

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

“REDUCCION DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA  
UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA  
MICROCUENCA DE TINGORAGRA – NAUYAN RONDOS,  
PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO AMBIENTAL**

**BACHILLER**

NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA

**ASESOR**

EDSON JAVIER MORALES CHUQUIMANTARI

**Huanuco – Perú**

**2018**



**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
*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 3:30 horas del día 27 del mes de Noviembre del año 2018, 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:

Blgo. Alejandro Rolando Durán Navea (Presidente)  
Mg. Simón Edmundo Calixto Vargas (Secretario)  
Ingg. María Vanessa Cobo Tello (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1085-2018-D-FI-UDH para evaluar la **Tesis** intitulada:

"Reducción de la Erosión Hídrica del suelo, con la utilización de Natúria Zizarcidos en la Mesoregión de Tarma - Nayan Rondo, Provincia de Huánuco 2017"

....., presentada por el (la) Bachiller Navanna Candy, Mays Aratea, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: precediéndose 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 15 y cualitativo de Buena (Art. 47)

Siendo las 4:30 horas del día 27 del mes de Noviembre del año 2018, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal

## DEDICATORIA

### **A Dios:**

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

### **A mis padres:**

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor

### **A Mis Familiares:**

Por quererme, apoyarme y ser fuente de inspiración.

### **A mis maestros:**

Por su gran apoyo, motivación y su tiempo compartido para la culminación de mis estudios y para la elaboración de esta tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento se dirige a Dios, quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto.

La universidad de Huánuco que me dio la bienvenida al mundo de las oportunidades.

A mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este, me formaron con amor, disciplina y motivación constante para alcanzar mis anhelos.



## INDICE

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
SUMMARY .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	xviii
CAPITULO I.....	18
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
1.3. OBJETIVO GENERAL .....	20
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
CAPÍTULO II.....	25
2.1.1. ESTUDIOS INTERNACIONALES.....	25
2.1.2. ESTUDIOS NACIONALES .....	29
2.1.3. ESTUDIOS LOCALES .....	32
2.2. BASES TEÓRICAS.....	33
2.2.1. FENÓMENOS QUE OCURREN EN EL SUELO PRODUCTO DE LA EROSIÓN HÍDRICA.....	33
2.2.2. FENÓMENOS QUE OCURREN EN EL SUELO CON EL USO DE LA VEGETACIÓN .....	35
2.2.3. DEGRADACIÓN DE SUELOS.....	36
2.2.4. EROSIÓN.....	36
2.2.5. TIPOS DE EROSIONES .....	37
2.2.6. EROSION HIDRICA .....	37
2.2.7. GRADOS DE EROSIÓN HÍDRICA .....	38
2.2.8. METODO PARA EVALUAR LA EROSION HIDRICA .....	38

2.2.9. LA VETIVERIA.....	39
2.2.10. PARCELAS DE EROSION HIDRICA .....	39
2.2.11. TOPOGRAFIA.....	40
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	40
FENÓMENOS DEL SUELO:.....	40
DEGRADACIÓN DE SUELOS: .....	40
EROSIÓN:.....	40
EROSIÓN HÍDRICA:.....	40
LA VETIVERIA: .....	40
VARILLAS DE EROSIÓN:.....	40
2.4. HIPÓTESIS .....	41
2.4.1. HIPOTESIS GENERAL.....	41
2.4.2. HIPOTESIS ESPECÍFICO.....	41
2.5. VARIABLES .....	42
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	42
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	42
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	42
CAPÍTULO III.....	44
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN (REFERENCIAL) .....	44
3.1.1. ENFOQUE.....	44
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	44
3.1.3. DISEÑO.....	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	44
3.2.1. POBLACIÓN:.....	44
3.2.2. MUESTRA: .....	45
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	45
3.3.1. PARA LA RECOLECCION DE DATOS.....	45

3.3.2. PARA LA PRESENTACION DE DATOS.....	48
3.3.3. PARA EL ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS DATOS ...	50
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>52</b>
4.1.PROCESAMIENTO DE DATOS (CUADROS ESTADISTICOS CON SU RESPECTIVO ANALISIS E INTERPRETACION.....	52
4.1.1.CUANTIFICACIÓN DE EROSIÓN DEL SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA, UTILIZANDO EL MÉTODO DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN.....	52
4.1.2. CUANTIFICACION DE LA PERDIDA DE NUTRIENTES DE LAS MICROPARCELAS.....	78
4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS (DEPENDIENDO DE LA INVESTIGACION) .....	80
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>87</b>
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACION DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION. ....	87
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>90</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>95</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. DISTRIBUCIÓN CON MEDIDAS DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN Y MICROPARCELAS .....	48
ILUSTRACIÓN 2. MEDICIÓN DE SUELO EROSIONADO .....	49
ILUSTRACIÓN 3. MEDICIÓN DE SUELO SEDIMENTADO .....	49
ILUSTRACIÓN 4. SUELO MOVILIZADO (MM) CON USO DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN MICROPARCELA 01 (OCTUBRE – FEBRERO) .....	58
ILUSTRACIÓN 5. SUELO MOVILIZADO (MM) CON USO DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN MICROPARCELA 01 (DICIEMBRE – FEBRERO) .....	59
ILUSTRACIÓN 6. SUELO MOVILIZADO (MM) CON USO DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN - MICROPARCELA 02 (OCTUBRE – FEBRERO) .....	65
ILUSTRACIÓN 7. SUELO MOVILIZADO (MM) CON USO DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN - MICROPARCELA 02 (DICIEMBRE – FEBRERO).....	66
ILUSTRACIÓN 8. SUELO MOVILIZADO (MM) CON USO DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN MICROPARCELA 03 (OCTUBRE – FEBRERO) .....	72
ILUSTRACIÓN 9. SUELO MOVILIZADO (MM) CON USO DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN - MICROPARCELA 03 (DICIEMBRE– FEBRERO).....	73
ILUSTRACIÓN 10. DIFERENCIA DE DATOS QUE EXISTE ENTRE LOS 5 MESES DE EVALUACIÓN Y LOS 3 ULTIMOS MESES DE EVALUACIÓN .....	76
ILUSTRACIÓN 11. ANALISIS DEL LABORATORIO DE SUELOS (ARENA, LIMO Y ARCILLA).....	79
ILUSTRACIÓN 12. DIFERENCIA DE PERDIDA E INCREMENTO DE NUTRIENTES DEL SUELO (PH, M.O, N, P, K, CA, MG, K, NA Y AL) .....	79
ILUSTRACIÓN 13. DIFERENCIA DEL TRATAMIENTO 1 Y EL TRATAMIENTO 3.....	83

ILUSTRACIÓN 14. DIFERENCIA DEL TRATAMIENTO 1 Y EL TRATAMIENTO 2.....	86
ILUSTRACIÓN 15. VISTA PANORAMICA DE LA ZONA DEL PROYECTO. ....	95
ILUSTRACIÓN 16. DEMARCACIÓN DESDE EL GOOGLE EARTH, DE LA MICROCUENCA TINGORAGRA – NAUYAN RONDOS Y LAS MICROPARCELAS. ....	95
ILUSTRACIÓN 17. DEMARCACIÓN DE LAS MICROPARCELAS EN LA MICROCUENCA TINGORAGRA – NAUYAN RONDOS. ....	95
ILUSTRACIÓN 18. DEMARCACIÓN DE LAS VARILLAS DE FIERRO DE 50 CM DE LONGITUD.....	96
ILUSTRACIÓN 19. DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE CON EL USO DEL NIVEL TOPOGRAFICO.....	96
ILUSTRACIÓN 20. DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE CON EL USO DEL NIVEL TOPOGRAFICO.....	96
ILUSTRACIÓN 21. EXCABACION DEL SUELO PARA LA TOMA DE MUESTRA DE SUELO DE LA ZONA DE ESTUDIO. ....	97
ILUSTRACIÓN 22. TOMA DE MUESTRA DE SUELO DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	97
ILUSTRACIÓN 23. MEDICION DEL TERRENO Y COLOCACIÓN DE LAS VARILLAS DE EROSION EN LAS MICROPARCELAS.....	97
ILUSTRACIÓN 24. MEDICION DE LAS MICROPARCELAS Y COLOCACIÓN DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN. ....	98
ILUSTRACIÓN 25. SERCADO PERIMETRICO DE LAS MICROPARCELA .....	98
ILUSTRACIÓN 26. ESQUEJES DE LA PLANTA VETIVERIA ZIZANOIDES .....	98
ILUSTRACIÓN 27. SEPARACIÓN DE ESQUEJES DE LA PLANTA VETIVERIA ZIZANOIDES .....	99
ILUSTRACIÓN 28. INSTALACIÓN DE LAS PLANTAS VETIVERIA ZIZANOIDES.....	99
ILUSTRACIÓN 29. MONITOREO DE LA MICROPARCELA 01 (PLANTACION DE LAS VETIVERIA ZIZANOIDES) .....	99

<b>ILUSTRACIÓN 30. MONITOREO DE LA MICROPARCELA 02 (CON PLANTAS NATIVAS).....</b>	<b>100</b>
<b>ILUSTRACIÓN 31. MONITOREO DE LA MICROPARCELA 03 (SIN PLANTACIONES) .....</b>	<b>100</b>
<b>ILUSTRACIÓN 32. MEDICION DEL SUELO EROSIONADO MEDIANTE DE LAS VARILLAS DE EROSION .....</b>	<b>100</b>
<b>ILUSTRACIÓN 33. MEDICION DEL SUELO EROSIONADO MEDIANTE DE LAS VARILLAS DE EROSION. ....</b>	<b>101</b>
<b>ILUSTRACIÓN 34. MEDICION DEL SUELO EROSIONADO MEDIANTE DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN. ....</b>	<b>101</b>
<b>ILUSTRACIÓN 35. VARILLAS DE EROSION CUBIERTAS POR EL SUELO EROSIONADO. ....</b>	<b>101</b>
<b>ILUSTRACIÓN 36. CONTROL DE EROSION DE SUELOS MEDIANTE LAS PLANTAS VETIVERIA ZIZANOIDES. ....</b>	<b>102</b>
<b>ILUSTRACIÓN 37. RETENCION DEL SUELO EROSIONADO MEDIANTE LAS PLANTAS VETIVERIA ZIZANOIDES. ....</b>	<b>102</b>
<b>ILUSTRACIÓN 38. RETENCION DEL SUELO EROSIONADO MEDIANTE LAS PLANTAS VETIVERIA ZIZANOIDES. ....</b>	<b>102</b>
<b>ILUSTRACIÓN 39. RETENCION DEL SUELO EROSIONADO MEDIANTE LAS PLANTAS VETIVERIA ZIZANOIDES .....</b>	<b>103</b>
<b>ILUSTRACIÓN 40. SUPERVISION DE LAS MICROPARCELAS POR PARTE DE LOS JURADOS DE LA UNIVERSIDAD EE HUÁNUCO.....</b>	<b>103</b>
<b>ILUSTRACIÓN 41. CARTEL DE BIENVENIDA AL CENTRO POBLADO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE NAUYAN RONDOS .....</b>	<b>103</b>
<b>ILUSTRACIÓN 42. ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE NAUYAN RONDOS, SOBRE LOS ACOSTECIMIENTOS PASADOS DE EXISTIO EN LA ZONA Y EL BENEFICIO DEL PROYECTO. ....</b>	<b>104</b>
<b>ILUSTRACIÓN 43. ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE NAUYAN RONDOS, SOBRE LOS ACOSTECIMIENTOS PASADOS DE EXISTIO EN LA ZONA Y EL BENEFICIO DEL PROYECTO. ....</b>	<b>104</b>
<b>ILUSTRACIÓN 44. ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE NAUYAN RONDOS, SOBRE LOS ACOSTECIMIENTOS PASADOS DE EXISTIO EN LA ZONA Y EL BENEFICIO DEL PROYECTO. ....</b>	<b>104</b>

<b>ILUSTRACIÓN 45. ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE NAUYAN RONDOS, SOBRE LOS ACOSTECIMIENTOS PASADOS DE EXISTIO EN LA ZONA Y EL BENEFICIO DEL PROYECTO. ....</b>	<b>105</b>
<b>ILUSTRACIÓN 46. ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE NAUYAN RONDOS, SOBRE LOS ACOSTECIMIENTOS PASADOS DE EXISTIO EN LA ZONA Y EL BENEFICIO DEL PROYECTO .....</b>	<b>105</b>
<b>ILUSTRACIÓN 47. ENCUESTA A LA INSTITUCION EDUCATIVA DE LA POBLACIÓN DE NAUYAN RONDOS, SOBRE LOS ACOSTECIMIENTOS PASADOS DE EXISTIO EN LA ZONA Y EL BENEFICIO DEL PROYECTO. ....</b>	<b>105</b>

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....	43
TABLA 2. MICROPACELA 01 - PLANTACIÓN DE VETIVERIA ZIZANOIDE Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 28/10/2017 .....	53
TABLA 3. MICROPARCELA 01 - PLANTACIÓN DE VETIVERIA ZIZANOIDE Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 11/11/2017.....	54
TABLA 4. MICROPARCELA 01 - PLANTACIÓN DE VETIVERIA ZIZANOIDE Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 25/11/20.....	54
TABLA 5. MICROPARCELA 01 - PLANTACIÓN DE VETIVERIA ZIZANOIDE Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 09/12/2017.....	55
TABLA 6. MICROPARCELA 01 - PLANTACIÓN DE VETIVERIA ZIZANOIDE Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 23/12/2017.....	55
TABLA 7. MICROPARCELA 01 - PLANTACIÓN DE VETIVERIA ZIZANOIDE Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 06/01/2018.....	56
TABLA 8. MICROPARCELA 01 - PLANTACIÓN DE VETIVERIA ZIZANOIDE Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 20/01/2018.....	56
TABLA 9. MICROPARCELA 01 - PLANTACIÓN DE VETIVERIA ZIZANOIDE Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 03/02/2018.....	57
TABLA 10. MICROPARCELA 01 - PLANTACIÓN DE VETIVERIA ZIZANOIDE Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 17/02/2018.....	57
TABLA 11. RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN - MICROPARCELA 01 (OCTUBRE – FEBRERO) .....	58
TABLA 12. RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN - MICROPARCELA 01 (DICIEMBRE – FEBRERO).....	59
TABLA 13. MICROPARCELA 02 - PLANTACIÓN DE PLANTAS NATIVAS Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 28/10/2017 .....	60
TABLA 14. . MICROPARCELA 02 - PLANTACIÓN DE PLANTAS NATIVAS Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 11/11/2017 .....	61
TABLA 15. MICROPARCELA 02 - PLANTACIÓN DE PLANTAS NATIVAS Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 25/11/2017 .....	61



<b>TABLA 16. MICROPARCELA 02 - PLANTACIÓN DE PLANTAS NATIVAS Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 09/12/2017 .....</b>	<b>62</b>
<b>TABLA 17. MICROPARCELA 02 - PLANTACIÓN DE PLANTAS NATIVAS Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 23/12/2017 .....</b>	<b>62</b>
<b>TABLA 18. MICROPARCELA 02 - PLANTACIÓN DE PLANTAS NATIVAS Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 06/01/2018 .....</b>	<b>63</b>
<b>TABLA 19. MICROPARCELA 02 - PLANTACIÓN DE PLANTAS NATIVAS Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 20/01/2018 .....</b>	<b>63</b>
<b>TABLA 20. MICROPARCELA 02 - PLANTACIÓN DE PLANTAS NATIVAS Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 03/02/2018 .....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA 21. MICROPARCELA 02 - PLANTACIÓN DE PLANTAS NATIVAS Y LAS VARILLAS DE EROSIÓN - 17/02/2018 .....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA 22. RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN - MICROPARCELA 02 (OCTUBRE - FEBRERO) .....</b>	<b>65</b>
<b>TABLA 23. RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN - MICROPARCELA 02 (DICIEMBRE - FEBRERO).....</b>	<b>66</b>
<b>TABLA 24. MICROPARCELA 03 - VARILLAS DE EROSIÓN SIN PLANTACIONES - 28/10/2018.....</b>	<b>67</b>
<b>TABLA 25. MICROPARCELA 03 - VARILLAS DE EROSIÓN SIN PLANTACIONES - 11/11/2018.....</b>	<b>68</b>
<b>TABLA 26. MICROPARCELA 03 - VARILLAS DE EROSIÓN SIN PLANTACIONES - 25/11/2018.....</b>	<b>68</b>
<b>TABLA 27. MICROPARCELA 03 - VARILLAS DE EROSIÓN SIN PLANTACIONES - 09/12/2018.....</b>	<b>69</b>
<b>TABLA 28. MICROPARCELA 03 - VARILLAS DE EROSIÓN SIN PLANTACIONES - 23/12/2018.....</b>	<b>69</b>
<b>TABLA 29. MICROPARCELA 03 - VARILLAS DE EROSIÓN SIN PLANTACIONES - 06/01/2018.....</b>	<b>70</b>
<b>TABLA 30. MICROPARCELA 03 - VARILLAS DE EROSIÓN SIN PLANTACIONES - 20/01/2018.....</b>	<b>70</b>
<b>TABLA 31. MICROPARCELA 03 - VARILLAS DE EROSIÓN SIN PLANTACIONES - 03/02/2018.....</b>	<b>71</b>

<b>TABLA 32. MICROPARCELA 03 - VARILLAS DE EROSIÓN SIN PLANTACIONES - 17/02/2018.....</b>	<b>71</b>
<b>TABLA 33. RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN - MICROPARCELA 03 (OCTUBRE - FEBRERO) .....</b>	<b>72</b>
<b>TABLA 34. RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN - MICROPARCELA 03 (DICIEMBRE - FEBRERO).....</b>	<b>73</b>
<b>TABLA 35. CUADRO DE CONSOLIDADO DE LOS 5 MESES DE EVALUACIÓN Y LOS 3 ULTIMOS MESES DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 36. CUADRO DE CONSOLIDADO DE LOS 5 MESES DE EVALUACIÓN Y LOS 3 ULTIMOS MESES DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>75</b>
<b>TABLA 37. ANALISIS DE LABORATORIO DE SUELOS Y LA DIFERENCIA DE PERDIDA E INCREMENTO DE NUTRIENTES DEL SUELO .....</b>	<b>78</b>
<b>TABLA 38: MEDIDAS DE RESUMEN DESCRIPTIVAS (OCTUBRE 2017 A DICIEMBRE 2018).....</b>	<b>81</b>
<b>TABLA 39: PRUEBA DE NORMALIDAD (OCTUBRE 2017 A DICIEMBRE 2018).....</b>	<b>82</b>
<b>TABLA 40: ANÁLISIS DE VARIANZA (OCTUBRE 2017 A DICIEMBRE 2018).....</b>	<b>82</b>
<b>TABLA 41: PRUEBA POST-HOC (OCTUBRE 2017 A DICIEMBRE 2018)</b>	<b>83</b>
<b>TABLA 42: MEDIDAS DE RESUMEN DESCRIPTIVAS (OCTUBRE 2017 A FEBRERO 2018) .....</b>	<b>84</b>
<b>TABLA 43: PRUEBA DE NORMALIDAD (OCTUBRE 2017 A FEBRERO 2018).....</b>	<b>84</b>
<b>TABLA 44: ANÁLISIS DE VARIANZA (OCTUBRE 2017 A FEBRERO 2018) .....</b>	<b>85</b>
<b>TABLA 45: PRUEBA POST-HOC (OCTUBRE 2017 A FEBRERO 2018)..</b>	<b>85</b>

## RESUMEN

La presente tesis de investigación tuvo como objetivo Reducir la erosión hídrica, utilizando la Vetiveria “Chrysopogon Zizanoides” en los suelos de la microcuenca de Tingoragra-Rondos, Provincia de Huánuco. i) Analizar los parámetros fisicoquímicos del suelo mediante ensayos de laboratorio. ii) Evaluar las condiciones climáticas utilizando la información meteorológica de la zona. iii) Cuantificar el volumen del suelo erosionado por la precipitación, instalando microparcels de varillas. iv) Cuantificar la disminución del suelo erosionado por precipitación, sembrando la Vetiveria en las microparcels con varillas.

Los parámetros evaluados fueron: cuantificar la pérdida de suelo y parámetros fisicoquímicos del suelo, y describir de manera de análisis cada uno de las tres microparcels.

Llegando a las siguientes conclusiones: 1) Se evidencio que el suelo de la microcuenca Tingoragra – Rondos, es Franco, con altos porcentajes de arena y limo; obteniendo resultados de perdida de nutrientes de (P, Ca y Mg) en Kg/ha, producto de las escorrentías superficiales durante las precipitaciones altas en los meses de noviembre a febrero. 2) El nivel de precipitación pluvial durante los 5 meses en que se realizaron las mediciones fue de 390.2 mm. Teniendo un bajo registro de precipitación en el mes de octubre, un registro alto en los meses de noviembre y diciembre y un registro medio en los meses de enero y febrero. Información que fue proporcionada el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Huánuco. 3) Los resultados del mayor volumen de suelo erosionado superficialmente producto de las precipitaciones es la Microparcels 03 – (Sin Plantaciones) con 11.68 (Ton/Ha/Periodo de lluvia), seguido por la Microparcels 02 – (Plantación de Plantas Nativas) con 8.2 (Ton/Ha/Periodo de lluvia), y finalmente la Microparcels 01 – (Plantacion de Vetiveria Zizanoide) con 4.59 (Ton/Ha/Periodo de lluvia). 4) Se empleó la fórmula para estimar la erosión hídrica, luego de realizar la sumatoria en milímetros de cada una de las varillas que mostraron erosión y ser dividida entre el total de las varillas de la microparcels.

