químicas del suelo.	H1. Los cultivos de gramíneas influyen en las características químicas del suelo. H0. Los cultivos de leguminosas no Influyen en las características químicas del suelo.			
¿Cuál es la influencia de los cultivos de gramíneas en las características biológicas del suelo?	Evidenciar la influencia de los cultivos de gramíneas en las características biológicas del suelo.	H1. Los cultivos de leguminosas influyen en las características químicas del suelo. H0. Los cultivos de gramíneas no Influyen en las características biológicas del suelo.			
¿Cuál es la influencia de los cultivos de leguminosas en las características biológicas del suelo?	Evidenciar la influencia de los cultivos de leguminosas en las características biológicas del suelo.	H1. Los cultivos de gramíneas influyen en las características biológicas del suelo. H0. Los cultivos de leguminosas no Influyen en las características biológicas del suelo.			
¿Cuáles son las características físicas, químicas y biológicas del suelo?	Describir la característica física, química y biológica del suelo cultivados con estas dos especies.	H1. Los cultivos de gramíneas influyen en las características biológicas del suelo. H0. Los cultivos de leguminosas no Influyen en las características biológicas del suelo. H1. Los cultivos de leguminosas influyen en las características biológicas del suelo.		Nivel de investigación Es de nivel explicativo ya que explica el comportamiento de una variable en función de otra(s); por ser estudios de causa-efecto.	

Tesista: Santiago Arratea Yesabella Carmina

Anexo 2.
Árbol de Causa y Efecto

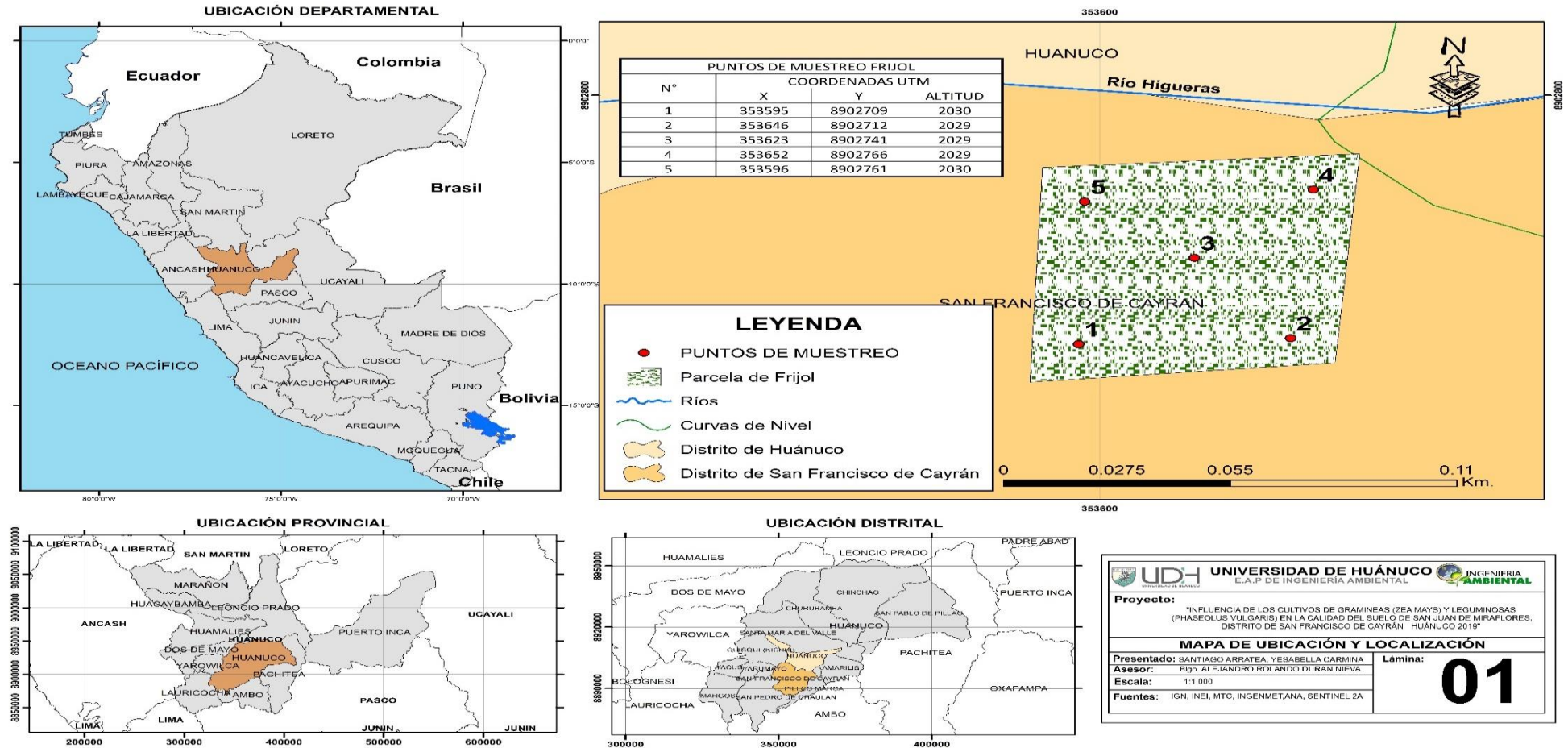


Anexo 3.
Árbol De Medios Y Fines



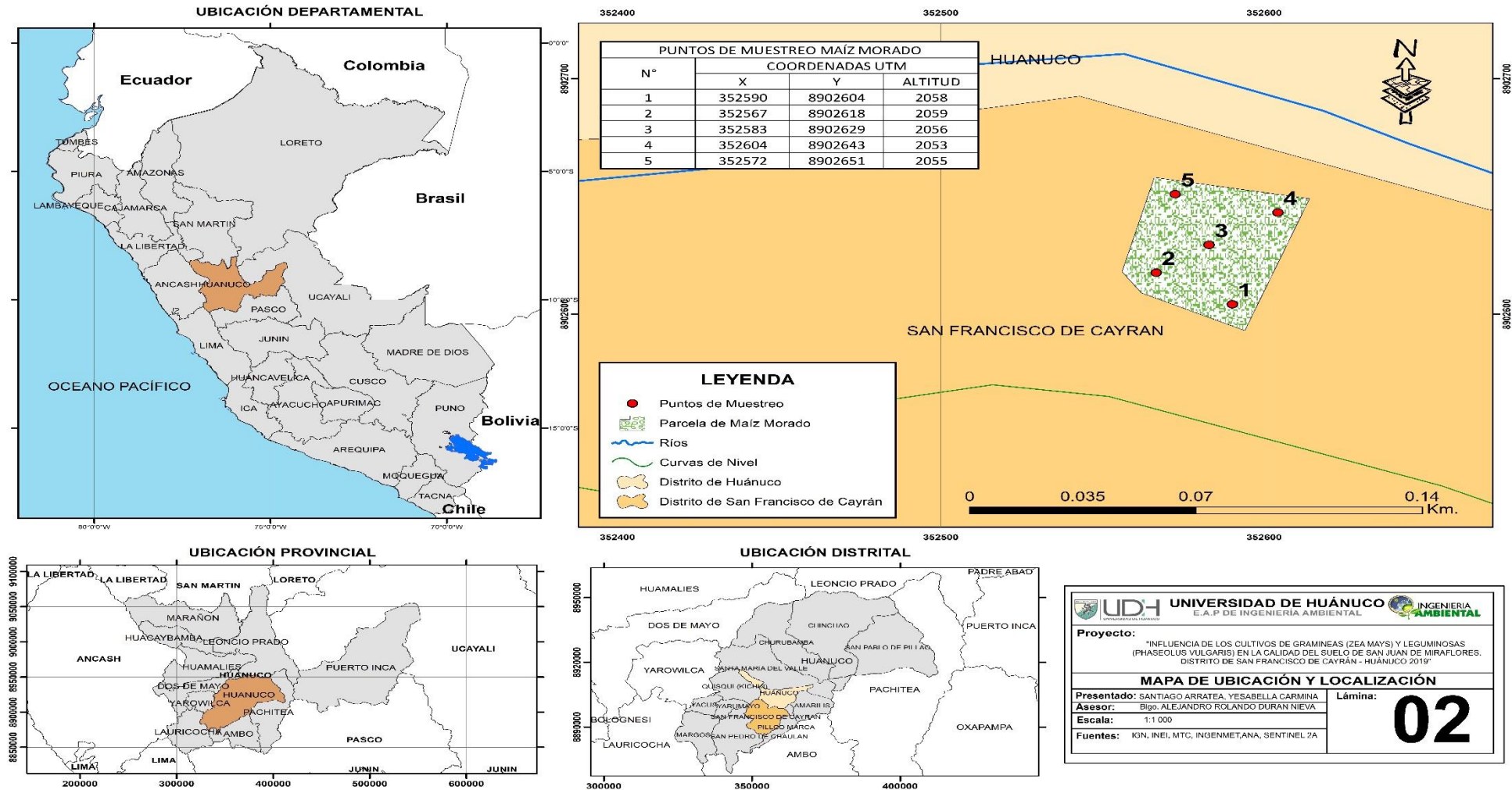
Anexo 4.