De esta manera se pudo cuantificar e identificar que existe la disminución del suelo erosionado por precipitación, sembrando la Vetiveria Zizanoides dentro de la microparcela con las varillas de erosión.

## SUMMARY

This research thesis aims to reduce water erosion, using the Vetiveria "Chrysopogon Zizanoides" in the soils of the Tingoragra-Rondos micro-watershed, Huánuco Province. i. Analyze the physicochemical parameters of the soil through laboratory tests. ii. Evaluate the climatic conditions using the meteorological information of the area. iii. Quantify the volume of soil eroded by precipitation, installing micro-plots of rods. iv. Quantify the decrease of the soil eroded by precipitation, planting the Vetiveria in the microparcels with rods. The evaluated parameters were: quantify soil loss and soil physicochemical parameters, and describe each of the three microparcels in an analysis manner.

Conclusions: 1. It was evidenced that the soil of the Tingoragra - Rondos microbasin is Franco, with high percentages of sand and silt; obtaining results of loss of nutrients of (P, Ca and Mg) in Kg per Ha, product of surface runoff during high rainfall in the months of November to February. 2. The level of rainfall during the 5 months in which the measurements were made was 390.2 mm. Having a low rainfall record in the month of October, a high record in the months of November and December and an average record in the months of January and February. Information that was provided by the National Service of Meteorology and Hydrology (SENAMHI) of Huánuco. 3. The results of the largest volume of soil eroded superficially by rainfall is the Micro plot 03 - (Without Plantations) with 11.68 (Ton / Ha / Period of rain), followed by the Micro plot 02 - (Plantation of Native Plants) with 8.2 (Ton / Ha / Period of rain) and finally the Micro plot 01 - (Plantation of Zizanoide Vetiveria) with 4.59 (Ton / Ha / Period of rain). 4. The formula was used to estimate the water erosion, after performing the summation in millimeters of each of the rods that showed erosion and to be divided among the total of the rods of the microparcel. In this way it was possible to quantify and identify that there is a decrease in the soil eroded by precipitation, planting the Zizanoides Vetiveria within the microparcela with the erosion rods.

## INTRODUCCIÓN

La erosión hídrica es una de las causas principales de la desertificación que se viene intensificando en los últimos años en algunas cuencas del Perú, debido a las condiciones de altas pendientes del terreno, al uso de prácticas agrícolas inadecuadas, a la creciente presión demográfica por el uso del suelo, a la escasa cubierta vegetal debido a la deforestación, al sobre pastoreo y a la presencia de esporádicas lluvias pero de alta intensidad, lo cual junto a la baja profundidad de la mayoría de los suelos agrícolas que actualmente varían entre 30 – 50 cm , convirtiendo a estas zonas en ecosistemas totalmente frágiles, que afecta al ambiente y a una serie de actividades socioeconómicas.

El ámbito del presente trabajo de investigación se ubica en la microcuenca de Tingoragra – Nauyan Rondos, Provincia de Huánuco, donde existe problemas de erosión y sedimentación del suelo, por ello se planteo como objetivo Reducir la erosión hídrica, utilizando la Vetiveria “Chrysopogon Zizanooides”, con el fin de proponer una medida de estabilización de suelo en épocas de lluvia.

La presente tesis pretende dar a conocer la cuantificación de la pérdida del suelo producto de la erosión superficial en épocas de lluvia, considerando tres microparcels distintas: varillas de erosión y la planta Vetiveria Zizanooides, varillas de erosión y plantas nativas del lugar, y solo varillas de erosión sin ningún tipo de plantación.

El área por ser de tipo de suelo Franco, con altos porcentajes de arena y limo, la erosión del suelo es mayor y mas aun si no existe ningún tipo de plantación que retenga adecuadamente el suelo. Es por ello que se introdujo en el área de estudio, la planta Vetiveria Zizanooides que tiene las características de fácil adaptabilidad y la estabilización de suelos erosionados. Por otro lado, la presente tesis tiene como propósito futuro alcanzar alternativas de conservación del suelo, con el fin de bajar los niveles crecientes de sedimentación y contribuir en mitigar la desertificación de la cuenca.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

De los procesos de degradación de los suelos el que ocupa una mayor extensión territorial a nivel mundial es el de la erosión hídrica. Su combate y control es una necesidad de muchos países en vías de desarrollo que deben alimentar y vestir a una población creciente y en muchos casos producir leña a ser usada como combustible y otros materiales para múltiples usos caseros. Asociado al problema de la erosión hídrica está también la conservación del recurso agua, cuya producción en calidad y cantidad se ve afectada por los procesos erosivos que acontecen en las cuencas hidrográficas **Alegre (2002)**.

El Perú se ve afectado por uno o más procesos de degradación de sus suelos en al menos una parte de su territorio: salinización, compactación, erosión hídrica o eólica, agotamiento o pérdida avanzada de nutrientes, acumulación de sustancias tóxicas, todo lo cual se agudiza por fenómenos climáticos extremos **CEPAL (2007)**.

La gravedad del problema de la erosión de los suelos en el Perú debido a su complicada geografía, la necesidad imperiosa de detenerlo o controlarlo por su secuela de pérdida de suelos, productividad y empobrecimiento de la población, el país no cuenta con un adecuado plan de investigación de los procesos que lo causan. **Sánchez (2002)**.

En tiempos pretéritos los causes de la ciudad de Huánuco fueron embalsados por diques, aspecto que se debe resaltar para la ocurrencia de los eventos de geodinámica externa (huaycos), ya que las escorrentía en las épocas de lluvias ocasionalmente anegan el centro de la urbe. **Alarcon (2016)**.

La microcuenca de Tingoragra-Rondos presenta tres cárcavas muy desarrolladas tanto en suelo residual como en substrato rocoso, donde se han inventariado 14 ocurrencias de movimientos en masa, entre derrumbes, deslizamientos, carcavamiento y flujos de detritos. Las pendientes en sus laderas oscilan entre 12° y 32° (localmente las paredes o caras hacia las quebradas presentan pendientes mayores a 50°). El cauce en las cárcavas varía entre 17° y 23° (parte media a superior) y entre 3° y 6° (parte inferior), presentando cauces angostos entre 15 a 20 m. **Bilberto (2006)**.

La zona central de la región Huánuco presentan lluvias acumuladas, menores de lluvia a 100 mm; mientras, en la zona andina las lluvias totalizan cantidades que van de 200 mm a 1000 mm. En la zona de la selva la región de Huánuco los acumulados de las lluvias presentan cantidades superiores a los 1000 mm.

La ocurrencia de precipitaciones intensas, produce un incremento extremo de los cauces de los ríos, originando desbordes e inundaciones. Así también, estas precipitaciones generan movimientos en masa (huaycos, deslizamientos, derrumbes, entre otros), provocando situaciones de emergencia y/o desastres, con repercusión en la salud de la población, especialmente de los grupos más vulnerables. (Dirección Regional Defensa Nacional, Defensa Civil y Seguridad Ciudadana – 2017).

Las precipitaciones pluviales mensuales en la ciudad de Huánuco, para el período lluvioso, de septiembre a mayo, son del orden de 13 a 72 mm, con máximos valores entre diciembre y abril (valores máximos en febrero), los meses relativamente secos están entre junio y agosto (4 a 6 mm). El análisis de los registros de precipitaciones mensuales en la estación Corpac muestra los siguientes valores promedio, desviación estándar, máximos y mínimos, para el período 1962-1998. Las lluvias suelen presentarse como eventos débiles hasta muy violentos y prolongados, pudiendo alcanzar valores de hasta 40 mm de precipitación en 24 horas.



Es la cuenca más amplia de las tres y presenta dos microcuencas, Tingoragra-Rondos y La Florida, colinda con la quebrada de Jactay a través de una cresta redondeada formada por el cerro Santa Rosa, con altitudes entre 1 900 y 3 950 msnm. **Zavala (2006)**

Con esta investigación se busca reducir la erosión hídrica en el suelo, utilizando la Vetiveria “Chrysopogon Zizanoides” en la microcuenca de Tingoragra-Rondos, provincia de Huánuco 2017.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Con la Vetiveria Zizanoides se puede reducir la erosión hídrica de los suelos de la microcuenca de Tingoragra-Rondos, Provincia de Huánuco 2017?

## **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Reducir la erosión hídrica, utilizando la Vetiveria “Chrysopogon Zizanoides” en los suelos de la microcuenca de Tingoragra-Rondos, Provincia de Huánuco 2017.

## **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los parámetros fisicoquímicos del suelo mediante ensayos de laboratorio.
- Evaluar las condiciones climáticas utilizando la información meteorológica de la zona.
- Cuantificar el volumen del suelo erosionado por la precipitación, instalando microparcels de varillas.
- Cuantificar la disminución del suelo erosionado por precipitación, sembrando de la vetiveria en las microparcels de varillas.

## 1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La Vetiveria Zizanioides debido a sus características fisiológicas, reducirá positivamente la erosión hídrica del suelo en la microcuenca Tingoragra - Rondos, adaptándose fácilmente a las condiciones físicas del suelo y las condiciones climáticas del lugar.

**Böhnert (2013)**, nos dice que la Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) es una hierba erecta, del tipo C4 (Separación de la fijación inicial de CO<sub>2</sub> y el ciclo de Calvin que los estomas son abiertos en el día y se adaptan mejor en ambientes cálidos y soleados) y por tanto, se desarrolla mejor a plena exposición solar, alcanza una altura entre 1,50 y 2 m, con hojas de unos 2 cm de ancho en la base, terminando en una punta aguda. Las raíces forman una densa red, que normalmente alcanza hasta tres metros de profundidad y en algunos casos, se han conseguido raíces de hasta cinco metros de longitud.

Mediante pruebas de ADN (ácido desoxirribonucleico) se ha comprobado que la mayoría de los cultivos de *C. zizanioides* distribuidos en más de 120 países tropicales y subtropicales son estériles, pese a que presentan una espiga o inflorescencia de un atractivo color rojizo.

Esta esterilidad favorece su uso como barrera viva no invasora. Vetiver tiene múltiples aplicaciones a favor del ambiente: controla la erosión, es un filtro biológico, recarga acuíferos, permite recuperar zonas marginales o degradadas, etc. Además, tiene un impacto social positivo al constituir materia prima para artesanías y construcciones. Por estos valores, el Sistema Vetiver tiene un potencial para mitigar los impactos del cambio climático, como por ejemplo:

El Vetiver puede sobrevivir en los dos extremos de los gradientes de temperatura y precipitación; El Sistema Vetiver es una

solución de bajo costo al reducir el daño potencial de desastres y eventos extremos - prevención de deslizamientos, estabilización de tierras y control de erosión e inundaciones; El Sistema Vetiver reduce la intensidad de las inundaciones al disminuir el flujo del agua de lluvia en las pendientes y mejorar la recarga del agua en el sub-suelo; El Sistema Vetiver mejora la calidad del agua al evitar el flujo de sedimentos y contaminantes hacia los ríos; El Sistema Vetiver protege y reduce los costos de mantenimiento de estructuras como represas, canales, carreteras, etc. todos vulnerables al cambio climático; El Sistema Vetiver reduce la erosión y conserva la humedad del suelo, lo que resulta en cosechas mejoradas; El Vetiver capta grandes volúmenes del carbono atmosférico.

**Truong (2009)**, nos dice que el sistema de la Vetiveria es un medio muy simple, práctico, económico, bajo mantenimiento, tolerable a la sequía y muy efectivo para la conservación de suelos, como el control de la sedimentación, estabilización de taludes inclinados, rehabilitación de tierras, protección de cuencas hidrográficas y reducción de la erosión de los cauces de los ríos, contrarrestar de daños ambientales; esto se debe a que sus raíces es extremadamente profundo, masivo, denso y de rápido crecimiento, impidiendo que el suelo sea separado por flujos de agua.

Siendo también ambientalmente amigable como una medida biológica; al ser plantado la vetiveria en hileras simples forma una barrera que es muy efectiva en atenuar y dispersar las aguas de escorrentía, reduciendo la erosión, conservando la humedad y atrapando sedimentos y agroquímicos en el sitio. Aunque cualquier barrera puede hacer eso, el pasto vetiver, debido a sus características morfológicas y fisiológicas, lo puede hacer mejor que otros sistemas evaluados.

**Washington (1993)**, la Vetiveria Zizanoides, tiene la cualidad de reforzar y proteger el talud contra el daño causado por la erosión

superficial o del colapso no profundo de la superficie. Contando con las siguientes características:

El V. zizanioides (pasto vetiver) tolera una amplia variedad de condiciones en el sitio, puede crecer en subsuelos sin agregar capa vegetal o fertilizante, produce extensos sistemas de raíces fibrosas en suelos de drenaje libre, sobrevive en suelos compactados, pero su crecimiento es lento, no tolera la sombra.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Existe poca información y datos estadísticos que puedan corroborar con mayor veracidad sobre la medición de erosión hídrica del suelo en la microcuenca Tingoragra – Rondos, provincia de Huánuco 2017.

No existe ningún tipo de investigación científica sobre control de erosión de suelo con la aplicación de la planta Vetiveria en la provincia de Huánuco.

El factor económico es limitado ya que no se cuenta con el financiamiento de algún interesado externo.

## **1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El proyecto de investigación que se desarrolló, fue viable ya que:

- El costo de las plantas es accesible
- La planta se adapta fácilmente al tipo de relieve de la zona
- Su sistema de crecimiento es muy simple, práctico, bajo mantenimiento y tolerable a la sequía.
- Excelente aptitud como fijadora de tierras sueltas.
- Prevención de Desastres Naturales.
- Control de sedimentos.
- Favorece su uso como barrera viva no invasora.
- Excelente valla contra incendios ya que aún quemada rebrota fácilmente.

- Protección y refugio de la flora y fauna.
- Con el uso de las hojas se puede fabricar artesanías y techado de viviendas rústicas.
- Su principal uso de las raíces es para extraer la esencia para la preparación de polvos o pastillas perfumadas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ESTUDIOS INTERNACIONALES

**Sepúlveda (2013)**, el pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides*) es una gramínea perenne que posee un sistema radicular masivo, profundo (2 a 3 m de crecimiento en un año); fuerte, su resistencia a la tracción es de 75 MPa, equivalente a 1/6 del acero blando (Hengchaovanich & Nilaweera, 1996), ello amarra el suelo. Su follaje es erecto, alto, abundante e igualmente fuerte; siendo capaz, cuando se establecen barreras con él, de soportar láminas de agua de inundación de hasta 80 cm y reducir su velocidad casi a cero<sup>102</sup>;, a la vez que retiene los sedimentos. Es una planta asexual, es decir, sus semillas no son fértiles, y por ende no hay riesgo de que se convierta en maleza. Una vez establecido tolera condiciones extremas de: sequías; inundaciones; quema (rebrot a la semana); temperaturas (-14° C a 46° C); altitudes (0 m hasta 2800 msnm); pH (3 a 12.5); se adapta a suelos con presencia de aluminio, arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, manganeso, mercurio, níquel, selenio y zinc; suelos sódicos, salinos, alcalinos (Hengchaovanich & Nilaweera,1996). Esas condiciones de rusticidad y gran adaptabilidad a las más variadas condiciones edafoclimáticas, aunado al hecho de la diversidad de usos, tanto desde el punto de vista de conservación de suelos y aguas en actividades agrícolas, como en estabilización de áreas afectadas por otras actividades, recuperación de áreas degradadas, en fitoremediación, tratamiento de aguas servidas o residuales, además de la extracción de aceites esenciales, control de plagas, como planta medicinal, abono orgánico, alimentación animal y en artesanía, entre otros, así como su facilidad de propagación, ha favorecido posiblemente su expansión a nivel mundial (Hengchaovanich & Nilaweera, 1996).

Aunque a través de los años se ha ensayado la utilización de muchas hierbas y árboles, como medida de restauración, el Vetiver ha

sido probada en distintas situaciones probando su efectividad. Como queda de manifiesto en la enumeración de sus características que se presentan a continuación y que se deriva de observaciones recogidas en todo el mundo sobre el pasto vetiver (*V. zizanioides*), esta planta verdaderamente notable resulta ideal para el sistema vegetal de rehabilitación de áreas degradadas.

No se conoce ninguna otra hierba que la iguale en resistencia y diversidad:

- Cuando se la planta correctamente, forma rápidamente un cerco espeso y permanente
- Tiene un sistema radicular fuerte que penetra y fija el suelo hasta una profundidad de tres metros y puede resistir los efectos de la tunelización y el agrietamiento.
- Es perenne y requiere un mínimo de mantenimiento
- Es prácticamente estéril y debido a que no produce estolones ni rizomas, no se convierte en maleza.
- Su corona se halla bajo la superficie, lo que la protege contra el fuego y el exceso de pastoreo.
- Sus hojas afiladas y sus raíces aromáticas repelen a los roedores, las serpientes y otras plagas similares.
- Sus hojas y raíces han demostrado ser resistentes a la mayoría de las enfermedades.
- Es tanto xerófila como hidrófila, una vez establecida puede resistir sequías inundaciones y prolongados periodos de anegamiento.
- No compite con las plantas para cuya protección se las utiliza. Los cercos de vetiver han demostrado no solo que no producen efectos negativos en el rendimiento de los cultivos alimentarios plantados en su vecindad, sino que, hasta pueden llegar a aumentarlo.
- Se cree que posee micorrizas que fijan el nitrógeno lo que explicaría el hecho que se mantiene verde durante todo el año.
- Crece en cualquier tipo de suelo con prescindencia de la fertilidad, el pH o la salinidad de éste. Ello incluye arenas, esquistos, suelos

de grava e incluso suelos tóxicos debido a su contenido de aluminio.

- Crece en una amplia variedad de climas. Hay información de que crece en zonas con una precipitación de media anual de entre 200 y 6 mil mm y temperaturas de entre  $-9^{\circ}$  y  $45^{\circ}$  C.
- Es una planta perfectamente adaptada, de modo que aun cuando todas las demás plantas de los alrededores han sido destruidas por la sequía, las inundaciones, las plagas, las enfermedades u otras circunstancias adversas, el vetiver permanece en su lugar para proteger al suelo de las próximas lluvias.

Principales utilidades del vetiver: Barrera contra la erosión, Prevención de corrimientos de tierras y desastres naturales, Control polución del agua: eficiente en la absorción de N, P, Hg, Cd y Pb, Capacidad de descontaminación de contaminantes agrícolas químicos, Rehabilitación de áreas contaminadas y degradadas. Prevención de Desastres Naturales.

**Ramírez (2014)**, miembro de la familia Poaceae, Vetiver zizanioides ó Chrysopogon zizanioides es comúnmente conocida en África como Khas-Khas, con inflorescencia y semilla estéril, crece en grandes macollos a partir de una masa radicular muy ramificada, sus tallos alcanzan una altura de 1.5 m y las hojas hasta 75 cm de largo (Rao et. al., 2000; Grajera, 2009). Es un pasto perene con raíces adventicias fibrosas que alcanzan una profundidad de 3.6 m en 12 meses y hasta 5 m de largo. Crece en suelos franco arenosos a suelos arcillosos, de muy ácidos a ligeramente alcalinos con un pH de 4-7,5. Puede resistir hasta temperaturas de  $-9^{\circ}$  C desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm y soporta sequías extremas debido a su alto contenido de sales en la savia de sus hojas, así como inundaciones por largos periodos (Alegre, 2007). Es resistente a plagas y enfermedades, ha demostrado ser ideal para la conservación del suelo y agua y otros usos como la biorremediación, bioingeniería, forrajes, agroforestal, medicinal, artesanal, energía, etc.



Un atributo recientemente descubierto es su capacidad para purificar el agua, y así ayudar en el tratamiento de aguas residuales ya que puede absorber metales pesados, nitrógeno y fósforo, al ser hidrófila no requiere de un medio para crecer en el agua sólo un sistema de flotación para mantener el equilibrio entre raíces y brotes para que la planta se mantenga en pie (Greenfueltech, 2007). Un desarrollo extenso del aerénquima, las dimensiones de la estela y el patrón de arreglo de las células corticales internas, garantizan a Vetiver una adecuada aireación (Castro & Lapp, 2011). Además, su bajo costo, efectividad y simplicidad hace de Vetiver, una tecnología innovadora, una solución de color verde, simple, práctico y rentable (Truong et. al, 2008).

Por lo anterior, *V. zizanioides* es una opción para el tratamiento de aguas con altas concentraciones de materia orgánica producida por el cultivo de trucha arcoíris.