Mapa de Ubicación de la Parcela de Frijol (*Phaseolus vulgaris*)



Anexo 5.

Mapa de Ubicación de la parcela de Maíz Morado (Zea Mays)



Anexo 6.

Resultados del primer muestreo realizado en las parcelas de gramíneas y leguminosas en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán - Huánuco, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:						PROCEDENCIA:																							
SANTIAGO ARRATEA YESABELLA CARMINA						SECTOR:			SAN JUAN DE MIRAFLORES						PROVINCIA						HUANUCO								
						DISTRITO:			AMARILIS						DEPARTAMENTO						HUANUCO								
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS FISICO		ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	Cd	Pb	CIC	CAMBIABLES						Cmol(+)/kg	CICe	%	%	%		
				Porosi dad	Densidad Aparente	Arena	Arcilla	Limo									disponible											Ca	Mg
		REFERENCIA	%	g/cc	%	%	%	Textura	1:1	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm		Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb.		Ac. Camb.	Sat. Al			
1	S0863A	MS 01-PMM-SJM	M1	—	1.28	44	21	35	Franco	7.26	2.39	0.12	7.37	87.96	VND	4.44	11.43	7.13	4.05	0.09	0.17	—	—	—	100.00	0.00	0.00		
2	S0863B	MS 02-PMM-SJM	M2	—	1.28	36	25	39	Franco	7.34	2.38	0.12	7.45	83.96	VND	5.60	12.72	7.56	4.87	0.11	0.18	—	—	—	100.00	0.00	0.00		
3	S0863C	MS 03-PMM-SJM	M3	—	1.32	44	25	31	Franco	6.93	2.40	0.12	6.64	84.21	VND	5.20	12.49	7.41	4.68	0.13	0.28	—	—	—	100.00	0.00	0.00		
4	S0863D	MS 04-PMM-SJM-	M4	—	1.28	46	25	29	Franco	7.12	2.37	0.12	7.85	82.99	VND	4.80	12.28	7.41	4.53	0.10	0.25	—	—	—	100.00	0.00	0.00		
5	S0863E	MS 05-PMM-SJM-	M5	—	1.35	48	25	27	Franco	7.22	2.38	0.12	8.09	87.98	VND	4.80	11.53	6.87	4.13	0.08	0.45	—	—	—	100.00	0.00	0.00		
6	S0864A	MS 01-PF-SJM-	M1	—	1.19	48	25	27	Franco	6.93	2.28	0.11	6.81	65.97	VND	4.48	12.27	7.35	4.59	0.07	0.26	—	—	—	100.00	0.00	0.00		
7	S0864B	MS 02-PF-SJM-	M2	—	1.16	48	25	27	Franco	7.02	2.30	0.12	7.13	67.97	VND	4.42	12.60	7.65	4.68	0.09	0.18	—	—	—	100.00	0.00	0.00		
8	S0864C	MS 03-PF-SJM-	M3	—	1.09	46	25	29	Franco	7.00	2.28	0.11	6.73	69.87	VND	4.80	13.62	8.03	4.78	0.14	0.68	—	—	—	100.00	0.00	0.00		
9	S0864D	MS 04-PF-SJM-	M4	—	1.25	45	25	29	Franco	7.40	2.29	0.11	7.45	72.97	VND	4.43	13.00	8.13	4.46	0.07	0.34	—	—	—	100.00	0.00	0.00		
10	S0864E	MS 05-PF-SJM-	M5	—	1.22	46	25	29	Franco	7.05	2.31	0.12	7.21	71.25	VND	4.43	11.70	6.81	4.45	0.07	0.37	—	—	—	100.00	0.00	0.00		

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 12 DE JULIO 2019

RECIBO N° 0586374

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS
Ing. Luis G. Mansilla Minaya
JEFE



VND: VALOR NO DETECTADO

Anexo 7.