**Escobar y Orduña (2014)**, los factores de la vegetación que contribuyen a la estabilidad de laderas son el refuerzo de raíz y la evapotranspiración, la presión de poros siendo reducida y la fuerza cortante del suelo cada vez mayor contribuyen a la cohesión aparente y ángulo de fricción interna (Hengchaovanich, 1998). Vetiver contribuirá al control de la erosión y la estabilidad de la ladera, reduciendo la velocidad de la escorrentía, evapotranspiración y su refuerzo de raíz. Hengchaovanich et al. (1996) estudio las propiedades de resistencia a la tensión de la raíz Vetiver y su resistencia a la estabilidad de la masa poco profunda y la erosión superficial. Según el estudio, las raíces de vetiver son muy fuertes, con alta resistencia media a la tensión de 75 MPa. Era evidente que la penetración de las raíces de vetiver en un perfil del suelo aumenta la resistencia al corte del suelo de manera significativa. Vetiver, con un sistema radicular de largo (2 a 3,5 m.) y fuertes y masivas redes, puede reducir la erosión y estabilizar el suelo de la ladera si se plantan en filas a través de la pendiente. En suelos con alto contenido de nutrientes, Vetiver puede desarrollar un vallado radicular totalmente denso en temporadas de lluvias que estará funcionando eficazmente después de 4 meses (Sanguankaeo et al., 2006). Las barreras radiculares de vetiver

actúan como una pared viva que está en contra y reduce la escorrentía, y el suelo erosionado es depositado detrás de la barrera vegetal. Las barreras de vetiver se han encontrado de ser capaces de resistir el agrietamiento por flujos de agua de 0.028 m<sup>3</sup> / s (Huang et al., 2003). Kon y Lim (1991) informó que en comparación con el suelo desnudo, el sistema vetiver fue capaz de controlar la escorrentía y la erosión total del suelo (pérdida de suelo) con 73 y 98% de reducción, respectivamente. Bajo las barreras de Vetiver el sistema radicular interactúa en el suelo en el que ha crecido, formando un nuevo material compuesto por las raíces con alta resistencia a la tracción y adherencia, embebidas en una matriz de un material de menor resistencia a la tracción. Las raíces de vetiver refuerzan un suelo por transferencia de esfuerzo de corte en la matriz del suelo a las inclusiones de tracción (Hengchaovanich, 2006). En otras palabras, la resistencia al corte de la capa superficial entre 1-2 m. es mejorada y estabilizada por el sistema de raíces. El vetiver estabiliza el suelo en pendientes no sólo por el refuerzo de raíz, sino por conseguir que el suelo se seque por evapotranspiración. La zona de suelos de alta humedad en las barreras de vetiver se limitaba a una profundidad menor de 50 centímetros (Hengchaovanich, 1998; Babolola et al, 2003; Singhatat, 1994). En suelos saturados de agua o en pendientes con nivel freático alto, si se planta el vetiver, la masiva y profunda raíz podría elevar el agua por capilaridad lo que reduce la humedad en el suelo por lo que disminuye la presión de poros por agua (Chomchalow, 2010; Hengchaovanich, 1998). Esta situación tendrá efectos positivos en la estabilidad de las laderas, especialmente para las capas superficiales de 1 a 2 m. la cual es propensa a deslizamientos (fallas poco profundas) o en los flujos de suelos 39 saturados.

### **2.1.2. ESTUDIOS NACIONALES**

**Chávez (2014)**, pese a la elevada contaminación de plomo en el suelo, hay muchas especies vegetales que han desarrollado estrategias para prosperar bajo condiciones adversas, lo cual las convierte en especies potenciales para ser utilizadas en procesos de fitorremediación. En este

estudio, se recolectaron 37 muestras vegetales de 12 sitios localizados en la ciudad de La Oroya y lago Junín (departamentos de Cerro de Pasco y Junín - Perú), lugares con pasivos mineros, seleccionando 2 especies pertenecientes a los géneros *Calamagrostis* y *Nicotiana* para su cultivo bajo 3 niveles de plomo 700 ppm, 1000 y 1200 ppm, debido a su elevada concentración de plomo encontrada en campo (3180 ppm radicular y 143 ppm aérea, y 1883 ppm en flores y 2136 ppm en Tallos respectivamente). Junto a estas fue cultivado *Vetiver* (*Vetiveria zizanioides*) a fin de comparar su potencial fitorremediador con el de las especies nativas mencionadas en invernadero bajo un diseño factorial con nivel de significancia de 0.01% durante 60 días en la Universidad Agraria - Lima. Del estudio se concluyó que la *Nicotiana* tiene un mejor potencial de fitorremediación por su desarrollo de biomasa aérea, la elevada concentración de biomasa (276.7 ppm en zona radicular, y 96.5ppm en zona aérea), extracción del metal (0.3 mg de Pb), capacidad de natural de translocar el metal hacia las partes aéreas e inmovilización del metal en la raíz (Factor de Translocación: 0.39) y a su mejor adaptación a otras condiciones climáticas. Se pudo corroborar también la hipótesis de que las plantas nativas son las más adecuadas para fitorremediar espacios naturales. Estos resultados podrían mejorarse con condiciones climáticas más favorables para las especies nativas así como un mayor tiempo de evaluación. Podría incluirse también algunos otros metales pesados en la evaluación a fin de determinar si estas plantas pueden usarse para fitorremediar suelos con contaminación polimetálica.

Mucha investigación se ha realizado con la finalidad de determinar y encontrar plantas que puedan actuar como hiperacumuladoras, y que por tanto puedan ser usadas para fitorremediación de suelos. Así por ejemplo, se ha determinado en muchos estudios que la especie *Vetiveria zizanioides* L, o *vetiver* es una especie con gran potencial de acumulación que no muestra severos síntomas de daño por el contaminante (Pang et al., 2003). Así mismo, esta especie posee una ventaja adicional de poseer aceites esenciales que espantan al ganado y otros animales, de modo que se previene el paso del compuesto tóxico a la cadena trófica (Andra et al., 2009).

**Compañía Minera SIMSA S.A.A. (2013)**, durante la etapa de explotación, la minería siempre genera daños ambientales a la biosfera, donde los materiales como: desmonte, relave, escorias son acopiados en depósitos o regados a socavones como relleno, dependiendo del volumen, disponibilidad de espacio Disco, tecnología, etc.

Se tubo como objetivo: Evaluar la adaptabilidad y comportamiento del pasto vetiver, en condiciones del deposito del relave.

Teniendo resultados: El crecimiento promedio mensual del vetiver es de 16.41 cm, se observa un crecimiento acelerado, las hojas están engrosando y el brotamiento de hijuelos es de 3 en promedio por planta, El sistema radicular del ve,ver, al mes de Junio alcanzo 30 cm de profundidad, al mes de Julio 62 cm de profundidad y en agosto 1.10 cm, siendo las raíces fibrosa y masivas, El vetiver esta cumpliendo la función de reducción de la erosión.

**Fernández (2015)**, conocido científicamente como *Chrysopogon zizanioides*, es una planta nativa de la India utilizada para la construcción de barreras vivas para el control de la erosión. Inicialmente, esta planta fue desarrollada durante los años ochenta por el Banco Mundial para la conservación de suelos y agua en la India. Debido a los excelentes resultados, hoy en día, ampliamente utilizado en todas partes del mundo como método de bioingeniería para la restauración de paisajes.

Muchas investigaciones a lo largo de los últimos quince años han demostrado que la aplicación de este material vegetal como sistema de revestimiento es uno de los métodos naturales más efectivos y de bajo costo para la protección ambiental y el control de erosión de suelos. Además, instituciones como el Banco Mundial y la Academia de Ciencias de los Estados Unidos han promovido la utilización del mismo, mediante la Red Internacional del Vetiver, creada desde 1994.

El Vetiver se caracteriza por presentar el sistema radicular profundo, masivo y denso. Puede penetrar el suelo en forma vertical de 2 a 3 metros en el primer año y dependiendo de las condiciones del terreno alcanzar hasta los 5 metros. Este material vegetal es capaz de perforar capas compactas de suelo y roca. Asimismo puede soportar largos periodos de

sequia, debido a la presencia de savia en sus hojas, además de adecuarse favorablemente a las condiciones climáticas de la zona.

Por otra parte, el Vetiver presenta tallos altos, erguidos y rigidos que puede crear hasta 3 metros den condiciones favorables. No es considerada como una planta que produzca maleza, ya uque este material vegetal es estéril y por ello no produce semillas en el entorno que se aplique. Cabe resaltar que la apliación de este sistema favorece a la infiltración de agua al suelo.

### **2.1.3. ESTUDIOS LOCALES**

**Estrada (2016)**, la metodología de los clavos de erosión es un método experimental sencillo, directo, de gran precisión y principalmente de bajo costo, en los cuales la estimación de pérdida de suelo se realiza totalmente en terreno.

En función de lo expuesto, la presente ficha técnica tiene como objetivo, el describir la metodología de los clavos de erosión para la evaluación cuantitativa de la erosión hídrica superficial, mediante el establecimiento y medición de parcelas muestrales.

En la microcuenca de Urambisa – Ambo, se registraron cada uno de las 486 varillas insertadas en el suelo para poder cuantificar la cantidad de suelo perdido en TM/Ha/Perdido de lluvia por efectos de la erosión hídrica superficial.

El método de las microparcels con varillas de erosión fueron instaladas a pendientes de 25% a excepción de tres microparcels que se instalaron a 2% de pendiente, corresponde a parcelas rectangulares abiertas a las cuales se les instalara varillas de erosión, los que son medidos inicialmente desde la cabeza de cada varilla, hasta el nivel del suelo, medida que fija la lectura inicial. De forma posterior a la ocurrencia de una tormenta, se vuelve a repetir el proceso de medición, y si la distancia entre la cabeza de la varilla y el nivel del suelo se han incrementado, con respecto a la medición inicial, entonces se entiende que ha existido un proceso erosivo. Si por lo contrario, dicho vector se ha visto reducida su dimensión, entonces ha ocurrido un proceso de sedimentación. Lo

anterior permite establecer un balance entre pérdidas y entradas de suelo y alcanzar una mejor estimación de los procesos erosivos.

**HUAMANI (2014)**, la vetiveria (*Chrysopogon zizanioides*), antes clasificada como *Vetiveria zizanioides*, es una planta herbácea, gramínea, perenne, sin tallo aparente. Taxonómicamente el género *Crysopogon* pertenece a la subfamilia *Andropogoneae* de la familia *Poaceae*.

Tiene hojas largas, rígidas y sencillas, de 0,3m -1m de largo y de 4-10mm de ancho, glabras, sin aristas, muy resistentes y de bordes ásperos. La planta puede alcanzar los 2m de altura. Las inflorescencias, prácticamente estériles, son de 0,15-0,4m de largo. El sistema radicular tiene un fuerte desarrollo vertical, pero se extiende solo unos 0,5m alrededor de la planta. Son raíces muy fuertes, rígidas, muy largas, verticales y de grosor uniforme, similares a alambres que forman una masa esponjosa, y muy ramificada. Las raíces pueden alcanzar las 4m de profundidad, siendo 2m - 3m común.

Fisiológicamente, la Vetiver se caracteriza por la biosíntesis por la vía C4, indicando su adaptación a condiciones de elevadas temperaturas diurnas y altos niveles de radiación solar.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. FENÓMENOS QUE OCURREN EN EL SUELO PRODUCTO DE LA EROSIÓN HÍDRICA.**

**Wischmeier (1955)**, la actual ecuación predictiva conocida como Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS).p 21. Nos dice que el proceso de remoción o desagregación, transporte y sedimentación de material del suelo, provocado por las precipitaciones y el escurrimiento acompañante. Frente a estos dos agentes activos del proceso, el suelo actúa como factor pasivo y la naturaleza de la superficie (topografía y vegetación) como factor intermediario. Para que exista erosión hídrica debe haber desagregación (por impacto de la gota de lluvia sobre el suelo) y transporte de partículas por un flujo superficial. Deben manifestarse ambos fenómenos, de lo contrario la erosión hídrica no

ocurre o es insignificante. En cuanto a la sedimentación de las partículas transportadas, estas pueden depositarse en otros sectores del lote o en lotes vecinos (acumulación de capas de considerable espesor que afectan las labores y las propiedades de intercambio líquido y gaseoso del suelo subyacente), o tener consecuencias sobre cursos de agua (ríos, lagunas) y obras hidráulicas (canales, embalses, etc.), reduciendo su capacidad de transporte y almacenaje, provocando inundaciones y contaminando (eutrofización). Esto último se conoce como erosión difusa, de ahí que el control del proceso erosivo debería realizarse a nivel de Cuenca.

**Correa (1980)**, nos dice que el fenómeno de la erosión por salpicadura puede describirse de la siguiente forma:

La lluvia al caer sobre el terreno sin vegetación, mueve el suelo no protegido; durante eventos fuertes, capas de agua enturbada por material terroso suspendido, corren a través de esas superficies desnudas. El suelo al no presentar una adecuada cobertura protectora, es dividido y soltado por el impacto de las gotas de lluvia, para luego ser arrastrado hacia partes más bajas, dejando pequeños pilares, comúnmente llamados castillos de bruja o estoraques, por lo general de varios centímetros de altura, retenidos o cubiertos en su parte superior por pequeños guijarros, hojas o raíces.

Ambos fenómenos así descritos indican la importancia de las gotas de lluvia como agentes de dispersión y consolidación; el efecto de consolidación corresponde entonces a la formación de la costra superficial mencionada, la cual alcanza usualmente unos pocos milímetros de espesor y que es el resultado de la obstrucción de los poros por compactación del suelo.

**Stocking (1984)**, la erosión es un proceso que actúa de manera selectiva, arrastrando las partículas más finas y más reactivas del suelo (arcilla y materia orgánica) y dejando las partículas más gruesas, pesadas y menos reactivas.

De esta manera la erosión provoca una disminución de la concentración de nutrientes en el suelo degradado remanente.

### **2.2.2. FENÓMENOS QUE OCURREN EN EL SUELO CON EL USO DE LA VEGETACIÓN**

**Suárez (1980)**, nos indica que la cubierta vegetal se desempeña como agente regulador en los fenómenos erosivos, controlando los excesos de agua en el perfil del suelo, disminuyendo las velocidades del flujo de escurrimiento e integrando el suelo como masa unitaria, entre otros beneficios. Sin embargo, su papel es variable de acuerdo a las características de porte, enraizamiento, hábito y velocidad de crecimiento, etc.; incluso en ocasiones puede favorecer las condiciones de inestabilidad de las laderas, como más adelante se anotará.

En términos generales, las formas o mecanismos a través de los cuales las plantas defienden el suelo son los siguientes:

- **Dispersión directa:** intercepción por el follaje y evaporación de gotas de agua lluvia.
- **Transpiración:** humedad que pasa de estratos profundos al aire.
- **Protección directa:** contra el impacto de las gotas de lluvia.
- **Efecto sujetador:** del sistema radicular sobre las partículas de suelo.
- **Penetración de raíces a través del perfil:** al morir dejan espacios que favorecen los procesos de infiltración y de aireación.
- **Mejoramiento de estructura del suelo:** principalmente por aporte de materia orgánica, y con ello la infiltración.
- **Aumento del coeficiente de rugosidad y dispersión lateral de la escorrentía:** reduciéndose con ello el volumen y la velocidad del flujo. Además del efecto amortiguador que tienen las coberturas vegetales contra el impacto directo de las gotas de lluvia, y los demás recién listados, es de gran interés el efecto relacionado con el mejoramiento del proceso de infiltración. En tal sentido, este proceso es favorecido por el crecimiento y desarrollo de las raíces a través del perfil del suelo, incrementando su porosidad y con ello la infiltración.



Asimismo, el paso del material muerto al suelo incrementando el contenido de materia orgánica y humus, favorece a su vez la porosidad y la capacidad de retención de agua de los terrenos, retardando con ello la aparición de la escorrentía superficial. En general, se ha encontrado que coberturas vegetales consistentes de varios estratos favorecen en mayor medida el proceso de infiltración del agua en los terrenos, a diferencia de las mono estratificadas (pastos o suelos desnudos) en las cuales la infiltración del agua es sustancialmente menor.

### **2.2.3. DEGRADACIÓN DE SUELOS**

Los procesos de transferencia de material que ocurren en una cuenca son de dos tipos: los que ocurren en las laderas y los que ocurren en los cauces de las corrientes de agua. Los procesos de erosión y transporte de material en ladera se pueden presentar por transporte en solución, erosión superficial y por una remoción en masa **Swanson (1990)**.

Los problemas de la degradación de los suelos es tan antiguo como historia de la humanidad, de hecho connotados científicos e investigadores (Lowdermilk, 1953; le Houérou, 1976; Troeh et al., 1980; Gelburd, 1985) comparten la tesis de señalar la degradación de suelos, generada por el mal manejo de las tierras, como causante principal de la caída y desaparición de grandes civilizaciones en el pasado **López (2002)**.

### **2.2.4. EROSIÓN**

La erosión es la desnudación de la superficie terrestre o la destrucción de la delgada capa de suelo que cubre las áreas continentales de la tierra, y se produce por acción del agua, del viento y los glaciares, incrementada por la acción del hombre. **Sánchez (2002)**

Por ello existe un límite de tolerancia de la erosión. La tolerancia de pérdida de suelo varía de acuerdo con las zonas climáticas de una región o del mundo, y está entre 3 y 12 tm/ha/año. **Wischmeier (1955)**.

La erosión con la degradación de suelos, el regolito, los fragmentos de rocas y del paisaje través de los distintos medios extremos como el viento, el hielo y el agua. Asimismo dichos procesos llegan a su fin cuando las

partículas transportadas caen y se depositan en la superficie, generando procesos de sedimentación. **PIDWIRNY (2006)**.

### **2.2.5. TIPOS DE EROSIONES**

Los efectos de erosión son de dos tipos de erosión: erosión de suelos de forma natural (erosión hídrica, eólica y otros tipos y factores), y erosión de suelos por acción antrópica **ZACHAR (1982)**.

Erosión por viento, erosión por gotas de lluvia, erosión laminar, erosión en surcos, erosión por afloramiento de agua, erosión en cárcavas, erosión interna, erosión en cauces de agua, erosión por oleaje y erosión en masa. **LLERENA (1987)**.

### **2.2.6. EROSION HIDRICA**

En el Perú existe muy poca información cuantitativa sobre la medición de la erosión hídrica. Por otro lado es de resaltar que la erosión hídrica es un fenómeno de importancia en y que poca atención se le ha prestado desde la época de la colonia por parte de las diferentes instituciones oficiales del Estado. **LLENERA (1987)**.

Tiene lugar por acción de las lluvias que al caer sobre la tierra desnuda y suelta remueven sus partículas y las arrastran a lugares más bajos o hasta los ríos, escarbando en muchos casos profundos surcos en su recorrido. La erosión hídrica se acentúa en los terrenos de cultivo donde se aplican prácticas culturales inadecuadas en áreas de fuertes pendientes, con surcos que se alinean de arriba hacia abajo, exponiéndolas más a los agentes erosivos. Las partículas más pequeñas, que son a su vez las más valiosas, son arrastradas por el agua y el viento. **Pablo (2002)**

La erosión hídrica es un proceso de pérdida de suelo que afecta a toda la sierra peruana, debido a sus condiciones semiáridas, así como altas pendientes del terreno, uso de prácticas agrícolas inadecuadas, creciente presión demográfica por el uso del suelo, escasa cubierta vegetal debido a la deforestación, sobre pastoreo y presencia de esporádicas lluvias pero de alta intensidad. **Swanson (1990)**

### 2.2.7. GRADOS DE EROSIÓN HÍDRICA

Se distinguen 4 niveles de grados de erosión del suelo: **ONERN (1984)**

**Muy ligera:** se observan síntomas de erosión laminar imperceptibles y laminar incipiente, caracterizados por una remoción y arrastre imperceptible de partículas de suelo y problemas de decantación.

**Ligera:** se observan síntomas de erosión laminar evidente, caracterizados por la remoción y arrastre laminar casi imperceptible de partículas de suelo; hay presencia de canalículos y escasos surcos. Asimismo, pueden presentarse procesos erosivos como: movimientos en masa ocasionales, inundaciones esporádicas, periglaciales, derrubiación y aspersion eólica.

**Moderada:** se observan síntomas de erosión laminar intensa, surcos comunes y cárcavas escasas. Asimismo, se presentan otros procesos erosivos como movimientos en masa ocasionales, inundación frecuente y mantos de arena.

**Severa:** se observan síntomas de erosión a través de la existencia de surcos y cárcavas comunes o abundantes, movimientos en masa frecuentes y actividad eólica intensa.

### 2.2.8. METODO PARA EVALUAR LA EROSION HIDRICA

Para evaluar la erosión hídrica mediante métodos directos se cuenta con los siguientes procedimientos **Guerrero (2003)**:

- Método de la erosión por salpicaduras.
- Método de clavos o varillas de erosión.
- Métodos de sedimentos en curso de agua.
- Métodos de sedimentos acumulados en infraestructura mayor de riego.

Uno de los métodos más sencillos es el de los clavos o varillas de erosión, menciona que una varilla de erosión básicamente es un benchmark, y que para tal efecto pueden utilizarse, varillas de soldadura o alambre grueso; aunque también pueden usarse estacas de madera u otro material que cumpla tal fin. Este es el método que más aceptación y aplicación práctica ha logrado en la medición de la erosión. **Haig (1977)**

### **2.2.9. LA VETIVERIA**

Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*, anteriormente clasificada como *Vetiveria zizanioides*) es una planta perenne de la familia de las gramíneas, nativa de la India. Las tecnologías del pasto vetiver (TPV), constituye una alternativa probada en la conservación de suelos, aguas, en la bioingeniería para la protección y estabilización de infraestructuras, en la mitigación de desastres, en la restauración y protección ambiental, en una serie de productos y servicios variados que la convierten en un foco de interés para su aplicación en Perú y otras regiones de América Latina. **Boehnerten (2007)**

Las tecnologías del pasto del vetiver (TPV) ofrecen una alternativa eficaz y económica para la protección de los taludes de ésta carretera, entre otras obras de las infraestructuras rurales. **Boehnerten (2007)**

El vetiver *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash. es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas del tipo C4 , que crece preferiblemente a plena exposición solar y cuyo origen se localiza en las planicies inundables del norte de la India, Bangladesh y Birmania. Se han reconocido dos cultivares principales. **Alegre (2002)**

### **2.2.10. PARCELAS DE EROSION HIDRICA**

Las parcelas de erosión o experimentales, constituyen el único sistema que permite medir con exactitud inobjetable, los montos de pérdida de suelos en un área determinada. Además de su bajo costo y fácil establecimiento, se puede agregar que en número adecuado pueden representar acertadamente factores como pendiente, tipo de suelo, cubierta vegetal, prácticas culturales y otros. **PERALTA (1976)**

Es un método que consiste en parcelas rectangulares a las cuales se les instalan “clavos” que marcan la línea inicial del suelo, cuya medición se efectúa luego de ocurrida la tormenta con el objetivo de evaluar la erosión o sedimentación producida. Lo anterior permite establecer un balance entre pérdidas y entradas de suelo para realizar estimaciones más reales. En el mismo sentido es importante señalar que este método es aplicable solo en suelos desnudos (tal como los que se encuentran en la Región de

Coquimbo), dado que la presencia de vegetación entorpece la medición.  
**Pizarro y Cautino (2002)**

### **2.2.11. TOPOGRAFIA**

Señala que a medida que aumenta la pendiente del terreno, el agua escurre en mayor volumen y a más velocidad por la superficie del suelo, aumentando proporcionalmente la cantidad de material removido, susceptible de ser transportado. A mayor longitud de pendiente, mayor es la cantidad de agua que se junta y escurre, y aumenta la erosión que se produce por la capacidad de separar las partículas de la superficie y transportarlas. **PERALTA (1976)**

## **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

**FENÓMENOS DEL SUELO:** cambio que se produce en la naturaleza es decir que no es provocado por la acción humana.

**DEGRADACIÓN DE SUELOS:** proceso antrópico que afecta negativamente la biofísica interna del suelo para soportar vida en un ecosistema.