Resultados del segundo muestreo realizado en las parcelas de gramíneas y leguminosas en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán - Huánuco, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:			PROCEDENCIA																					
SANTIAGO ARRATEA YESABELLA CARMINA			PREDIO				SAN JUAN DE MIRAFLORES								DISTRITO				AMARILIS					
			PROVINCIA				HUANUCO								REGION				HUANUCO					
N°	CODIGO DEL LAB.	DATOS DE LA MUESTRA REFERENCIA	ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	Cd	Pb	CIC	CAMBIABLES				Cmol(+)/kg	CICe	% Bas. Camb.	% Ac. Camb.	% Sat. Al	
			Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura									Ca	Mg	K	Na						Al
			1:1	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm															
1	S01107-1	PF1	45	25	30	Franco	6.73	2.30	0.12	6.89	83.21	VND	4.15	12.14	7.41	4.33	0.08	0.33	—	—	—	100.00	0.00	0.00
2	S01107-2	PF2	44	25	31	Franco	6.90	2.35	0.12	7.37	61.97	VND	4.21	11.91	7.39	4.23	0.10	0.20	—	—	—	100.00	0.00	0.00
3	S01107-3	PF3	40	26	34	Franco	6.61	2.29	0.11	6.85	69.97	VND	4.60	14.31	8.66	4.64	0.15	0.86	—	—	—	100.00	0.00	0.00
4	S01107-4	PF4	38	26	36	Franco	6.64	2.29	0.11	7.53	92.96	VND	4.15	12.98	7.77	4.46	0.36	0.39	—	—	—	100.00	0.00	0.00
5	S01107-5	PF5	40	26	34	Franco	7.67	2.30	0.12	7.29	68.47	VND	4.16	11.85	7.31	4.07	0.08	0.39	—	—	—	100.00	0.00	0.00
6	S01107-6	PMM1	32	26	42	Franco	7.16	2.40	0.12	7.53	95.16	VND	4.31	12.56	7.67	4.53	0.09	0.27	—	—	—	100.00	0.00	0.00
7	S01107-7	PMM2	42	26	32	Franco	7.13	2.36	0.12	7.39	87.21	VND	5.62	12.55	7.65	4.58	0.13	0.19	—	—	—	100.00	0.00	0.00
8	S01107-8	PMM3	32	26	42	Franco	7.14	2.45	0.12	6.89	95.46	VND	5.04	13.47	7.91	5.13	0.13	0.31	—	—	—	100.00	0.00	0.00
9	S01107-9	PMM4	30	26	45	Franco	6.94	2.40	0.12	7.93	83.71	VND	4.58	13.82	7.97	5.39	0.11	0.36	—	—	—	100.00	0.00	0.00
10	S01107-10	PMM5	30	26	44	Franco	6.72	2.39	0.12	8.25	88.16	VND	4.56	12.71	7.40	4.68	0.10	0.53	—	—	—	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 24 DE AGOSTO 2019

RECIBO N° 0593939



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

[Firma]
Ing. Luis G. Mansilla Minaya
JEFE



Anexo 8.

Tablas De Indicadores Biológicos De Suelo (Registro De Campo)

Muestra	Profundidad (cm)	ANELIDA	ARTRHPODA							
		OLIGOQUETA	Insecta					Diplópoda	Malacostrácea	Arácnida
		Lombrices	Escarabajos adultos	Escarabajo larva	Lepidóptero larva	Hormigas	Tijereta	Milpiés	Chanchitos	Arañas

Fuente: Tesista

Anexo 9.

Diversidad de la Macrofauna encontrada en el primer monitoreo en la parcela de maíz morado (Zea mays)

MUESTRA	PHYLUM	CLASE	SUB CLASE	ORDEN	FAMILIA	GRUPO FUNCIONAL	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS
1	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros e Ingenieros de Suelo	Lombrices de Tierra	1
		Arachnida		Araneae	Cosmetidae	Depredadores	Arañas patonas	1
	Arthropoda	Insecta		Hymenoptera	Formicidae	Omnívoros, Depredadores e Ingenieros de Suelo	Hormigas	9
2			Pterygota	Thysanoptera		Herbívoros	Trips	1
	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros e Ingenieros de Suelo	Lombrices de Tierra	2
				Coleoptera	Carabidae	Detritívoros Herbívoros Depredadores	Escarabajo adulto	2
	Arthropoda	Insecta		Hymenoptera	Formicidae	Omnívoros, Depredadores e Ingenieros de Suelo	Hormigas	17