**EROSIÓN:** Desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos

**EROSIÓN HÍDRICA:** La segregación, transporte y sedimentación de las partículas del suelo son por las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial.

**LA VETIVERIA:** plantas herbáceas de la familia de las gramíneas o poáceas.

**VARILLAS DE EROSIÓN:** varilla de fierro que sirve para medir la erosión del suelo.

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPOTESIS GENERAL

- **Hipótesis Alterna**

Con la utilización de la Vetiveria Zizanoides, se puede reducir la erosión hídrica en la microcuenca de Tingoragra-Rondos, provincia de Huánuco 2017.

- **Hipótesis Nula**

Con la utilización de la Vetiveria Zizanoides, no se puede reducir la erosión hídrica en la microcuenca de Tingoragra-Rondos, provincia de Huánuco 2017.

### 2.4.2. HIPOTESIS ESPECÍFICO

- **H<sub>i</sub>**: Mediante los ensayos de laboratorio, se puede analizar los parámetros fisicoquímicos.

**H<sub>0</sub>**: Mediante los ensayos de laboratorio, no se puede analizar los parámetros fisicoquímicos.

- **H<sub>i</sub>**: Utilizando la información meteorológica, se puede evaluar las condiciones climáticas de la zona.

**H<sub>0</sub>**: Utilizando la información meteorológica, no se puede evaluar las condiciones climáticas de la zona.

- **H<sub>i</sub>**: Con la instalación de las microparcels de varillas, se puede cuantificar el volumen del suelo erosionado por la precipitación.

**H<sub>0</sub>**: Con la instalación de las microparcels de varillas, no se puede cuantificar el volumen del suelo erosionado por la precipitación.

- **H<sub>i</sub>**: Con el sembrando de la vetiveria en las microparcels de varillas, se puede cuantificar la disminución del suelo erosionado por precipitación.

**H<sub>0</sub>**: Con el sembrando de la vetiveria en las microparcels de varillas, no se puede cuantificar la disminución del suelo erosionado por precipitación.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Reducir la erosión del suelo

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Vetiveria Zizanoides

## **2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

La operacionalización de las variables, las técnicas de recolección de datos serán en el campo al momento de realizar el análisis de las diferentes muestras de suelos.

Los indicadores utilizados en la operacionalización de variables, parte de la variable independiente y dependiente, y su definición conceptual, que posteriormente serán interpretados en gabinete (ver Tabla 01)

**Tabla 1. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

**TITULO:** “REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA – RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017”

**TESISTA:** NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADOR
<b><u>Independiente</u></b> <b>Vetiveria</b> <b>Zizanoides</b>	Es utilizado directamente en aplicaciones para proteger las cuencas hidrográficas y los cauces de los ríos para contrarrestar de daños ambientales, particularmente en lo referente a problemas ambientales puntuales como: 1. Flujos de sedimentos 2. Excesos de nutrientes, metales pesados y biosidas en lixiviados de fuentes tóxicas. <b>Diti (2009)</b>	La fuerza de tensión de las raíces del vetiver varía entre 40-180 MPa en un rango de diámetro de raíces entre 0,2-2,2 mm. <b>PINNERS E. (2009)</b> La fuerza de tensión promedio de diseño es de 75 MPa para diámetros de raíz de 0,7-0,8 mm <b>PINNERS E. (2009)</b>
<b><u>Dependiente</u></b> <b>Reducir la erosión hídrica del suelo</b>	Para el control de la erosión son básicos, siendo la vegetación uno de los mejores materiales naturales para el control de erosión; sin embargo, los geosintéticos fabricados y comercializados para aplicaciones en control de la erosión han variado significativamente el concepto de control de erosión en la última década. <b>Carroll (1992)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de clavos y rondanas</li> <li>• Transepto de Cárcavas</li> <li>• Trampas de Sedimentos</li> <li>• Valoración del Daño por Erosión Actual</li> <li>• Método del Perfil</li> <li>• Método para la obtención e interpretación de datos</li> <li>• Rendimientos históricos</li> <li>• Entrevistas con agricultores Microrelievímetro</li> </ul>



## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN (REFERENCIAL)**

El trabajo de investigación corresponde al nivel experimental descriptivo, correlacional cuantitativo debido a que no se manipulara las variables independientes. Se describieran los fenómenos tal cual ocurrieron en la naturaleza para establecer la relación entre la variable independiente: Reducción de la erosión hídrica del suelo. Y dependiente: La Vetiveria Zizanoides.

##### **3.1.1. ENFOQUE**

El enfoque de la investigación es mixto, ya que la toma de datos en el proyecto para la reducción de erosión hídrica del suelo, será cualitativo y cuantitativo.

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

El trabajo de investigación, pretende alcanzar la reducción de la erosión hídrica del suelo que se produce en la microcuenca Tingoragra-Rondos, utilizando la especie herbácea Vetiveria Zizanoides.

##### **3.1.3. DISEÑO**

El diseño del trabajo de investigación es experimental, ya que se implementará el método de la cuantificación de la erosión hídrica superficial usando la metodología de los clavos o estacas de erosión; a su vez se implementará la metodología de investigación y desarrollo con la especie Vetiveria zizanoides como solución de la erosión hídrica del suelo en la microcuenca de Tingoragra-Rondos. El universo de la población de estudio es la comunidad de Nauyan- Rondos.

#### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

**3.2.1. POBLACIÓN:** la población donde se llevara a cabo el proyecto de investigación es en la microcuenca Tingoragra-Rondos, del centro

poblado de la comunidad campesina de Nauyan Rondos de la provincia de Huánuco.

**3.2.2. MUESTRA:** la muestra que se obtendrá del proyecto de investigación, será de las tres parcelas con los clavos o varillas de erosión y las plantas Vetiveria.

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. PARA LA RECOLECCION DE DATOS**

##### **3.3.1.1. TECNICAS**

- **Muestreo de suelos**

Dentro de cada unidad de muestreo se toma una muestra de suelo que es en realidad una “muestra compuesta”. Es decir, una muestra de suelo se compone de varias submuestras tomadas aleatoriamente en el campo **Brady y Weil (1999)**. El número de submuestras por cada muestra es variable, como recomendación general se sugiere que para una unidad de muestreo se tomen 10-20 submuestras **ICA (1992)**.

Adicionalmente, es necesario recordar que el protocolo de muestras de suelo, nos entrega los requisitos a seguir para realizar la toma de muestras de suelo que serán sometidas a análisis físico químico; por lo que es muy importante hacer una buena definición de las unidades de muestreo. Una vez se han definido los límites de cada unidad se procede a tomar las submuestras. Para ello las muestras serán tomadas por el método de muestreo asistemático, que corresponde a un muestreo al azar, no obstante los puntos son representativos del suelo del área. (Tobón, s.f.). En cada sitio de muestreo se recomienda remover las plantas y hojarasca fresca (1-3 cm) de un área de 40 cm x 40 cm, y luego introducir el barreno o pala a la profundidad deseada y transferir aproximadamente 100-200 g suelo a un balde plástico limpio. Las herramientas deben limpiarse después de tomar cada submuestra.

En cualquier caso se debe remover piedras, raíces gruesas, lombrices e insectos del suelo. Las porciones del suelo se desmenuzan con la mano.

Al final las submuestras se van mezclando en el balde hasta completar el número total de submuestras deseado. Posteriormente se transfiere 1 kg de suelo a una bolsa plástica limpia. La bolsa debe cerrarse y marcarse con el nombre o número del terreno muestreado o con un código que escoja el muestreador. Recuerde que una muestra (1 kg) representa un terreno homogéneo y no se deben mezclar muestras de terrenos diferentes. La muestra compuesta debe enviarse a un laboratorio de suelos lo más pronto posible. Esto en términos prácticos significa 1-2 días como máximo.

- **Procedimiento analítico del suelo**

**Flores (2010)**, nos dice que para estimar y determinar los procedimientos analíticos tanto en campo como en laboratorio, se debe conocer los principales parámetros físico químicos del suelo.

Parámetros físico químicos a analizar: textura, densidad aparente, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio, carbonatos totales, calcio, magnesio y las relaciones entre cationes.

El Estándar de Calidad Ambiental para suelo se determinara según el uso de suelo agrícola (orgánico e inorgánico), dentro de sus parámetros según indica el D. S N° 002-2013-MINAM – PERU /GUIA PARA MUESTREO DE SUELOS.

- **Evaluación de las condiciones climáticas**

Se tomó información de los registros de las estación operada por SENAMHI para evaluar su clasificación climática de Thornthwaite para diferenciar los climas presentes en la región Huánuco. Este método destaca las zonas que por su extensión y relieve topográfico presentan características climáticas peculiares.

- **Metodología de los clavos o estacas de erosión:**

Las dimensiones de cada parcela serán de 4.40 m de largo y 1,2 m de ancho (15.84 m<sup>2</sup>) con tres repeticiones, cada parcela estará

dividida en áreas iguales para la aplicación de la Vetiveria, otra en platas nativas del lugar y otra en una área de la parcelas como testigo sin cobertura vegetal.

El distanciamiento de varilla a varilla será de 40 cm de largo a 40 cm en el ancho, lo cual corresponde a un número óptimo de 48 varillas; El largo de las varillas o estacas será de 50 cm de largo, que se tomaran datos cada 15 días por cinco meses.

La extensión del clavo debe ser tal que se pueda enterrar en el suelo, siendo usual que alcance una longitud de penetración de unos 30 cm. **Absalon (2011)**

- **Metodología de investigación y desarrollo con la especie Vetiveria zizanoides:**

Se colocan los esquejes a unos 5 cm. de profundidad tratando de que las raíces estén rectas sin doblarse y se le tapa y afirma con la tierra mediante presión con los dedos de tal forma de establecer un buen contacto entre el suelo y las raíces para evitar el socavamiento inicial que puede causar el agua de riego o lluvia en su fase inicial. El próximo esqueje se planta entre 15 a 20 cm. de distancia del primero a lo largo del mismo surco o la línea trazada a curvas de nivel y así sucesivamente. Para sacar el número de plantas a instalar en el área del terreno en m<sup>2</sup> se trabajara con la fórmula del tresbolillo. **Alegre (2007)**

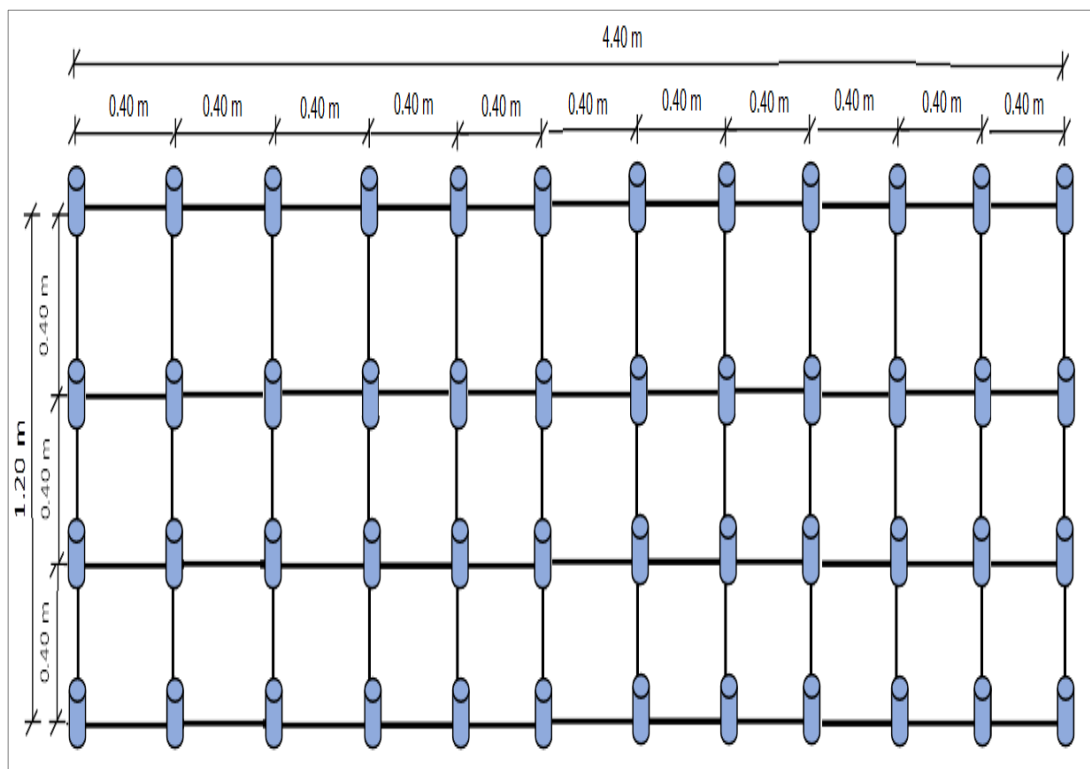
### **3.3.1.2. INSTRUMENTOS UTILIZADOS**

- ✓ Área de las microparcels de varillas 15.64 m<sup>2</sup> c/u.
- ✓ Ancho de las microparcels de varillas 1.20 m
- ✓ Largo de las microparcels 4.40 m
- ✓ Se utilizó varillas de fierro corrugado (3/8")
- ✓ Cada varilla midió 50 cm de largo, enterrados (30 cm) y pintados.
- ✓ Un total de 48 varillas por cada microparcels.
- ✓ Se utilizó pintura blanca anticorrosiva para facilitar la lectura
- ✓ Regla de 1mt.
- ✓ Equipo topográfico.

- ✓ G.P.S.
- ✓ Dos rollos de rafia.
- ✓ Agua potable.
- ✓ Hojas bond.
- ✓ Tablero de apuntes
- ✓ Lapiceros.
- ✓ Cámara fotográfica.

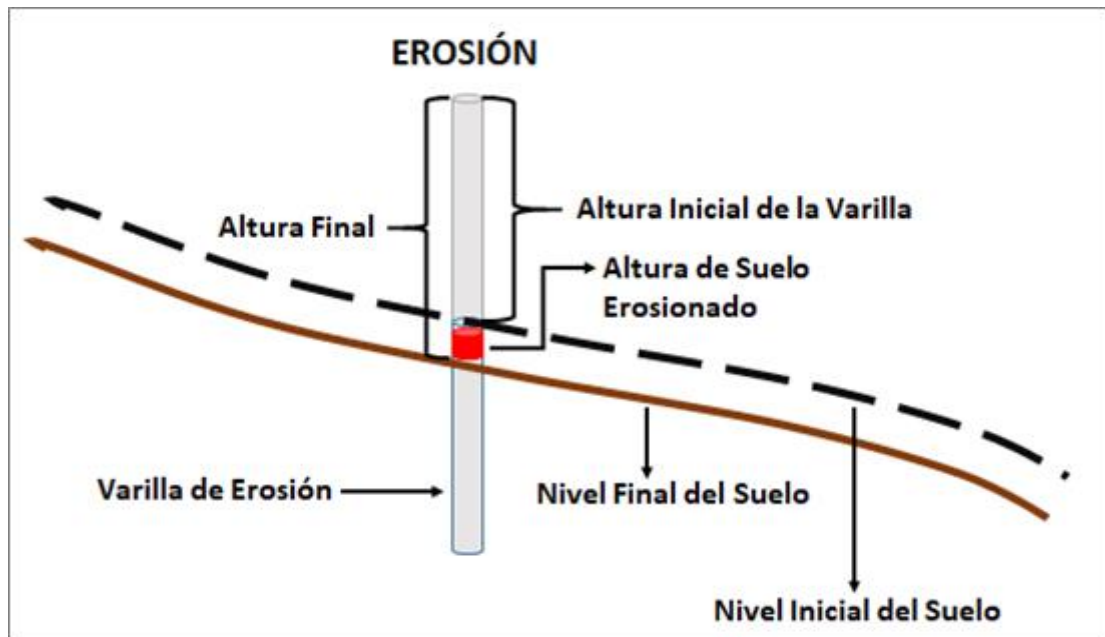
### 3.3.2. PARA LA PRESENTACION DE DATOS

**Ilustración 1. Distribución con Medidas de las Varillas de Erosión y Microparcelas**



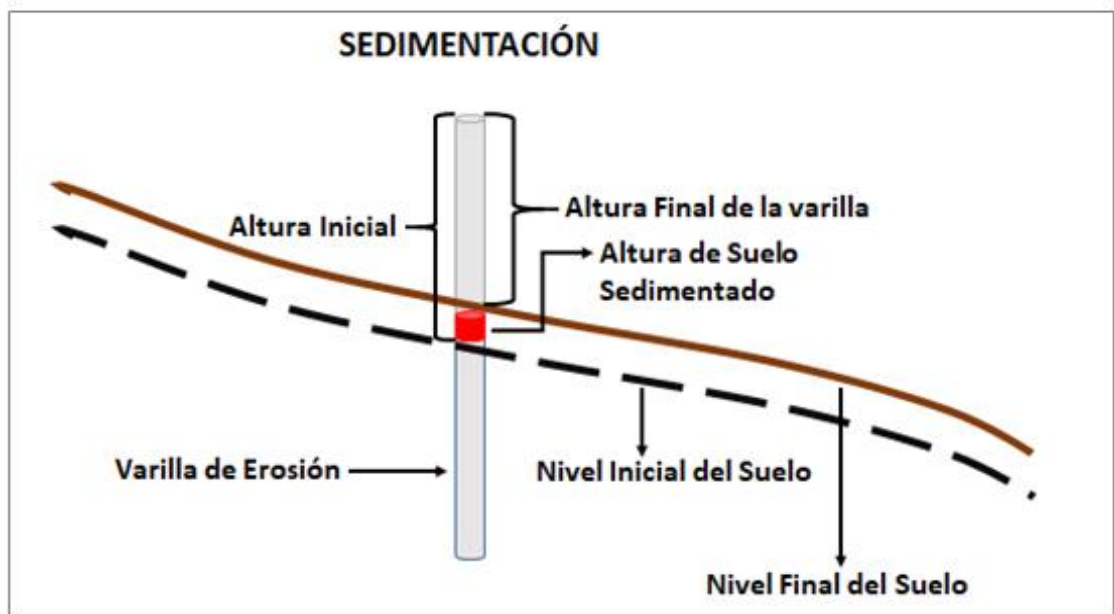
*Fuente: Elaboración propia*

## Ilustración 2. Medición de Suelo Erosionado



Fuente: Elaboración propia

## Ilustración 3. Medición de Suelo Sedimentado



Fuente: Elaboración propia

### **3.3.3. PARA EL ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS DATOS**

#### **3.3.3.1. ANALISIS DE DATOS:**

Cuantificación de la pérdida de suelo por efecto de la erosión hídrica superficial con el método de varillas de erosión, se registraron cada uno de las 144 varillas insertadas en el suelo de la microcuenca para poder cuantificar la cantidad de suelo en TM/Ha/Periodo de lluvia por efecto de la erosión hídrica superficial.

El método de las microparcels con varillas de erosión fueron instaladas a pendientes de 76%, corresponde a parcelas rectangulares abierta a las cuales se les instalan varillas de erosión, los que son medidos inicialmente desde la cabeza de cada varilla, hasta el nivel del suelo, medida que fija la lectura inicial. De forma posterior a la ocurrencia de una tormenta, se vuelve a repetir el proceso de medición, y si la distancia entre la cabeza de la varilla y el nivel del suelo se han incrementado, con respecto a la medición inicial, entonces se entiende que ha existido un proceso erosivo. Si por el contrario, dicho vector se ha visto reducida su dimensión, entonces ha ocurrido un proceso de sedimentación. Lo anterior permite establecer un balance entre pérdidas y entradas de suelo, y alcanzar una mejor estimación de los procesos erosivos (ver Ilustración 2 y 3). Por ellos el tiempo que se considero para la medición de las varillas, es de dos semanas, es decir cada 14 días para tomar la siguiente muestra, por un periodo de 5 meses..

#### **3.3.3.2. INTERPRETACION DE DATOS:**

**- Relaciones matemáticas utilizadas en la cuantificación de la erosión hídrica superficial.**

Para la cuantificar los procesos de erosión, se procedio a lo planteado por **Pizarro y Cutiño (2002)**

Para estimar la erosion del suelo producida en la microparcels, se sumó el valor erosionado, de la altura del suelo hasta el nivel superior de la varilla, y la suma total fue dividida por el numero total de varillas de cada microparcels.

De esta manera se tuvo un valor promedio de la altura de erosión para cada microparcela y ello tras cada 14 días de lluvia (2 semanas aprox.).

Para llevar la expresión a m<sup>3</sup>/ha o ton/ha, se procede de igual forma a como se hizo con la erosión.

#### Ilustración de la fórmula para estimar la erosión hídrica

La expresión matemática que determina estos procesos y posteriormente redefinida por **Pizarro y Cutiño (2002)**, se presenta a continuación:

$$X = Y * D * \alpha * 10$$

**Donde:**

**X=** Suelo erosionado o sedimentado (ton/ha).

**Y=** Altura media de suelo erosionado o sedimentado (mm).

**Dα=** Densidad aparente del suelo (ton/m<sup>3</sup>).

*Fuente: Pizarro y Cutiño (2002)*

#### **- Determinar la pérdida de nutrientes en la microparcela con la plantación de la Vetiveria:**

Para determinar el valor de nutrientes perdidos de la microparcela con la plantación de la vetiveria se realizó mediante pruebas de laboratorio, sacando una primera muestra de suelo, antes de empesar con la plantación de la Vetiveria Zizanoides y una segunda muestra de suelo al culminar con el proyecto para determinar si hubo pérdida de nutrientes por la utilización de la planta Vetiveria Zizanoides y/o por la escorrentía del agua de lluvia.



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1.PROCESAMIENTO DE DATOS (CUADROS ESTADISTICOS CON SU RESPECTIVO ANALISIS E INTERPRETACION**

##### **4.1.1.CUANTIFICACIÓN DE EROSIÓN DEL SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA, UTILIZANDO EL MÉTODO DE LAS VARILLAS DE EROSIÓN.**

#### 4.1.1.1. Microparcela 01 – Plantación de Vetiveria Zizanoide y las Varillas de Erosión.

En la Microparcela N° 01, se encuentra el tipo de cobertura Vetiveria Zizanoide y las varillas de erosión, cada una de las microparsela representa la fecha donde cada varilla de erosión fue evaluada en milímetros, según la erosión expresada en la zona de estudio, la evaluación se dio durante los 5 meses que duro el proyecto de investigación.

Posteriormente se evaluó la erosión mensual (expresada en milímetros) y el promedio mensual de la erosión (expresada en milímetros).

**Tabla 2. Micropacela 01 - Plantación de Vetiveria Zizanoide y las Varillas de Erosión - 28/10/2017**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Vetiveria Zizanoide  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 28/10/2017**

MICROPARCELA 1													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	8.8	10.3	8.2	8.5	9.2	10.0	9.7	9.7	9.6	9.8	9.3	8.8	447.6
Fila 2	9.0	9.5	9.0	9.7	9.0	9.6	9.2	9.4	8.6	10.0	9.8	9.6	
Fila 3	9.3	7.7	9.5	8.8	9.3	9.3	9.9	9.5	9.3	10.3	9.9	9.7	
Fila 4	9.4	8.0	7.9	8.3	9.8	9.2	10.3	9.0	8.1	10.5	10.3	10.0	
Promedio Mensual de la Erosión (mm) 28/10/2017													
9.33													

**Tabla 3. Microparcela 01 - Plantación de Vetiveria Zizanoide y las Varillas de Erosión - 11/11/2017**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Vetiveria Zizanoides  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 11/11/2017**

<b>MICROPARCELA 1</b>												
<b>EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)</b>												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12
<b>Fila 1</b>	10.1	10.5	11.9	12.1	11.0	11.6	11.6	10.0	11.4	10.4	7.1	11.4
<b>Fila 2</b>	9.8	11.9	13.0	13.4	10.7	14.9	11.9	11.5	10.4	9.4	9.3	11.2
<b>Fila 3</b>	9.5	7.9	12.9	11.2	10.6	10.9	9.5	10.4	10.4	10.9	12.4	11.1
<b>Fila 4</b>	9.0	9.9	11.9	11.6	10.9	10.1	13.3	11.5	14.3	11.2	11.6	11.5

Mensual Erosión (mm)
<b>531.0</b>

**Tabla 4. Microparcela 01 - Plantación de Vetiveria Zizanoide y las Varillas de Erosión - 25/11/2017**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Vetiveria Zizanoides  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 25/11/2017**

<b>MICROPARCELA 1</b>												
<b>EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)</b>												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12
<b>Fila 1</b>	11.8	12.1	10.0	9.8	9.5	11.7	10.7	10.2	11.0	9.8	4.9	9.8
<b>Fila 2</b>	12.5	9.8	9.6	9.5	9.6	10.0	10.5	11.0	10.3	3.6	9.6	10.1
<b>Fila 3</b>	9.7	7.9	8.1	9.2	9.7	10.8	9.8	9.5	9.2	10.1	10.1	10.7
<b>Fila 4</b>	11.5	7.0	7.8	9.0	11.0	10.5	12.7	10.5	8.7	10.1	9.6	10.2

Mensual Erosión (mm)
<b>470.8</b>

Promedio Mensual de la Erosión (mm) 11/11/2017 - 25/11/2017
<b>10.44</b>

**Tabla 5. Microparcela 01 - Plantación de Vetiveria Zizanoide y las Varillas de Erosión - 09/12/2017**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Vetiveria Zizanoides  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 09/12/2017**

MICROPARCELA 1													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	12.3	14.2	9.9	10.1	9.1	15.6	9.9	9.5	9.5	10.1	4.8	9.0	479.1
Fila 2	11.3	9.4	9.9	10.2	8.9	14.5	10.2	10.0	8.0	-4.1	9.8	10.4	
Fila 3	10.4	8.9	10.4	10.4	9.0	12.9	9.6	11.0	9.0	10.0	10.6	10.5	
Fila 4	10.1	7.9	9.4	8.9	10.9	9.4	12.6	11.6	8.5	10.6	12.5	11.5	

**Tabla 6. Microparcela 01 - Plantación de Vetiveria Zizanoide y las Varillas de Erosión - 23/12/2017**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Vetiveria Zizanoides  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 23/12/2017**

MICROPARCELA 1													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	13.0	15.1	11.3	10.9	12.6	16.9	10.4	10.5	10.7	10.6	6.6	9.8	541.1
Fila 2	12.7	9.9	10.9	13.0	12.4	18.5	11.2	11.7	10.0	-4.2	10.2	13.1	
Fila 3	12.1	10.2	12.1	11.1	10.2	14.7	10.1	11.2	9.2	10.8	11.5	11.0	
Fila 4	11.8	9.8	12.6	10.2	12.0	9.9	15.0	12.1	9.8	11.3	12.7	11.9	

Promedio Mensual de la Erosión (mm)  
 09/12/2017 - 23/12/2017  
**10.63**

**Tabla 7. Microparcela 01 - Plantación de Vetiveria Zizanoide y las Varillas de Erosión - 06/01/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Vetiveria Zizanoides  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 06/01/2018**

MICROPARCELA 1													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	13.5	15.3	10.6	10.8	9.6	16.5	10.6	10.3	9.9	10.3	5.2	9.6	503.7
Fila 2	12.4	11.5	10.9	10.6	10.3	15.9	10.4	10.5	8.5	-4.3	9.9	10.7	
Fila 3	11.1	9.7	12.2	10.1	9.9	13.2	9.8	11.2	7.9	10.2	10.9	10.8	
Fila 4	10.8	8.4	12.5	9.8	10.1	9.9	12.5	11.3	7.1	10.5	12.7	11.6	

**Tabla 8. Microparcela 01 - Plantación de Vetiveria Zizanoide y las Varillas de Erosión - 20/01/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Vetiveria Zizanoides  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 20/01/2018**

MICROPARCELA 1													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	13.7	15.9	10.9	11.3	9.8	16.8	11.9	10.9	10.3	10.9	6.3	9.9	527.3
Fila 2	12.6	10.4	11.2	10.7	10.5	16.1	10.7	11.0	9.9	-4.4	10.0	12.5	
Fila 3	11.5	9.9	12.6	10.3	10.0	13.4	10.1	11.9	9.6	10.3	11.5	12.6	
Fila 4	11.6	8.6	12.9	10.0	10.2	10.3	12.9	12.0	8.9	10.9	12.8	12.7	

Promedio Mensual de la Erosión (mm)  
 06/01/2018 - 20/01/2018

10.74

**Tabla 9. Microparcela 01 - Plantación de Vetiveria Zizanoide y las Varillas de Erosión - 03/02/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Vetiveria Zizanoides  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
 Fecha : 03/02/2018

MICROPARCELA 1													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Mensual Erosión (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Fila 1	14.3	11.4	11.4	11.7	10.3	11.2	11.4	11.2	10.5	11.1	6.5	10.2	520.8
Fila 2	13.1	10.9	11.7	11.1	10.9	11.1	10.9	11.4	10.4	-4.7	10.3	12.4	
Fila 3	11.9	10.3	12.8	10.8	10.4	10.9	10.3	12.1	9.9	10.6	11.7	12.7	
Fila 4	12.0	9.2	13.2	10.4	10.6	10.5	11.5	12.0	9.2	11.2	13.0	12.9	

**Tabla 10. Microparcela 01 - Plantación de Vetiveria Zizanoide y las Varillas de Erosión - 17/02/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Vetiveria Zizanoides  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
 Fecha : 17/02/2018

MICROPARCELA 1													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Mensual Erosión (mm)
	1	2	3	4	5	6	6	6	6	6	6	6	
Fila 1	13.7	11.4	11.7	11.8	10.2	11.0	9.8	11.5	10.6	11.0	7.0	10.7	501.1
Fila 2	13.4	11.0	12.1	11.0	10.1	11.6	10.2	11.7	10.0	-5.2	10.5	11.2	
Fila 3	11.1	10.6	13.0	10.5	10.7	11.5	10.5	11.6	9.8	10.7	11.4	11.8	
Fila 4	12.4	9.6	13.4	10.5	10.5	10.8	10.8	11.0	9.5	11.0	11.6	12.2	

Promedio Mensual de la Erosión (mm)  
 03/02/2018 - 17/02/2018  
 10.76

**Tabla 11. Resumen de Erosión Superficial - Metodo de Varillas de Erosión - Microparcela 01 (Octubre – Febrero)**

RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN												
Micro Cuenca	Clase Textural	Altitud (msnm)	COORDENADAS		Condición del Predio	Pendiente	Parcela	Periodo de evaluación (5 meses)	Suelo Erosionado (mm)	$\bar{X}$ (mm)	Da (g/cm <sup>3</sup> )	Erosión (ton/Ha/Periodo de lluvia)
			ESTE	NORTE								
Tingoragra Rundos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.6260"	9°53'58.7040"	Varillas de Erosión - Vetiveria Zizanoides	76%	P1	Octubre	9.33	10.38	1.39	144.28
								Noviembre	10.44			
								Diciembre	10.63			
								Enero	10.74			
								Febrero	10.76			

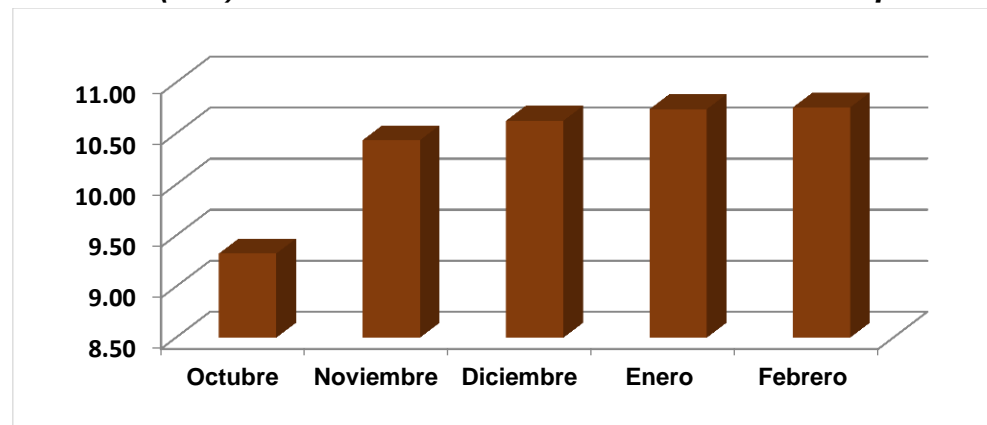
Formula Empleada:  $X = Y * D * \propto 10$

Donde: X = Suelo Erosionado (ton/ha)

Y = Promedio del Suelo Erosionado (mm)

Da = Densidad Aparente del Suelo (g/cm<sup>3</sup>)

**Ilustración 4. Suelo Movilizado (mm) con uso de las varillas de Erosión - Microparcela 01 (Octubre – Febrero)**



**Tabla 12. Resumen de Erosión Superficial - Metodo de Varillas de Erosión - Microparcela 01 (Diciembre – Febrero)**

Teniendo en cuenta que las plantas empiesan a dar resultado recien a partir del tercer mes.

RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN												
Micro Cuenca	Clase Textural	Altitud (msnm)	COORDENADAS		Condición del Predio	Pendiente	Parcela	Periodo de evaluación (3 meses)	Suelo Erosionado (mm)	$\bar{X}$ (mm)	Da (g/cm <sup>3</sup> )	Erosión (ton/Ha/Periodo de lluvia)
			ESTE	NORTE								
Tingoragra Rundos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.6260"	9°53'58.7040"	Varillas de Erosión - Vetiveria Zizanoides	76%	p1	Diciembre	10.63	10.71	1.39	148.87
								Enero	10.74			
								Febrero	10.76			

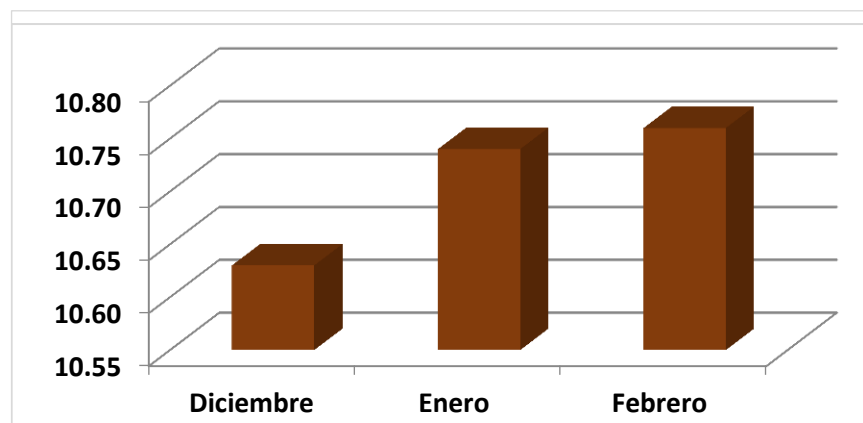
Formula Empleada:  $X = Y * D * \alpha 10$

Donde: X = Suelo Erosionado (ton/ha)

Y = Promedio del Suelo Erosionado (mm)

Da = Densidad Aparente del Suelo (g/cm<sup>3</sup>)

**Ilustración 5. Suelo Movilizado (mm) con uso de las varillas de Erosión - Microparcela 01 (Diciembre – Febrero)**





En el periodo de evaluación de 5 meses (Octubre a Febrero) la erosión fue de 144.28 (ton/Ha/Periodo de lluvia) (ver Tabla 11), mientras que en el periodo de evaluación de los últimos 3 meses (Diciembre a Febrero) la erosión fue de 148.87 (ton/Ha/Periodo de lluvia) (ver Tabla 12). Teniendo una diferencia de 4.59 (ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado durante los 5 meses (Octubre a Febrero) y los últimos 3 meses (Diciembre a Febrero); es decir que existe mayor erosión durante los 3 últimos meses que los 5 meses que duro el proyecto, (ver Tabla 35).

#### 4.1.1.2. Microparcela 02 – Plantacion de Plantas Nativas y las Varillas de Erosión.

En la Microparcela 02, se encuentra el tipo de cobertura Plantas Nativas y las varillas de erosión, cada una de las microparsela representa la fecha donde cada varilla de erosión fue evaluada en milímetros, según la erosión expresada en la zona de estudio, la evaluación se dio durante los 5 meses que duro el proyecto de investigación.

Posteriormente se evaluó la erosión mensual (expresada en milímetros) y el promedio mensual de la erosión (expresada en milímetros).

**Tabla 13. Microparcela 02 - Plantación de Plantas Nativas y las Varillas de Erosión - 28/10/2017**

Distrito : Huánuco  
 Microcuencia : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Plantas Nativas  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 28/10/2017**

MICROPARCELA 2													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	9.1	8.7	8.4	9.3	8.5	8.0	8.5	7.1	10.3	9.1	9.8	10.7	438.8
Fila 2	8.5	9.0	9.8	9.0	9.2	8.5	9.5	9.7	10.0	7.8	9.7	10.7	
Fila 3	8.3	9.7	9.1	9.6	7.0	8.8	7.5	9.5	7.5	9.1	8.3	10.1	
Fila 4	9.7	9.4	9.5	7.9	10.0	9.3	8.4	9.1	12.1	9.5	10.5	10.0	
Promedio Mensual de la Erosión (mm) 28/10/2017													
9.14													

**Tabla 14. . Microparcela 02 - Plantación de Plantas Nativas y las Varillas de Erosión - 11/11/2017**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Plantas Nativas  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 11/11/2017**

MICROPARCELA 2													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	10.9	8.1	9.6	9.4	9.6	8.8	11.3	8.9	11.4	10.5	9.8	10.2	<b>498.6</b>
Fila 2	9.4	11.4	10.3	10.2	9.4	9.7	11.4	10.7	10.4	13.1	10.3	9.9	
Fila 3	9.5	10.9	10.4	10.7	10.8	9.5	7.9	12.6	11.5	10.5	13.0	9.5	
Fila 4	11.3	11.3	4.9	8.9	9.2	10.5	9.4	15.6	12.9	11.5	11.4	10.2	

**Tabla 15. Microparcela 02 - Plantación de Plantas Nativas y las Varillas de Erosión - 25/11/2017**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Plantas Nativas  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 25/11/2017**

MICROPARCELA 2													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	8.9	9.0	9.0	10.0	8.4	8.2	8.8	7.1	10.9	9.0	9.8	10.0	<b>447.3</b>
Fila 2	9.4	9.5	10.0	9.8	9.2	9.2	9.6	10.0	10.5	9.0	9.5	9.4	
Fila 3	8.1	10.0	9.0	10.0	8.0	9.2	8.1	9.5	7.9	9.8	8.8	9.2	
Fila 4	9.5	9.5	4.9	8.4	10.0	10.0	8.6	10.0	12.0	10.1	11.5	11.0	

Promedio Mensual de la Erosión (mm)
11/11/2017 - 25/11/2017
<b>9.85</b>

**Tabla 16. Microparcela 02 - Plantación de Plantas Nativas y las Varillas de Erosión - 09/12/2017**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Plantas Nativas  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 09/12/2017**

MICROPARCELA 2													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	9.8	9.0	9.2	9.5	9.8	8.0	10.1	7.1	10.4	9.4	9.6	9.5	<b>454.3</b>
Fila 2	9.6	10.6	10.0	9.1	9.5	9.1	9.4	10.4	10.2	9.1	9.4	9.3	
Fila 3	8.1	9.5	9.0	10.1	8.0	9.5	9.9	9.9	10.7	9.5	10.1	9.0	
Fila 4	9.1	9.1	4.5	8.0	10.0	10.0	10.3	9.4	11.9	9.4	11.5	10.7	

**Tabla 17. Microparcela 02 - Plantación de Plantas Nativas y las Varillas de Erosión - 23/12/2017**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Plantas Nativas  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 23/12/2017**

MICROPARCELA 2													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	10.3	11.0	11.5	10.9	11.7	8.8	11.4	9.8	11.9	11.9	10.0	10.1	<b>511.0</b>
Fila 2	10.2	10.2	10.9	10.1	10.9	9.3	10.7	10.5	10.9	11.1	10.1	10.7	
Fila 3	10.0	10.1	9.9	10.0	10.7	9.6	10.0	12.0	10.2	10.7	11.5	10.3	
Fila 4	10.5	10.1	9.7	9.6	14.1	10.2	9.0	13.7	12.6	10.0	11.6	10.0	

Promedio Mensual de la Erosión (mm) 09/12/2017 - 23/12/2017
<b>10.06</b>

**Tabla 18. Microparcela 02 - Plantación de Plantas Nativas y las Varillas de Erosión - 06/01/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Plantas Nativas  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 06/01/2018**

MICROPARCELA 2													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	11.0	8.9	8.8	9.6	10.0	10.5	11.0	9.0	12.1	9.9	11.0	10.0	529.3
Fila 2	10.1	12.0	12.1	11.0	11.0	9.8	12.0	11.0	11.0	10.5	10.2	10.2	
Fila 3	12.0	11.4	11.0	11.4	11.8	9.4	14.8	13.1	11.0	10.6	12.2	11.7	
Fila 4	12.1	10.8	6.0	8.0	15.7	8.9	10.0	15.8	13.5	11.3	12.0	12.1	

**Tabla 19. Microparcela 02 - Plantación de Plantas Nativas y las Varillas de Erosión - 20/01/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Plantas Nativas  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 20/01/2018**

MICROPARCELA 2													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	9.5	8.7	8.5	10.2	9.0	10.6	13.5	9.0	11.8	9.5	10.0	10.7	516.1
Fila 2	9.0	15.0	14.5	10.8	10.1	19.6	11.4	11.0	11.7	12.5	9.0	9.9	
Fila 3	9.1	11.5	9.5	10.5	9.9	10.2	19.4	12.6	11.0	12.0	9.5	10.6	
Fila 4	10.6	11.1	6.0	8.5	9.7	10.7	9.7	15.8	13.1	11.8	9.2	10.4	