3	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros e Ingenieros de Suelo	Lombrices de Tierra	1
	Arthropoda	Insecta		Hymenoptera	Formicidae	Omnívoros, Depredadores e Ingenieros de Suelo	Hormigas	18
		Chilopoda			Scolopocryptopidae	Depredadores	Ciempies	2
		Arachnida		Araneae	Cosmetidae	Depredadores	Arañas patonas	2
4	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros e Ingenieros de Suelo	Lombrices de Tierra	1
	Arthropoda	Chilopoda			Scolopocryptopidae	Depredadores	Ciempies	2
		Insecta		Dermaptera	Carcinophoridae	Detritívoros Depredadores	Tijereta	1
				Hymenoptera	Formicidae	Omnívoros, Depredadores e Ingenieros de Suelo	Hormigas	33
5	Arthropoda	Insecta	Pterygota	Thysanoptera		Herbívoros	Trips	1
		Chilopoda			Scolopocryptopidae	Depredadores	Ciempies	1
					Formicidae		Larva	1
		Insecta		Hymenoptera	Formicidae	Omnívoros, Depredadores e Ingenieros de Suelo	Hormigas	7

Fuente: Elaboración propia, 2019

Anexo 10.

Diversidad de la Macrofauna encontrada en el segundo monitoreo en la parcela de maíz morado (Zea mays)

MUESTRA	PHYLUM	CLASE	SUB CLASE	ORDEN	FAMILIA	GRUPO FUNCIONAL	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS
1	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritivoros e Ingenieros de Suelo	Lombrices de tierra	2
		Malacostraca		Isopoda	Trachelipidae	Detritivoros	Cochinilla	1
		Chilopoda			Scolopocryptopidae stolli	Depredadores	Ciempies	1
	Arthropoda	Insecta		Coleoptera	Carabidae	Detritivoros Herbivoros Depredadores	Escarabajo	1
				Dermaptera	Carcinophoridae	Detritivoros Depredadores	Tijeretas	1
2	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritivoros e Ingenieros de Suelo	Lombrices de tierra	7
	Arthropoda	Insecta		Coleoptera	Carabidae	Detritivoros Herbivoros Depredadores	Escarabajo	1
				Hymenoptera	Formicidae	Omnivoros, Depredadores e Ingenieros de Suelo	Hormigas	2

				Dermaptera	Carcinophoridae	Detritivoros Depredadores	Tijeretas	2
		Arachnida		Araneae	Lycosidae	Depredadores	Arañas	1
		Malacostraca		Isopoda	Trachelipidae	Detritivoros	Cochinilla	10
3	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritivoros e Ingenieros de Suelo	Lombrices de tierra	1
	Arthropoda	Chilopoda			Scolopocryptopidae stolli	Depredadores	Ciempies	1
		Insecta		Diptera	Phoridae	Detritivoros Depredadores	Moscas	1
4	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritivoros e Ingenieros de Suelo	Lombrices de tierra	12
				Coleoptera	Scarabaeidae	Detritivoros Herbivoros	Escarabajo larva	1
	Arthropoda	Insecta		Hymenoptera	Formicidae	Omnivoros, Depredadores	Hormigas	2
5	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritivoros e Ingenieros de Suelo	Lombrices de tierra	3
	Arthropoda	Chilopoda			Scolopocryptopidae stolli	Depredadores	Ciempies	1

Fuente: Elaboración propia, 2019

Anexo 11.

Diversidad de la Macrofauna encontrada en el primer monitoreo en la parcela de frijol (Phaseolus vulgaris)

MUESTRA	PHYLUM	CLASE	SUB CLASE	ORDEN	FAMILIA	GRUPO FUNCIONAL	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS
1	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros Ingenieros de suelo	Lombrices de Tierra	3
					Enchytraeidae	Detritívoros	Gusano Enquitreidos	2
	Arthropoda	Malacostraca		Isopoda	Trachelipidae	Detritívoros	Cochinillas	4
		Arachnida		Araneae	Lycosidae	Depredadores	Arañas	2
		Insecta		Dermaptera	Carcinophoridae	Detritívoros y depredadores	Tijereta	1
				Hymenoptera	Formicidae	Omnívoros y depredadores Ingenieros de suelo	Hormigas	23
2	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros Ingenieros de suelo	Lombrices de Tierra	10
	Arthropoda	Malacostraca		Isopoda	Trachelipidae	Detritívoros	Cochinillas	1
		Chilopoda			Scolopocryptopidae	Depredadores	Ciempies	2
		Insecta		Coleoptera	Scarabaeidae	Detritívoros Herbívoros Depredadores	Escarabajo	1