Promedio Mensual de la Erosión (mm) 06/01/2018 - 20/01/2018
11.00

**Tabla 20. Microparcela 02 - Plantación de Plantas Nativas y las Varillas de Erosión - 03/02/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Plantas Nativas  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 03/02/2018**

MICROPARCELA 2													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	10.2	9.2	8.4	10.5	8.6	10.3	13.7	8.8	12.0	11.3	10.9	10.5	
Fila 2	10.7	14.7	13.7	10.3	13.9	18.7	11.1	10.5	11.1	12.4	10.2	11.7	
Fila 3	11.3	11.3	9.8	10.1	10.1	10.0	14.7	12.4	10.5	12.1	10.7	11.4	
Fila 4	11.0	10.7	7.5	9.4	9.4	10.0	11.8	15.2	10.1	11.9	12.2	11.0	

**Tabla 21. Microparcela 02 - Plantación de Plantas Nativas y las Varillas de Erosión - 17/02/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Plantas Nativas  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 17/02/2018**

MICROPARCELA 2													
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)													
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 6	Columna 6	Columna 6	Columna 6	Columna 6	Columna 6	Mensual Erosión (mm)
Fila 1	10.0	8.8	9.0	10.0	12.3	11.0	14.0	9.0	11.9	11.5	11.5	10.9	
Fila 2	11.0	11.4	10.5	10.4	15.5	19.0	10.9	11.0	10.3	12.5	10.8	12.6	
Fila 3	11.6	11.6	10.2	9.9	10.5	14.9	14.0	12.6	10.8	11.9	11.8	11.8	
Fila 4	11.9	10.4	8.1	9.7	9.9	10.7	12.5	15.4	13.0	12.0	12.4	13.9	

Promedio Mensual de la Erosión (mm)
03/02/2018 - 17/02/2018
<b>11.41</b>

**Tabla 22. Resumen de Erosión Superficial - Metodo de Varillas de Erosión - Microparcela 02 (Octubre - Febrero)**

RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN												
Micro Cuenca	Clase Textural	Altitud (msnm)	COORDENADAS		Condición del Predio	Pendiente	Parcela	Periodo de evaluación (5 meses)	Suelo Erosionado (mm)	$\bar{x}$ (mm)	Da (g/cm3)	Erosión (ton/Ha/Periodo de lluvia)
			ESTE	NORTE								
Tingoragra Rondos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.3920"	9°53'58.4340"	Varillas de Erosión - Plantas Nativas	76%	P2	Octubre	9.14	10.29	1.39	142.20
								Noviembre	9.85			
								Diciembre	10.06			
								Enero	11.00			
								Febrero	11.41			

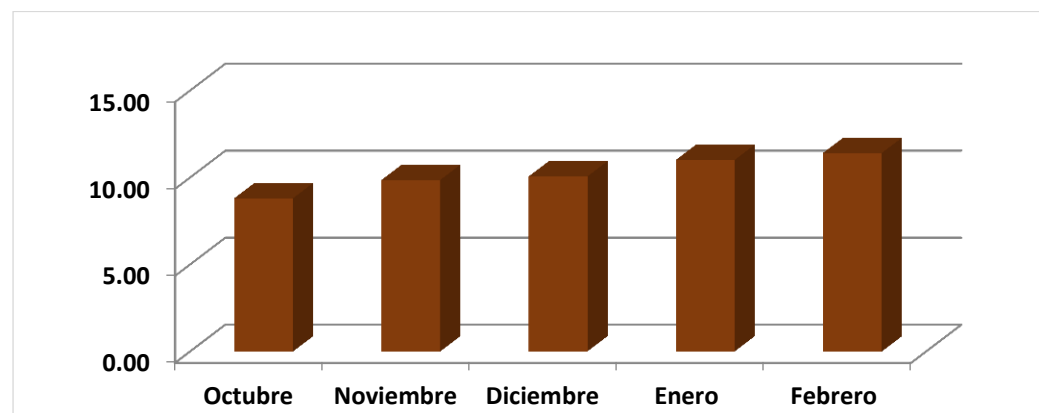
Formula Empleada:  $X = Y * D * \infty 10$

Donde: X = Suelo Erosionado (ton/ha)

Y = Promedio del Suelo Erosionado (mm)

Da = Densidad Aparente del Suelo (g/cm3)

**Ilustración 6. Suelo Movilizado (mm) con uso de las varillas de Erosión - Microparcela 02 (Octubre – Febrero)**



**Tabla 23. Resumen de Erosión Superficial - Metodo de Varillas de Erosión - Microparcela 02 (Diciembre - Febrero)**

Teniendo en cuenta que las plantas empiesan a dar resultado recién a partir del tercer mes.

RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN												
Micro Cuenca	Clase Textural	Altitud (msnm)	COORDENADAS		Condición del Predio	Pendiente	Parcela	Periodo de evaluación (3 meses)	Suelo Erosionado (mm)	$\bar{X}$ (mm)	Da (g/cm <sup>3</sup> )	Erosión (ton/Ha/Periodo de lluvia)
			ESTE	NORTE								
Tingoragra Rondos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.3920"	9°53'58.4340"	Varillas de Erosión - Plantas Nativas	76%	P2	Diciembre	10.06	10.82	1.39	150.40
								Enero	11.00			
								Febrero	11.41			

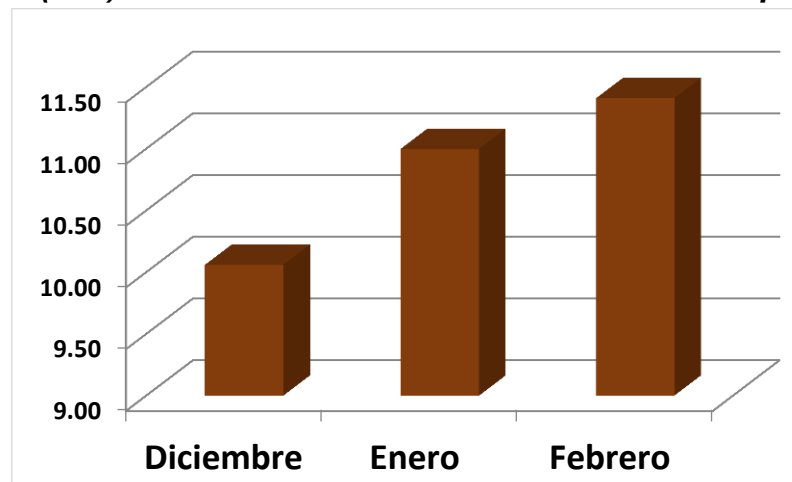
Formula Empleada:  $X = Y \cdot D \cdot \alpha \cdot 10$

Donde: X = Suelo Erosionado (ton/ha)

Y = Promedio del Suelo Erosionado (mm)

Da = Densidad Aparente del Suelo (g/cm<sup>3</sup>)

**Ilustración 7. Suelo Movilizado (mm) con uso de las Varillas de Erosión - Microparcela 02 (Diciembre – Febrero)**



En el periodo de evaluación de 5 meses (Octubre a Febrero) la erosión fue de 142.20 (ton/Ha/Periodo de lluvia) (ver Tabla 22), mientras que en el periodo de evaluación de los últimos 3 meses (Diciembre a Febrero) la erosión fue de 150.40 (ton/Ha/Periodo de lluvia) (ver Tabla 23). Teniendo una diferencia de 8.2 (ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado durante los 5 meses (Octubre a Febrero) y los últimos 3 meses (Diciembre a Febrero); es decir que existe mayor erosión durante los 3 últimos meses que los 5 meses que duro el proyecto, (ver Tabla 35).

#### 4.1.1.3. Micro parcela 03 – Varillas de Erosión Sin Plantaciones

En la Microparcela 03, se encuentra las varillas de erosión sin el tipo de cobertura, cada una de las microparsela representa la fecha donde cada varilla de erosión fue evaluada en milímetros, según la erosión expresada en la zona de estudio, la evaluación se dio durante los 5 meses que duro el proyecto de investigación.

Posteriormente se evaluó la erosión mensual (expresada en milímetros) y el promedio mensual de la erosión (expresada en milímetros).

**Tabla 24. Microparcela 03 - Varillas de Erosión Sin Plantaciones - 28/10/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Ninguno  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 28/10/2017**

MICROPARCELA 3												
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12
Fila 1	9.9	8.8	9.2	10.0	9.7	9.6	11.0	9.2	9.9	10.1	9.6	10.0
Fila 2	9.8	9.9	10.3	9.5	9.9	9.8	11.3	9.9	9.7	10.0	9.9	10.7
Fila 3	9.6	9.2	8.8	9.8	11.2	9.1	10.2	9.7	9.0	9.6	10.0	10.3
Fila 4	11.0	9.0	7.5	9.7	11.0	9.6	10.0	9.8	10.5	9.6	9.0	10.5

Mensual Erosión (mm)
471.4

Promedio Mensual de la Erosión (mm)
28/10/2017
9.67



**Tabla 25. Microparcela 03 - Varillas de Erosión Sin Plantaciones - 11/11/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Ninguno  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 11/11/2017**

MICROPARCELA 3												
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12
Fila 1	10.1	9.3	10.0	11.9	10.5	10.0	11.5	10.0	11.1	11.5	11.5	12.8
Fila 2	11.1	11.1	13.5	10.8	11.0	15.0	12.0	11.1	10.6	10.4	10.5	12.7
Fila 3	10.7	11.0	9.4	10.7	12.3	10.1	12.2	11.4	10.3	9.6	11.5	11.0
Fila 4	11.2	9.4	8.4	12.2	12.6	12.3	12.4	12.9	11.3	10.4	10.3	11.5

Mensual Erosión (mm)
<b>535.1</b>

**Tabla 26. Microparcela 03 - Varillas de Erosión Sin Plantaciones - 25/11/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Ninguno  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 25/11/2017**

MICROPARCELA 3												
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12
Fila 1	10.0	9.0	9.7	10.5	10.0	9.7	11.0	10.0	10.2	10.1	10.5	10.4
Fila 2	10.2	9.9	10.9	10.4	10.9	10.9	11.0	10.5	10.5	10.5	10.2	11.0
Fila 3	8.8	9.7	9.5	10.1	12.1	9.8	10.5	10.5	10.4	9.6	11.1	10.8
Fila 4	12.2	9.6	8.0	10.0	11.2	10.7	10.0	10.0	10.7	10.6	10.0	10.5

Mensual Erosión (mm)
<b>494.4</b>

Promedio Mensual de la Erosión (mm) 11/11/2017 - 25/11/2017
<b>10.72</b>

**Tabla 27. Microparcela 03 - Varillas de Erosión Sin Plantaciones - 09/12/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Ninguno  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 09/12/2017**

MICROPARCELA 3												
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12
Fila 1	9.9	8.4	11.3	10.4	10.3	11.9	11.4	11.8	10.4	10.2	11.0	10.4
Fila 2	10.4	10.6	10.9	10.0	10.4	10.5	11.2	10.2	10.5	10.8	10.5	11.4
Fila 3	10.6	8.4	9.3	10.1	11.6	10.4	11.4	10.5	9.6	10.4	10.8	11.0
Fila 4	11.8	8.3	8.4	9.9	12.0	10.3	10.5	11.7	10.6	11.1	10.5	12.0

Mensual Erosión (mm)
<b>506.0</b>

**Tabla 28. Microparcela 03 - Varillas de Erosión Sin Plantaciones - 23/12/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Ninguno  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 23/12/2017**

MICROPARCELA 3												
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12
Fila 1	11.0	9.5	10.6	11.9	11.0	13.5	12.3	12.0	11.0	12.7	12.9	12.7
Fila 2	10.8	11.9	12.4	10.7	11.7	13.1	12.0	11.8	10.5	11.1	11.7	12.3
Fila 3	9.9	11.1	9.9	10.8	12.2	10.9	11.6	11.5	10.7	11.3	10.9	11.1
Fila 4	12.4	10.0	9.0	10.6	13.6	14.7	11.9	11.1	11.4	11.6	10.9	12.3

Mensual Erosión (mm)
<b>552.5</b>

Promedio Mensual de la Erosión (mm) 09/12/2017 - 23/12/2017
<b>11.03</b>

**Tabla 29. Microparcela 03 - Varillas de Erosión Sin Plantaciones - 06/01/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Ninguno  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 06/01/2018**

MICROPARCELA 3												
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12
Fila 1	15.6	18.1	15.0	14.3	14.7	18.7	12.0	14.3	11.9	11.1	7.4	10.9
Fila 2	15.1	13.0	14.7	14.2	12.7	18.5	11.9	13.6	12.7	8.7	9.9	12.9
Fila 3	13.9	11.3	15.1	12.5	11.3	15.3	11.0	12.2	10.3	11.5	12.7	11.3
Fila 4	13.0	10.0	14.9	12.4	12.9	10.0	14.7	11.9	10.1	11.7	13.0	14.5

Mensual Erosión (mm)
<b>619.4</b>

**Tabla 30. Microparcela 03 - Varillas de Erosión Sin Plantaciones - 20/01/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Ninguno  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 20/01/2018**

MICROPARCELA 3												
EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12
Fila 1	15.0	18.4	14.0	14.5	16.0	19.0	11.7	14.0	10.6	10.8	7.7	8.7
Fila 2	15.6	12.1	13.7	13.4	12.5	20.0	10.2	14.4	10.0	-4.0	10.5	11.0
Fila 3	13.4	11.4	14.0	13.5	11.0	16.6	11.8	11.6	9.8	10.9	11.9	12.0
Fila 4	13.7	9.9	15.0	12.3	13.3	10.5	16.0	13.0	10.0	11.8	12.8	13.8

Mensual Erosión (mm)
<b>599.8</b>

Promedio Mensual de la Erosión (mm) 06/01/2018 - 20/01/2018
<b>12.70</b>

**Tabla 31. Microparcela 03 - Varillas de Erosión Sin Plantaciones - 03/02/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Ninguno  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 03/02/2018**

<b>MICROPARCELA 3</b>												
<b>EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)</b>												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fila 1	17.5	17.0	14.2	11.8	10.6	18.5	11.8	12.0	13.0	10.9	10.4	13.8
Fila 2	15.5	12.0	13.0	14.4	13.6	19.2	12.5	12.1	10.2	13.0	10.9	14.4
Fila 3	16.1	11.0	14.0	12.8	10.9	15.8	11.0	11.5	10.0	11.3	12.8	11.5
Fila 4	13.0	10.0	14.7	12.6	13.6	10.4	16.0	13.0	10.9	12.0	12.5	14.5

Mensual Erosión (mm)
<b>624.2</b>

**Tabla 32. Microparcela 03 - Varillas de Erosión Sin Plantaciones - 17/02/2018**

Distrito : Huánuco  
 Microcuenca : Tingoragra Rondos  
 Localidad : Nauyan Rondos  
 Tipo de cobertura : Ninguno  
 Pendiente : 76%  
 Uso actual de Tierras : Ninguno  
**Fecha : 17/02/2018**

<b>MICROPARCELA 3</b>												
<b>EVALUACIÓN DE SUELO EROSIONADO (mm)</b>												
Filas/N° Varillas de erosión	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
	1	2	3	4	5	6	6	6	6	6	6	6
Fila 1	17.7	17.9	14.9	14.0	12.8	19.7	12.3	14.5	12.2	11.0	10.8	13.5
Fila 2	15.7	12.8	13.4	14.3	13.3	19.6	12.1	12.2	11.8	12.7	11.3	14.8
Fila 3	16.6	11.3	14.5	12.9	11.5	16.8	10.7	12.0	10.5	11.4	12.9	11.9
Fila 4	13.5	10.2	15.0	12.7	13.0	10.9	16.5	13.5	11.0	12.2	12.8	14.6

Mensual Erosión (mm)
<b>644.2</b>

Promedio Mensual de la Erosión (mm) 03/02/2018 - 17/02/2018
<b>13.21</b>

**Tabla 33. Resumen de Erosión Superficial - Metodo de Varillas de Erosión - Microparcela 03 (Octubre - Febrero)**

RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN												
Micro Cuenca	Clase Textural	Altitud (msnm)	COORDENADAS		Condición del Predio	Pendiente	Parcela	Periodo de evaluación (5 meses)	Suelo Erosionado (mm)	$\bar{X}$ (mm)	Da (g/cm3)	Erosión (ton/Ha/Periodo de lluvia)
			ESTE	NORTE								
Tingoragra Rondos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.5540"	9°53'58.6320"	Varillas de Erosión - Sin Plantas	76%	P3	Octubre	9.67	11.47	1.39	159.43
								Noviembre	10.72			
								Diciembre	11.03			
								Enero	12.70			
								Febrero	13.21			

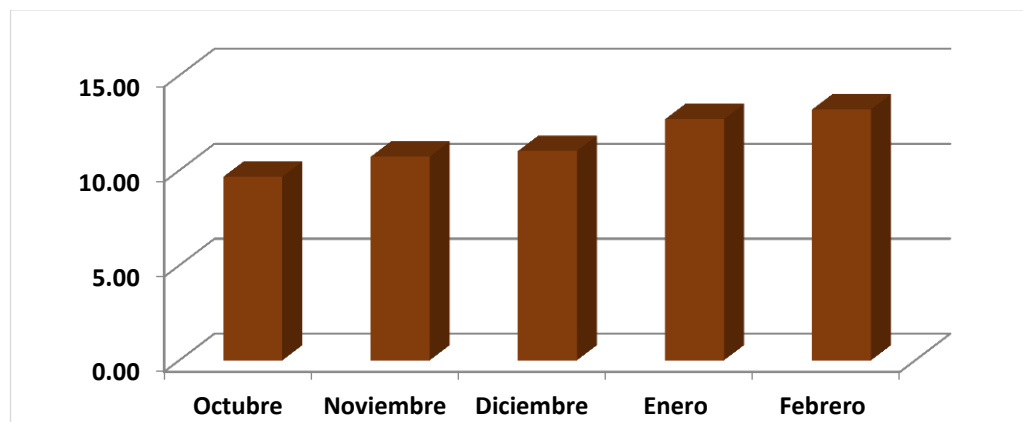
Formula Empleada:  $X = Y * D * \propto 10$

Donde: X = Suelo Erosionado (ton/ha)

Y = Promedio del Suelo Erosionado (mm)

Da = Densidad Aparente del Suelo (g/cm3)

**Ilustración 8. Suelo Movilizado (mm) con uso de las varillas de Erosión Microparcela 03 (Octubre – Febrero)**



**Tabla 34. Resumen de Erosión Superficial - Metodo de Varillas de Erosión - Microparcela 03 (Diciembre - Febrero)**

RESUMEN DE EROSIÓN SUPERFICIAL - METODO DE VARILLAS DE EROSIÓN												
Micro Cuenca	Clase Textural	Altitud (msnm)	COORDENADAS		Condición del Predio	Pendiente	Parcela	Periodo de evaluación (3 meses)	Suelo Erosionado (mm)	$\bar{X}$ (mm)	Da (g/cm <sup>3</sup> )	Erosión (ton/Ha/Periodo de lluvia)
			ESTE	NORTE								
Tingoragra Rondos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.5540"	9°53'58.6320"	Varillas de Erosión - Sin Plantas	76%	P3	Diciembre	11.03	12.31	1.39	171.11
								Enero	12.70			
								Febrero	13.21			

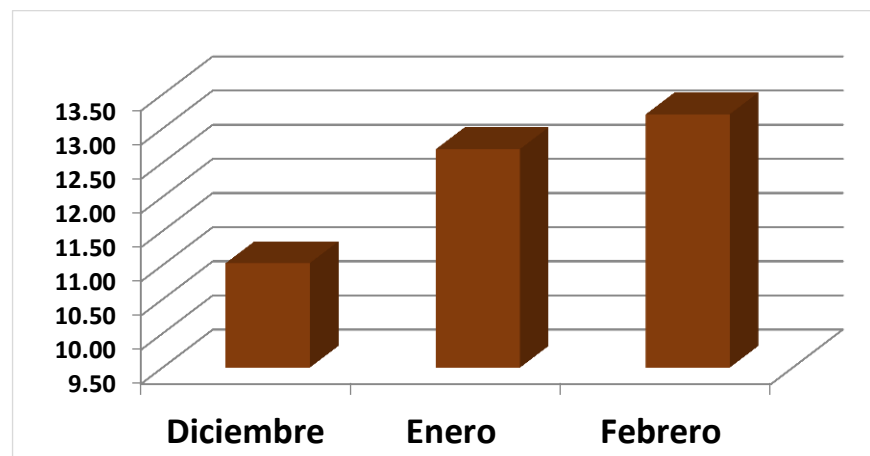
Formula Empleada:  $X = Y * D * \alpha 10$

Donde: X = Suelo Erosionado (ton/ha)

Y = Promedio del Suelo Erosionado (mm)

Da = Densidad Aparente del Suelo (g/cm<sup>3</sup>)

**Ilustración 9. Suelo Movilizado (mm) con uso de las varillas de Erosión - Microparcela 03 (Diciembre- Febrero)**



En el periodo de evaluación de 5 meses (Octubre a Febrero) la erosión fue de 159.43 (ton/Ha/Periodo de lluvia) (ver Tabla 33), mientras que en el periodo de evaluación de los últimos 3 meses (Diciembre a Febrero) la erosión fue de 171.11 (ton/Ha/Periodo de lluvia) (ver Tabla 34).

Teniendo una diferencia de 11.68 (ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado durante los 5 meses (Octubre a Febrero) y los últimos 3 meses (Diciembre a Febrero); es decir que existe mayor erosión durante los 3 últimos meses que los 5 meses que duro el proyecto, (ver Tabla 35).