				Lepidoptera	Tineidae	Detritivoros Ingenieros de suelo	Oruga	1
3	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritivoros Ingenieros de suelo	Lombrices de Tierra	3
	Arthropoda	Insecta		Coleoptera	Scarabaeidae	Detritivoros Herbivoros Depredadores	Escarabajo	1
4	Arthropoda	Insecta		Hymenoptera	Myrmecinae	Omnivoros y depredadores Ingenieros de suelo	Hormiga Brava	4
		Diplopoda			Paradoxosomatidae	Detritivoros	Milpies	4
5	Arthropoda	Insecta		Dermaptera	Carcinophoridae	Detritivoros y depredadores	Tijereta	1

Fuente: Elaboración propia, 2019

Anexo 12.

Diversidad de la Macrofauna encontrada en el segundo monitoreo en la parcela de frijol (Phaseolus vulgaris)

MUESTRA	PHYLUM	CLASE	SUB CLASE	ORDEN	FAMILIA	GRUPO FUNCIONAL	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS
1	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros Ingenieros de Suelo	Lombrices de tierra	3
	Arthropoda	Chilopoda			Scolopocryptopidae stolli	Depredadores	Ciempies	1
		Arachnida		Araneae	Lycosidae	Depredadores	Arañas	1
2	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros Ingenieros de Suelo	Lombrices de tierra	7
3	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros Ingenieros de Suelo	Lombrices de tierra	3
4	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros Ingenieros de Suelo	Lombrices de tierra	1
	Arthropoda	Insecta		Diptera	Phoridae	Detritívoros Depredadores	Moscas	1
5	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	Detritívoros Ingenieros de Suelo	Lombrices de tierra	5

Arthropoda	Chilopoda		Scolopocryptopidae stolli	Depredadores	Ciempies	2
	Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	Detritivoros Herbivoros Depredadores	Escarabajo Larva	2
		Hymenoptera	Formicidae	Omnivoros Depredadores e Ingenieros de suelo	Hormigas	4

Fuente: Elaboración propia, 2019

Anexo 13.

Tablas De Indicadores Químicos De Suelo

Tabla 38. Clasificación del suelo según pH

Según Scheffer y Schachtschabel	PH en KCl	UNALM	PH en agua
Extremadamente ácido	<4.0	Fuertemente ácido	<5.5
Fuertemente ácido	4.0 – 4.9	Moderadamente ácido	5.5 – 6.0
Medianamente ácido	5.0 – 5.9	Ligeramente ácido	6.1 – 6.5
Ligeramente ácido	6.0 – 6.9	Neutro	7.0
Neutro	7.0	Ligeramente alcalino	7.2 – 7.8
Ligeramente alcalino	7.1 – 8.0	Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4
Mediana alcalino	8.1 – 9.0	Fuertemente alcalino	>8.5
Fuertemente alcalino	9.1 – 10		
Extremadamente alcalino	>10		

pH	Carácter
<4,5	Extremadamente Acido
4,5-5,0	Muy Fuertemente Acido
5,0-5,5	Fuertemente Acido
5,5-6,0	Medianamente Acido
6,0-6,5	Ligeramente Acido
6,5-7,3	Neutro
7,3-7,8	Medianamente Básico
7,8-8,4	Básico
8,4-9,0	Ligeramente Alcalino
9,0-10,0	Alcalino
>10,0	Fuertemente Alcalino

Fuente: U.S.D.A., 2016

Tabla 39. Clasificación del suelo según (MO)

Materia orgánica	Clase
<0,9	Muy Bajo
1,0-1,9	Bajo
2,0-2,5	Normal
2,6-3,5	Alto
>3,6	Muy Alto

Fuente: Rioja (2007), citado por López y Zamora (2016)

Tabla 40. Clasificación del suelo según capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Textura de suelo	CIC (meq/100g suelo)
Arenas (color claro)	3-5
Arenas (color oscuro)	10-20
Franco	10-15
Franco limoso	15-25
Arcilla y Franco arcilloso	20-50
Suelos orgánicos	50-100

Fuente: KROL. (2000),

Tabla 41. Clasificación de la fertilidad de suelos de acuerdo a la CIC (cmol(+)/kg).

Clase	CIC (cmol(+)/kg)
Muy alta	>40
Alta	25-40
Media	15-25
Baja	5-15
Muy baja	>5

Fuente: KROL. (2000),

Tabla 42. Clasificación de la fertilidad de suelos de acuerdo a la CIC (meq/100g).