***Tabla 35. Cuadro de Consolidado de los 5 meses de evaluación y los 3 últimos meses de evaluación***

En el siguiente cuadro de consolidado de la erosión hídrica superficial, podemos apreciar la diferencia de datos que existe entre las mismas parcelas pero con diferentes periodos de tiempo. Por ello en la tabla se observa el total de erosión (Ton/Ha/Periodo de lluvia) producido entre los 5 meses que duro el proyecto y los últimos 3 meses por estabilización de la planta vetiveria zizanoides.

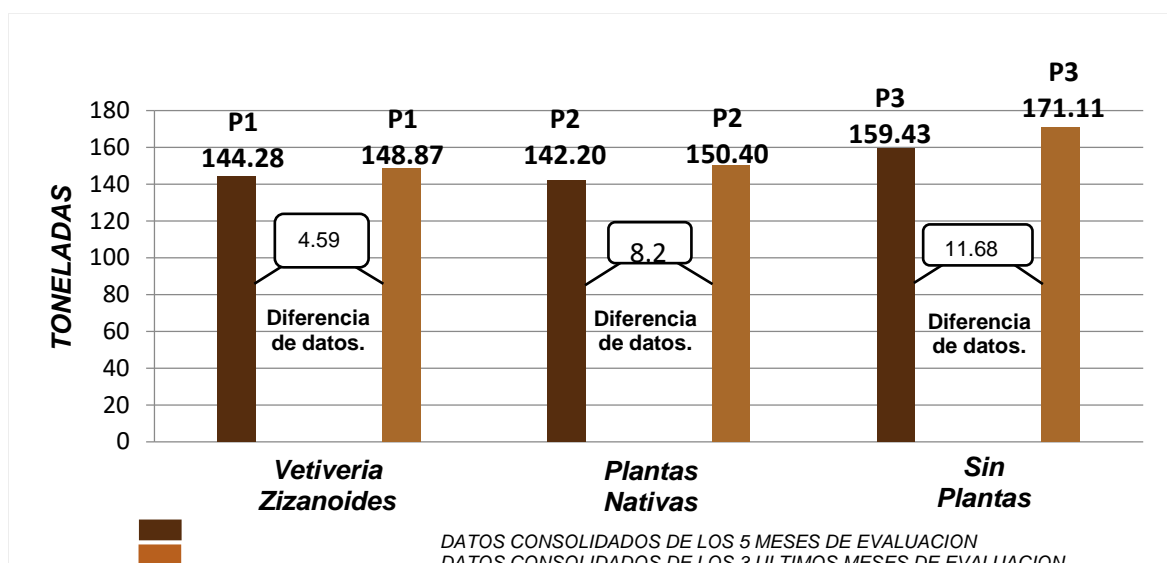
Teniendo en cuenta que la adaptación de la planta Vetiveria Zizanoide en el terreno para que dé resultados de estabilización del suelo es de 3 meses y su maduración es de 6 meses. Y tener en cuenta que las plantas nativas de la zona ya estuvieron estables y maduras, dando ya resultados de estabilidad en la zona desde la primera lectura de las varillas de erosión, mientras que las plantas vetiveria zizanoides empezaron a dar resultado positivos en las lecturas de las varillas de erosión, recién a partir de inicios del tercer mes de haber sido instalado las plantas.

**Tabla 36. Cuadro de Consolidado de los 5 meses de evaluación y los 3 últimos meses de evaluación**

COMUNIDAD	CLASE TEXTURAL	ALTITUD (msnm)	COORDENADAS		CONDICION DEL PREDIO	PENDIENTE	MICRO PARCELA	PERIODO DE EVALUACION	SUELO EROSIONADO (mm)	(mm)	Da (g/cm3)	EROSION (ton/Ha/ Periodo de lluvia)
			ESTE	NORTE								
<b>DATOS CONSOLIDADOS DE LOS 5 MESES DE EVALUACION</b>												
Tingoragra Rundos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.626 0"	9°53'58.7040"	Varillas de Erosión - Vetiveria Zizanoides	76%	P1	Octubre	9.33	10.38	1.39	144.28
								Noviembre	10.44			
								Diciembre	10.63			
								Enero	10.74			
								Febrero	10.76			
Tingoragra Rundos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.392 0"	9°53'58.4340"	Varillas de Erosión - Plantas Nativas	76%	P2	Octubre	8.81	10.23	1.39	142.20
								Noviembre	9.85			
								Diciembre	10.06			
								Enero	11.00			
								Febrero	11.41			
Tingoragra Rundos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.554 0"	9°53'58.6320"	Varillas de Erosión - Sin Plantas	76%	P3	Octubre	9.67	11.47	1.39	159.43
								Noviembre	10.72			
								Diciembre	11.03			
								Enero	12.70			
								Febrero	13.21			
<b>DATOS CONSOLIDADOS DE LOS 3 ULTIMOS MESES DE EVALUACION</b>												
Tingoragra Rundos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.626 0"	9°53'58.7040"	Varillas de Erosión - Vetiveria Zizanoides	76%	P1	Diciembre	10.63	10.71	1.39	148.87
								Enero	10.74			
								Febrero	10.76			
Tingoragra Rundos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.392 0"	9°53'58.4340"	Varillas de Erosión - Plantas Nativas	76%	P2	Diciembre	10.06	10.82	1.39	150.40
								Enero	11.00			
								Febrero	11.41			
Tingoragra Rundos	Franco Arcilloso Arenoso	2767	76°15'31.554 0"	9°53'58.6320"	Varillas de Erosión - Sin Plantas	76%	P3	Diciembre	11.03	12.31	1.39	171.11
								Enero	12.70			
								Febrero	13.21			



**Ilustración 10. Diferencia de datos que existe entre los 5 meses de evaluación y los 3 últimos meses de evaluación**



**- Microparcela 01 – Plantación de Vetiveria Zizanoide y las varillas de erosión.**

- ✓ En el periodo de 5 meses (noviembre hasta febrero) se registro un total de 144.28 (Ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado superficialmente producto de las precipitaciones.
- ✓ En el periodo de los ultimos 3 meses (diciembre hasta febrero) se registro un total de 148.87 (Ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado superficialmente producto de las precipitaciones.
- Sacando una diferencia de suelo erosionado en ambos periodos es de 4.59 (Ton/Ha/Periodo de lluvia).

**- Micro parcela 02 – Plantas Nativas y las varillas de erosión.**

- ✓ En el periodo de 5 meses (noviembre hasta febrero) se registro un total de 142.20 (Ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado superficialmente producto de las precipitaciones.
- ✓ En el periodo de los ultimos 3 meses (diciembre hasta febrero) se registro un total de 150.40 (Ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado superficialmente producto de las precipitaciones.
- Sacando una diferencia de suelo erosionado en ambos periodos es de 8.20 (Ton/Ha/Periodo de lluvia).

**- Micro parcela 03 – Varillas de Erosión Sin Plantaciones.**

- ✓ En el periodo de 5 meses (noviembre hasta febrero) se registro un total de 159.43 (Ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado superficialmente producto de las precipitaciones.
- ✓ En el periodo de los ultimos 3 meses (diciembre hasta febrero) se registro un total de 171.11 (Ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado superficialmente producto de las precipitaciones.
- Sacando una diferencia de suelo erosionado en ambos periodos es de 11.68 (Ton/Ha/Periodo de lluvia).

Podemos concluir que las plantas vetiveria zizanoides están dando resultados de control de erosion de suelos ya que en el periodo de los ultimos meses se pudo apreciar que todavía que existe erosion superficial pero en baja escala en diferencia de las demás microparcels que existe una gran escala de erosión superficial en la microcuenca.

Para hallar la cantidad de suelo erosionado, que fue retenida por las plantas Vetiveria Zizanoides y las nativas, se saco la diferencia con la tercera microparcels testigo.

Obteniendo los siguientes resultados:

- En el periodo de diciembre a febrero las plantas Vetiveria Zizanoides retuvieron un total de 22.24 (Ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado.
- En el periodo de diciembre a febrero las plantas nativas retuvieron un total de 20.71 (Ton/Ha/Periodo de lluvia) de suelo erosionado.

#### 4.1.2. CUANTIFICACION DE LA PERDIDA DE NUTRIENTES DE LAS MICROPARCELAS.

##### 4.1.2.1. Ficha de Analisis de Suelos de la Quebrada Tingoragra – Nauyan Rondos

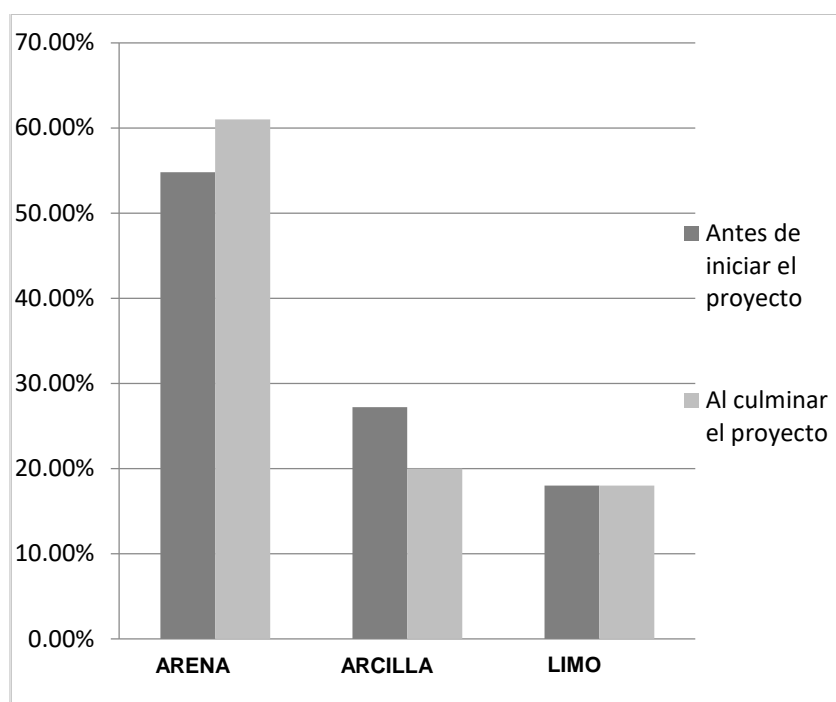
De acuerdo a los resultados obtenidos del laboratorio de Analisis de Suelos, tomadas las muestras antes de iniciar con la jecucion del proyecto y otro al finalizar la ejecución del proyecto, se puede afirmar que existe variación de nutrientes en el suelo de la Microcuenca de Tingoragra – Rondos – Huánuco, por motivos de la escorrentía superficial del agua, falta de cobertura vegetal y el manejo de suelos.

**Tabla 37. Analisis de laboratorio de suelos y la diferencia de perdida e incremento de nutrientes del suelo**

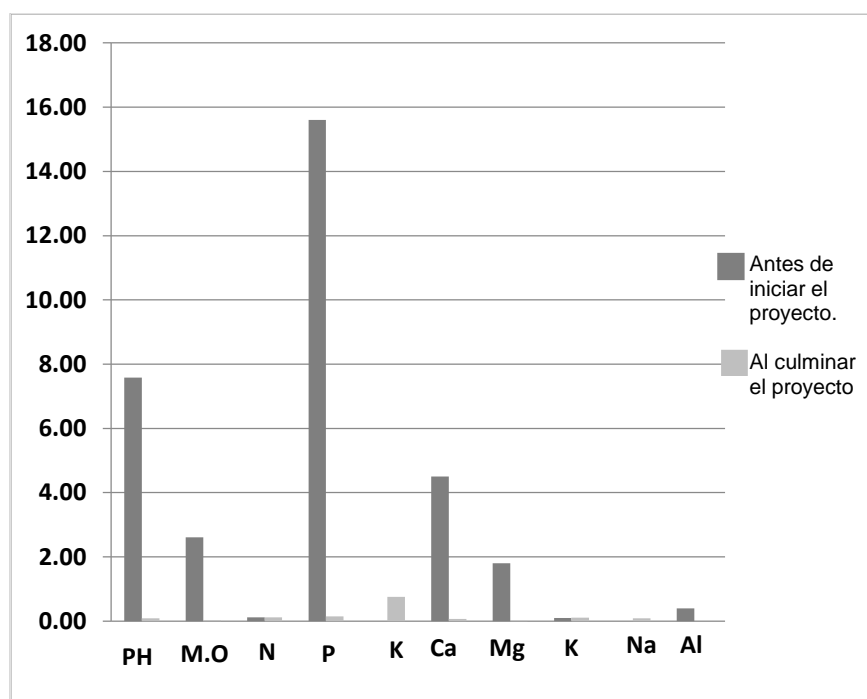
Se realizó dos muestras de análisis de laboratorio de suelos en todo el periodo del proyecto, antes de iniciar el proyecto y al culminar el proyecto, para evaluar si los nutrientes del suelo variaron durante los 5 meses que duro el proyecto.

N°	SECTOR	PERIODO	ANALISIS MECANICO			TEXTURA	PH	M.O %	N %	P (ppm)	K (ppm)	CAMBIABLES Cmol(+)/kg				
			ARENA	ARCILLA	LIMO							Ca	Mg	K	Na	Al
1	Quebrada Tingoragra	Antes de iniciar el proyecto	54.80%	27.20%	18%	Franco Arcillo Arenoso	7.58	2.61	0.12	15.6	0	4.5	1.80	0.1	0	0.4
2	Quebrada Tingoragra	Al culminar el proyecto	61%	20%	18%	Franco Arcillo Arenoso	0.08	0.03	0.12	0.15	0.76	0.07	0.01	0.11	0.09	0
Diferencia de perdida e incremento de nutrientes del suelo			(+) 6.2%	(-) 7.2%	0%	Franco Arcillo Arenoso	(-) 7.5	(-) 2.58	(+) 0.02	(-) 15.45	(+) 0.76%	(-) 4.43	(-) 1.79	(+) 0.01	(+) 0.09	(-) 0.4

**Ilustración 11. Análisis del laboratorio de suelos (arena, limo y arcilla)**



**Ilustración 12. Diferencia de pérdida e incremento de nutrientes del suelo (pH, M.O, N, P, K, Ca, Mg, K, Na y Al)**



Se ha podido determinar que el nutriente que más se pierde con el agua de escorrentía, producto de la lluvia, es el fósforo, con un registro inicial de 15.6 ppm y un registro final de 0.15 ppm, que nos indica que existe una diferencia de pérdida de 15.45 P/ha.

El segundo nutriente que se pierde con el agua de escorrentía, producto de la lluvia, es el calcio (Ca), con un registro inicial de 4.5 kg/ha y un registro final de 0.07 kg/ha, que nos indica que existe una diferencia de pérdida de 4.43 Ca/ha.

El tercer nutriente que se pierde en su totalidad con el agua de escorrentía, producto de la lluvia, es el magnesio (Mg), con un registro inicial de 0.04 kg/ha y un registro final de 0.00 kg/ha, que nos indica que existe una diferencia de pérdida de 0.04 Al/ha.

El elemento que se ha perdido con el agua de escorrentía, producto de la lluvia, es el aluminio (Al), con un registro inicial de 1.80 kg/ha y un registro final de 0.01 kg/ha, que nos indica que existe una diferencia de pérdida de 1.79 Mg/ha.

Tomando en cuenta también que los nutrientes potasio (K) y sodio (Na) incrementaron su registro producto de la humedad, ya que en los meses de noviembre a febrero ubo presencia de precipitaciones en la zona de Nauyan Rondos – Huànuco.

#### **4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS (DEPENDIENDO DE LA INVESTIGACION)**

Se han construido tres grupos de exactamente el mismo tamaño, en las que se experimentará tres tratamientos ( $T_n$ ), etiquetándose 48 unidades por cada grupo seleccionado: Planta Vetiveria “Chrysopogon Zizanoide” (T1), Planta nativa (T2) y Grupo testigo sin cobertura vegetal (T3). Se trata de un estudio longitudinal, en el que se pretende evaluar la reducción de la erosión hídrica, utilizando la Vetiveria “Chrysopogon Zizanoides” en los suelos de la microcuenca de Tingoragra-Rondos, Provincia de Huànuco, para ello, se pretende demostrar inicialmente que existe diferencia de reducción de la erosión hídrica en los tratamientos empleados para los suelos de la microcuenca de Tingoragra-Rondos.

H1: Existe diferencia de reducción de la erosión hídrica en los grupos evaluados para los suelos de la microcuenca de Tingoragra-Rondos.

Nivel de significancia: 5%

Procedimiento estadístico: Análisis factorial de la varianza diseño mixto.

**Tabla 38: Medidas de Resumen descriptivas (Octubre 2017 a Diciembre 2018)**

Descriptivos								
Dif9_1	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	48	1,3938	2,76870	0,39963	0,5898	2,1977	-15,20	5,50
2	48	2,4688	2,15911	0,31164	1,8418	3,0957	-1,40	10,50
3	48	3,6000	2,52999	0,36517	2,8654	4,3346	0,30	10,10
Total	144	2,4875	2,64056	0,22005	2,0525	2,9225	-15,20	10,50

Se tiene que, en promedio, desde la primera medición hasta la última (octubre 2017 a febrero 2018), la mayor medida de la erosión (por lo tanto, mayor erosión hídrica) se ha dado en el grupo blanco (3.6000), con un 95% de nivel de confianza para la media. Por otro lado, la menor medida de la erosión (por lo tanto, menor erosión hídrica) se ha dado en el grupo que tiene la planta Vetiveria “Chrysopogon Zizanoide” (1.3938), evaluado de la misma manera con un 95% de nivel de confianza para la media.

**Tabla 39: Prueba de Normalidad (Octubre 2017 a Diciembre 2018)**

Pruebas de normalidad						
Tto	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadísti co	gl	p-valor	Estadísti co	gl	p-valor
1	0,114	48	0,150	0,960	48	0,099
2	0,089	48	0,200*	0,979	48	0,534
3	0,148	48	0,110	0,944	48	0,054

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los resultados indican que los grupos han superado la prueba de normalidad, ello se observa en la revisión del p-valor, que supera el nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, se tiene que es pertinente el uso de procedimientos paramétricos como el Análisis de la Varianza.

**Tabla 40: Análisis de Varianza (Octubre 2017 a Diciembre 2018)**

ANOVA					
Dif9_1	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p- valor.
Entre grupos	116,846	2	58,423	9,359	0,000
Dentro de grupos	880,231	141	6,243		
Total	997,078	143			

Según el p-valor obtenido, aceptamos la hipótesis alterna, que señala que existe diferencia de reducción de la erosión hídrica en los grupos evaluados para los suelos de la microcuenca de Tingoragra-Rondos, sin embargo, hasta aquí no sabemos exactamente en donde se da la diferencia, por lo que se procede con el análisis a continuación.

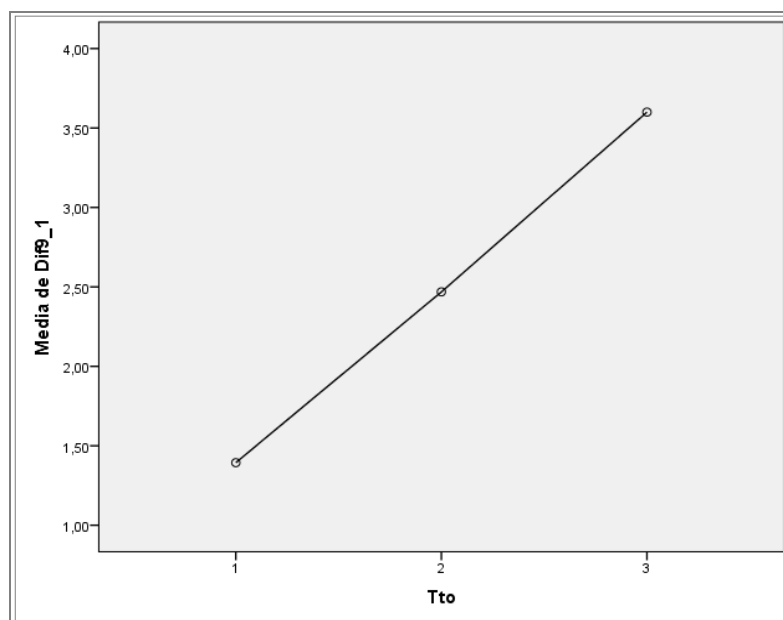
**Tabla 41: Prueba post-hoc (Octubre 2017 a Diciembre 2018)**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Dif9_1						
(I) Tto	(J) Tto	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	p-valor	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-1,07500	0,51002	0,092	-2,2831	0,1331
	3	-2,20625*	0,51002	0,000	-3,4143	-0,9982
2	1	1,07500	0,51002	0,092	-0,1331	2,2831
	3	-1,13125	0,51002	0,072	-2,3393	0,0768
3	1	2,20625*	0,51002	0,000	0,9982	3,4143
	2	1,13125	0,51002	0,072	-0,0768	2,3393

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

El cuadro anterior nos indica que existe diferencia entre el tratamiento 1 y el 3, más no existe diferencia entre el tratamiento 1 y 2 ni tampoco entre el 2 y el 3.

**Ilustración 13. Diferencia del tratamiento 1 y el tratamiento 3  
(Prueba post-hoc (Octubre 2017 a Diciembre 2018))**



El gráfico confirma que efectivamente, el valor medido del tratamiento 1 se diferencia del valor medido del tratamiento 3.