CIC (meq/100g)	Clases
<6	Muy bajo
6-12	Bajo
12-25	Medio
25-40	Alto
>40	Muy alto

Fuente: KROL. (2000),

Tabla 43. Clasificación de los niveles de calcio, magnesio y potasio en (cmol(+)/kg-1) y kg/ha.

CLASE	Cmol(+)/kg-1				K kg/ha
	Ca	Mg	K		
Muy baja	<2	<0.5	<0.2		
Baja	2-5	0.5-1.3	0.2-0.3		Menos de 300
Media	5-10	1.3-3.0	0.3-0.6		300-600
Alta	>10	>3.0	>0.6		Más de 600

Fuente: KROL. (2000),

Tabla 44. *Clasificación de los niveles de calcio (me/100g).*

Clase	Calcio (me/100g)
0-3,5	Muy bajo
3,5-10	Bajo
10-14	Normal
14-20	Alto
>20	Muy alto

Fuente: KROL. (2000),

Tabla 45. *Clasificación de los niveles de potasio (meq/100g).*

Potasio meq/100g	Clase
0,00-0,30	Muy bajo
0,30-0,60	Bajo
0,60-0,90	Normal
0,90-1,50	Alto
1,50-2,40	Muy alto

Fuente: KROL. (2000),

Tabla 46. *Clasificación de los niveles de magnesio (meq/100g).*

Magnesio meq/100gr	Clases
0,0-0,6	Muy bajo
0,6-1,5	Bajo
1,5-2,5	Normal
2,5-4,0	Alto
>4,0	Muy alto

Fuente: KROL. (2000),

Tabla 47. *Clasificación de los niveles de nitrógeno*

Niveles relativos	N Total (%)
Muy bajo	<0,05
Bajo	0,05-0,10
Normal	0,10-0,20
Alto	0,20-0,30
Muy alto	>0.30

Fuente: MARAÑES, 1998

Tabla 48. Clasificación de los niveles de fosforo

Fosforo asimilable ppm	Clases
0-6	Muy bajo
6-12	Bajo
12-18	Normal
18-30	Alto
>30	Muy alto

Fuente: MARAÑES, 1998

Anexo 14.

Tablas De Indicadores Físicos De Suelo

CLASIFICACIÓN USDA DE LOS SUELOS SEGÚN SU TEXTURA					
Textura	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural	
Textura gruesa	86-100	0-14	0-10	Arenoso	Suelo arenoso
	70-86	0-30	0-15	Arenoso franco	
Textura moderadamente gruesa	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso	Suelos francos
Textura media	23-52	28-50	70- 27	Franco	
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso	
	0-20	88-100	0-12	Limoso	
Textura moderadamente fina	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso	
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso	
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso	
Textura Fina	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso	Suelos arcillosos
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso	
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso	

Anexo 15.

Rotulo De Las Muestras De Suelo

	ETIQUETA PARA MUESTRA DE SUELO	
	UNIVERSIDAD DE HUANUCO INGENIERIA AMBIENTAL	
Código de Muestra	Fecha:	Hora:
Muestra N°	Numero de Sub Muestras:	
Lugar de Muestreo:		
Muestreo para: MO:	F:	Q: F-Q:
Responsable:		
Solicitante:		Teléfono:
Dirección:		

Anexo 16.

Resolución de aprobación de asesor de tesis, emitido por la Universidad de Huánuco

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO **Facultad de Ingeniería**

RESOLUCIÓN N° 035-2019-D-FI-UDH

Huánuco, 14 de febrero de 2019

Visto, el Oficio N° 058-2019-C-EAPIA-FI-UDH presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 123-19, de la estudiante **Yesabella Carmina, SANTIAGO ARRATEA**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 123-19, presentado por el (la) estudiante **Yesabella Carmina, SANTIAGO ARRATEA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

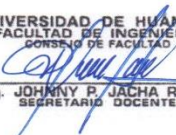
Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

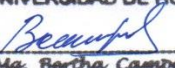
Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la estudiante **Yesabella Carmina, SANTIAGO ARRATEA**, al Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva, Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD

Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA (S) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIA– Asesor – Mat. y Reg.Acad. – File Personal – **Interesado** – Archivo.
BCR/JPJR/nto.

Anexo 17.

Resolución de aprobación del proyecto de tesis

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería RESOLUCIÓN N° 566-2019-CF-FI-UDH

Huánuco, 05 de Julio de 2019

Visto, el Oficio N° 461-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente a **Yesabella Carmina, SANTIAGO ARRATEA**, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 529-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 1730-19, del Programa Académico de, Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por **Yesabella Carmina, SANTIAGO ARRATEA**, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 461-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 05 de Julio de 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Proyecto de Investigación Titulado:
“INFLUENCIA DE LOS CULTIVOS DE GRAMÍNEAS (Zea mays) Y LEGUMINOSAS (Phaseolus vulgaris) EN LA CALIDAD DEL SUELO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRÁN – HUÁNUCO, 2019” presentado por **Yesabella Carmina, SANTIAGO ARRATEA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
Ing. JOHNNY P. OACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIA – Asesor – Exp. Graduando – Interesado – Archivo.
BCR/JJR.

Anexo 18.

Panel Fotográfico durante la ejecución de la investigación

Figura 2. Parcela de maíz morado (Zea mays)



Figura 3. Crecimiento del maíz morado



Figura 4. Parcela del frijol (*Phaseolus vulgaris*)



Figura 5. Parcela del frijol después de la cosecha



Figura 6. Determinación de los puntos de muestreo en la parcela de maíz morado



Figura 7. Visita del asesor a la zona de investigación



Figura 8. Muestreo del primer y segundo monitoreo



Figura 9. Delimitación del punto de muestreo



Figura 10. Selección de las muestras de suelo por profundidades



Figura 11. Determinación de la macrofauna en el suelo



Figura 12. Determinación de la temperatura del suelo



Anexo 19.

Diversidad de la Macrofauna encontrada en los muestreos de suelo

Figura 13. Escarabajo de la familia Carabidae



Figura 14. Mosca de la familia Phoridae



Figura 15. Tijereta de la familia Carcinophoridae



Figura 16. Trips

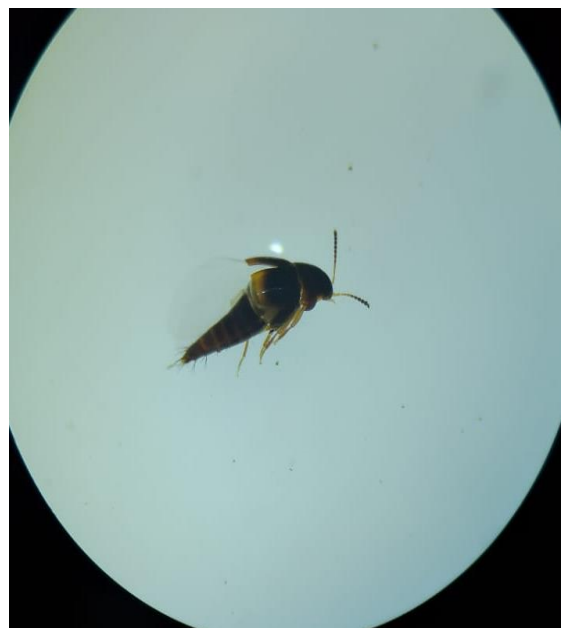


Figura 18. Lombriz de tierra de la Familia Glossoscolecidae



Figura 17. Larva



Figura 20. Ciempiés Familia Scolopocryptopidae



Figura 19. Hormiga Brava Familia Myrmecinae



Figura 22. Cochinilla de la Familia Trachelipidae



Figura 21. Escarabajo de la Familia Scarabaeidae

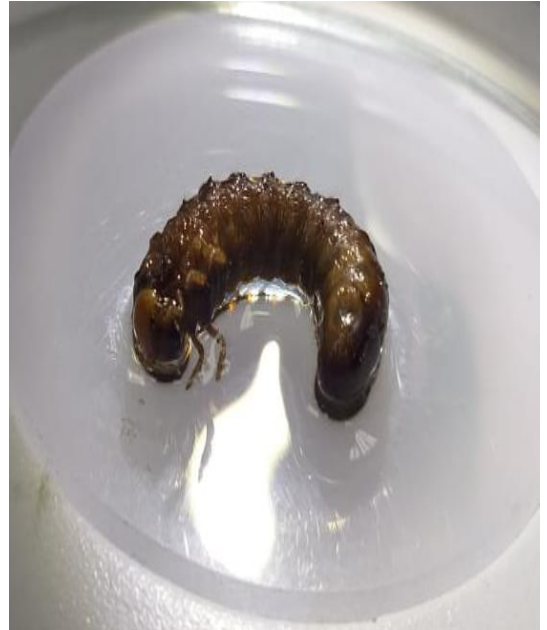


Figura 23. Araña de la Familia Lycosidae