**Tabla 42: Medidas de Resumen Descriptivas (Diciembre 2017 a Febrero 2018)**

	Descriptivos							
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Dif9_4								
1	48	0,7375	1,54391	0,22284	0,2892	1,1858	-4,60	4,00
2	48	2,1458	1,90810	0,27541	1,5918	2,6999	-0,20	9,90
3	48	2,8792	2,44505	0,35291	2,1692	3,5891	-0,70	9,50
Total	144	1,9208	2,17721	0,18143	1,5622	2,2795	-4,60	9,90

Se tiene que, en promedio, desde la cuarta medición hasta la última (diciembre 2017 a febrero 2018), la mayor medida de la erosión (por lo tanto, mayor erosión hídrica) se ha dado en el grupo blanco (2.8792), con un 95% de nivel de confianza para la media. Por otro lado, la menor medida de la erosión (por lo tanto, menor erosión hídrica) se ha dado en el grupo que tiene la planta Vetiveria “Chrysopogon Zizanoide” (0.7375), evaluado de la misma manera con un 95% de nivel de confianza para la media.

**Tabla 43: Prueba de Normalidad (Diciembre 2017 a Febrero 2018)**

Tto	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p-valor.	Estadístico	gl	p-valor.
1	0,114	48	0,150	,960	48	0,099
2	0,089	48		,979	48	0,534
			0,200*			
3	0,148	48	0,110	,944	48	0,054

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los resultados indican que los grupos han superado la prueba de normalidad, ello se observa en la revisión del p-valor, que supera el nivel de

significancia de 0.05, por lo tanto, se tiene que es pertinente el uso de procedimientos paramétricos como el Análisis de la Varianza.

**Tabla 44: Análisis de Varianza (Diciembre 2017 a Febrero 2018)**

ANOVA					
Dif9_4	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor.
Entre grupos	113,727	2	56,863	14,213	0,000
Dentro de grupos	564,131	141	4,001		
Total	677,858	143			

Según el p-valor obtenido, aceptamos la hipótesis alterna, que señala que existe diferencia de reducción de la erosión hídrica en los grupos evaluados para los suelos de la microcuenca de Tingoragra-Rondos, sin embargo, hasta aquí no sabemos exactamente en donde se da la diferencia, por lo que se procede con el análisis a continuación.

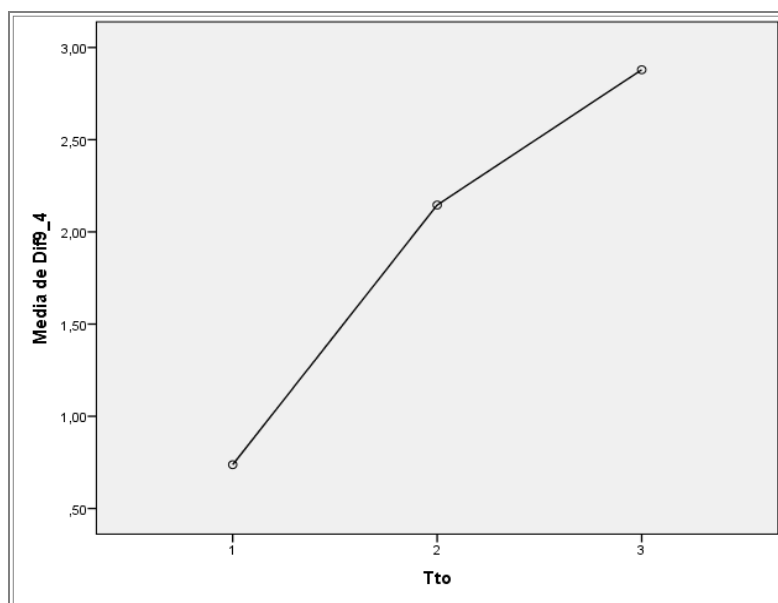
**Tabla 45: Prueba post-hoc (Diciembre 2017 a Febrero 2018)**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Dif9_4						
HSD Tukey						
(I) Tto	(J) Tto	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	p-valor.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-1,40833*	0,40830	0,002	-2,3755	-0,4412
	3	-2,14167*	0,40830	0,000	-3,1088	-1,1745
2	1	1,40833*	0,40830	0,002	0,4412	2,3755
	3	-0,73333	0,40830	0,175	-1,7005	0,2338
3	1	2,14167*	0,40830	0,000	1,1745	3,1088
	2	0,73333	0,40830	0,175	-,2338	1,7005

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

El cuadro anterior nos indica que existe diferencia significativa entre el tratamiento 1 y el 2, asimismo, existe diferencia significativa entre el tratamiento 1 con el tratamiento 3. Se aprecia además que entre el tratamiento 2 y 3 no existe diferencia significativa, con un nivel de confianza del 95%.

**Ilustración 14. Diferencia del tratamiento 1 y el tratamiento 2  
(Prueba post-hoc (Diciembre 2017 a Febrero 2018))**



El gráfico confirma que efectivamente, entre los tres (3) tratamientos hay diferencias significativas, teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

#### **5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACION DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.**

El proyecto se realizó en la microcuenca de Tingoragra – Rondos, con la instalación de 3 microparcels en una pendiente de 76%, cada una con un área de 5.28 m<sup>2</sup> (1.20 mts x 4.40 mts), en cada microparcels se colocó 48 varillas de erosión, haciendo un total de 144 varillas de erosión por las 3 microparcels.

La separación de las microparcels es de 5 mts de alto y ancho de forma piramidal (se colocó de esta manera ya que el terreno es muy accidentado y no prestaba para la ubicación de las microparcels en forma escalante como la propuesta presentada pero si cumpliendo con las dimensiones establecidas).

La separación de cada varilla de erosión es de 40 cm x 40 cm y la instalación de las plantas vetiveria zizanoides se instaló cada 20 cm, con un total de 152 esquejes. El periodo para la lectura de datos estadísticos fue de 5 meses con intervalo de 14 días (2 semanas aprox) para obtener nuevamente la lectura de datos estadísticos.

En la parte superior (parcela 1) se colocó la microparcels con la instalación de las varillas de erosión y las plantas vetiveria zizanoides, en la parte inferior izquierda (parcela 2) se colocó las varillas de erosión encima del área donde se encuentran las plantas nativas propias de la zona y en la parte inferior derecha (parcela 3) se colocó solo las varillas de erosión como área testigo sin ninguna plantación.

Teniendo en cuenta que la adaptación de la planta Vetiveria Zizanoide en el terreno para que dé resultados de estabilización del suelo es de 3 meses y su maduración es de 6 meses. Y tener en cuenta que las plantas nativas de la zona ya estuvieron estables y maduras, dando ya resultados de estabilidad en la zona desde la primera lectura de las varillas de erosión, mientras que las plantas vetiveria zizanoides empezaron a dar resultado

positivos en las lecturas de las varillas de erosion, recién a partir de inicios del tercer mes de haber sido instalado las plantas.

#### **Micro parcela 01 – Plantacion de Vetiveria Zizanoide.**

- En el periodo pluvial durante los 5 meses en que se realizaron las mediciones se obtuvo una precipitacion total de 390.2 mm.

La erosion producida fue de 144.24 ton/ha/periodo de lluvia, dato que fue tomada de cada uno de las varillas que se encuentran dentro de las microparcels, con una pendiente de 76%.

- En el periodo pluvial durante los 3 ultimos meses en que se realizaron las mediciones se obtuvo una precipitación total de 308.5 mm.

La erosion producida fue de 148.87 Ton/ha/periodo de lluvia, dato que fue tomada de cada uno de las varillas que se encuentran dentro de las microparcels, con una pendiente de 76%.

#### **Micro parcela 02 – Plantacion de Plantas Nativas.**

- En el periodo pluvial durante los 5 meses en que se realizaron las mediciones se obtuvo una precipitacion total de 390.2 mm.

La erosion producida fue de 142.13 ton/ha/periodo de lluvia, dato que fue tomada de cada uno de las varillas que se encuentran dentro de las microparcels, con una pendiente de 76%.

- En el periodo pluvial durante los 3 ultimos meses en que se realizaron las mediciones se obtuvo una precipitación total de meses en que se realizaron las mediciones se obtuvo una precipitación total de 308 mm.

La erosion producida fue de 150.44 ton/ha/periodo de lluvia, dato que fue tomada de cada uno de las varillas que se encuentran dentro de las microparcels, con una pendiente de 76%.

#### **Micro parcela 03 – Sin Plantaciones.**

- En el periodo pluvial durante los 5 meses en que se realizaron las mediciones se obtuvo una precipitacion total de 390.2 mm.

La erosión producida fue de 159.39 ton/ha/periodo de lluvia, dato que fue tomada de cada uno de las varillas que se encuentran dentro de las microparcels, con una pendiente de 76%.

- En el periodo pluvial durante los 3 últimos meses en que se realizaron las mediciones se obtuvo una precipitación total de meses en que se realizaron las mediciones se obtuvo una precipitación total de 308 mm.

La erosión producida fue de 171.16 ton/ha/periodo de lluvia, dato que fue tomada de cada uno de las varillas que se encuentran dentro de las microparcels, con una pendiente de 76%.

## CONCLUSIONES

- Luego de haber desarrollado la investigación se determinó que la especie de flora Vetiveria Zizanoides “Chysopogon Zizanoides”, redujo la erosión de suelo en el temporada de lluvia, en un 22.24 Ton/Ha en la microcuenca de Tingoragra-Rondos de la Provincia de Huánuco.
- Se evidenció que el suelo de la microcuenca Tingoragra – Rondos es Franco con altos porcentajes de arena y limo; obteniendo resultados de pérdida de nutrientes de (P, Ca y Mg) en Kg por Ha, producto de las escorrentías superficiales durante las precipitaciones altas en los meses de noviembre a febrero.
- El nivel de precipitación pluvial durante los 5 meses en que se realizaron las mediciones fue de 390.2 mm. Teniendo un bajo registro de precipitación en el mes de octubre, un registro alto en los meses de noviembre y diciembre y un registro medio en los meses de enero y febrero. Información que fue proporcionada el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Huánuco.
- Los resultados del mayor volumen de suelo erosionado superficialmente producto de las precipitaciones es la Micro parcela 03 – (Sin Plantaciones) con 11.68 (Ton/Ha/Periodo de lluvia), seguido por la Micro parcela N° 02 – (Plantacion de Plantas Nativas) con 8.2 (Ton/Ha/Periodo de lluvia), y finalmente la Micro parcela 01 – (Plantacion de Vetiveria Zizanoide) con 4.59 (Ton/Ha/Periodo de lluvia).
- Se empleo la formula para estimar la erosión hídrica, luego de realizar la sumatoria en milímetros de cada una de las varillas que mostraron erosión y ser dividida entre el total de las varillas de la microparcela. De esta manera se pudo cuantificar e identificar que existe la disminución del suelo erosionado por precipitación, sembrando la vetiveria zizanoides dentro de la microparcela con las varillas de erosión.

## RECOMENDACIONES

- Repetir el trabajo de investigación por el periodo completo de lluvia para determinar las pérdidas de suelo y nutrientes por Ha/año.
- Para instalación de microparcels de varillas de erosión utilizar varillas de fierro corrugado mayor a 6mm de  $\varnothing$  para evitar dobladuras por animales.
- Incentivar a los Colegios, Instituciones, Universidades, CETPROS y Empresas a realizar la reforestación de las zonas vulnerables del ámbito de la región Huánuco.
- Incentivar a los alumnos de la E.A.P. Ingeniería Ambiental a realizar trabajos de investigación enfocada en las perdidas de suelo por efecto de la precipitación pluvial en los periodos de lluvias en todo el ámbito de la región Huánuco.



## BIBLIOGRAFIA

- ABSALON (2011). CUANTIFICACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN LAS LADERAS SEMIÁRIDAS DE LA SIERRA PERUANA.
- ALARCON, B. D. (2016)
- ALEGRE, O. (2002). SÍNTESIS DE LOS ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CON LA ESPECIE VETIVERIA ZIZANIOIDES (VETIVERIA) EN PERÚ.
- BILBERTO, Z. C. (2006)
- BOEHNERT, J. (2007). INRENA-IANP/DED-PERÚ (LIMA & OXAPAMPA).
- BÖHNERT, J. (2013). BENEFICIOS DEL VETIVER EN APLICACIONES DE BIOINGENIERÍA, BOLIVIA.
- BRADY, N.C. Y WEIL, R. (1999). THE NATURE AND PROPERTIES OF SOILS. PRENTICE HALL, UPPER SADDLE RIVER, NJ.
- CEPAL (2007)
- CHÁVEZ, R. L. (2014). FITOREMEDIACION CON ESPECIES NATIVAS EN SUELOS CONTAMINADOS POR PLOMO.
- COMPAÑÍA MINERA SIMSA S.A.A. (2013)
- CORREA (1980)
- ESCOBAR, G. Y ORDUÑA, C. (2014). VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACION DEL PASTO VETIVER PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES EN COLOMBIA PARA EL PERIODO I.
- ESTRADA P, (2016). CUANTIFICACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA SUPERFICIAL Y PÉRDIDA DE NUTRIENTES EN LA DEGRADACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS, CON LA APLICACIÓN DE DOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DIRECTA, PARCELAS DE ESCORRENTÍA Y MICROPARCELAS DE VARILLAS DE EROSIÓN, EN LA MICROCUENCA DE URAMBISA – AMBO – HUÁNUCO.
- FERNÁNDEZ, E. J. (2015). PROPUESTA DE RESTAURACION DEL TRAMO URBANO DEL RIO RIMAC MEDIANTE LA APLICACIÓN DE BIOINGENIERIA.
- FLORES, D. (2010)

- GUERRERO, J. (2003). CONTROLEMOS EL DRAMÁTICO PROCESO DE EROSIÓN HÍDRICA EN EL PERÚ. MANUAL TÉCNICO. DIACONIA: LIMA.
- HAIG, M. (1977). THE USE OF EROSION PINS IN THE STUDY OF SLOPE EVOLUTION. TECHNICAL BULLETIN N\_ 18:31-49. DEPARTMENT OF GEOGRAPHY UNIVERSITY OF CHICAGO. USA.
- HUAMANI, A. (2014). PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON PASTO VETIVER (*Chrysopogon zizanioides*, L.) EN EL CANAL DE IRRIGACIÓN - TINGO DE PONAZA.
- ICA (1992). FERTILIZACIÓN EN DIVERSOS CULTIVOS. QUINTA APROXIMACIÓN. PRODUMEDIOS, SANTAFÉ DE BOGOTÁ.
- LLERENA, C. (1987). EROSION AND SEDIMENTATION ISSUES IN PERÚ. IN IASH. Nº 165. P: 3 – 14.
- LÓPEZ, F. (2002). DEGRADACION DEL SUELO, CAUSAS, PROCESOS, EVALUACION E INTERPRETACION.
- LOWDERMILK (1953)
- ONERN (1984)
- PABLO E. S. (2002)
- PERALTA, M. (1976). USO, CLASIFICACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS. SANTIAGO, SAG. 337 P.
- PIDWIRY (2006). EROSION DE SUELOS. 1ERA EDICION, IMPRESO EN MEXICO, 375.P.
- PIZARRO Y CUITIÑO, H. (2002). MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA SUPERFICIAL EN SUELOS DESNUDOS EN CHILE. IN CUADERNOS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES, MADRID.
- RAMÍREZ, S. J. (2014). DISEÑO DE HUMEDALES FLOTANTES CON VETIVERIA ZIZANOIDES (LINN) NASH. PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y SU REUSO EN ACTIVIDADES DE PESCA DEPORTIVA.
- SÁNCHEZ, P. (2002)
- SEPÚLVEDA, A. N. (2013). DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA LA RIZOFILTRACIÓN DE EFLUENTES CONTAMINADOS DE MERCURIO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FILTROS VEGETALES

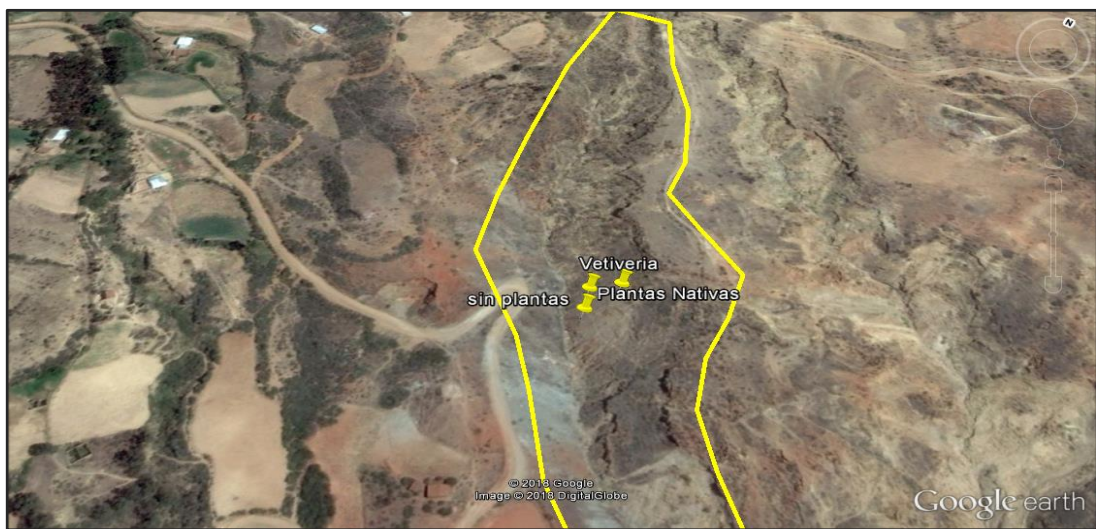
CON LA ESPECIE VETIVER (VETIVERIA ZIZANOIDES),  
COLOMBIA.

- STOCKING (1984)
- SUÁREZ (1980)
- SWANSON (1990)
- SWANSON (1990)
- THE VETIVER NETWORK” (WWW.VETIVER.ORG )
- TRUONG, P. (2009). APLICACIONES DEL SISTEMA VETIVER  
MANUAL TÉCNICO DE REFERENCIA. 1 ED. BANGKOK,  
TAILANDIA. THE VETIVER NETWORK INTERNATIONAL. 127 P.
- WASHINGTON, D. (1993). NATIONAL RESEARCH COUNCIL,  
VETIVER GRASS: A THIN GREEN LINE AGAINST EROSION., USA:  
NATIONAL ACADEMY PRESS.
- WISCHMEIER (1955). “EVALUATION OF FACTORS IN THE SOIL-  
LOSS EQUATION”, LA ACTUAL ECUACIÓN PREDICTIVA  
CONOCIDA COMO ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE  
SUELOS (EUPS).P 21.
- ZACHAR D. (1982)
- ZAVALA C. B. (2006)

## ANEXOS



**Ilustración 15.** Vista panorámica de la zona del proyecto.



**Ilustración 16.** Demarcación desde el Google Earth, de la microcuenca Tingoragra – Nauyan Rondos y las microparcels.



**Ilustración 17.** Demarcación de las microparcels en la microcuenca Tingoragra – Nauyan Rondos.





**Ilustración 18.** Demarcación de las varillas de hierro de 50 cm de longitud.



**Ilustración 19.** Determinación de la pendiente con el uso del nivel topografico.



**Ilustración 20.** Determinación de la pendiente con el uso del nivel topografico.





**Ilustración 21.** Excavación del suelo para la toma de muestra de suelo de la zona de estudio.



**Ilustración 22.** Toma de muestra de suelo de la zona del proyecto.

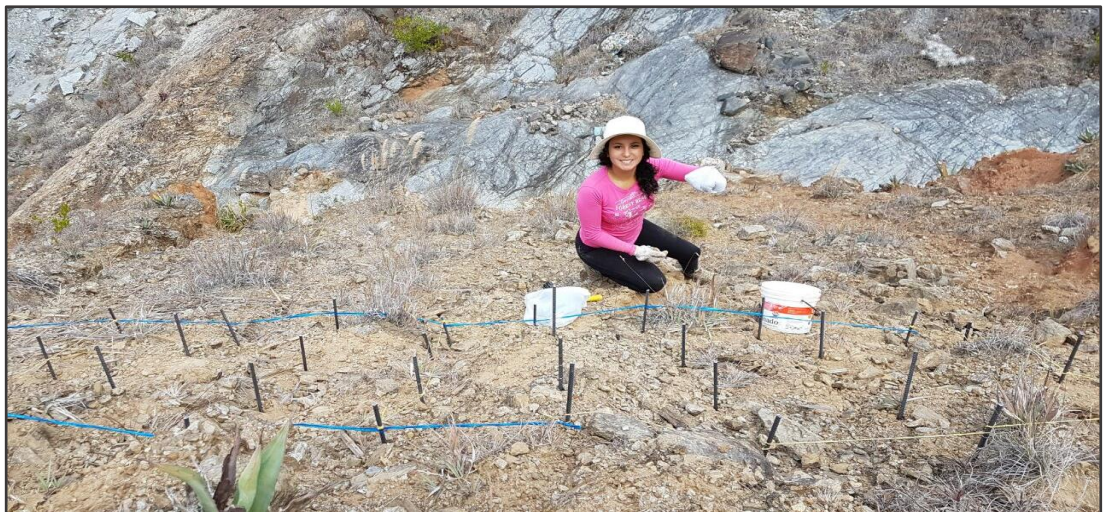


**Ilustración 23.** Medicion del terreno y colocación de las varillas de erocion en las microparcelas.





**Ilustración 24.** Medición de las microparcels y colocación de las varillas de erosión.



**Ilustración 25.** Sercado perimetrico de las microparcels



**Ilustración 26.** Esquejes de la planta Vetiveria Zizanoides





**Ilustración 27.** separación de esquejes de la planta Vetiveria Zizanoides



**Ilustración 28.** Instalación de las plantas Vetiveria Zizanoides.



**Ilustración 29.** Monitoreo de la Microparcela 01 (plantación de las Vetiveria Zizanoides)





**Ilustración 30.** Monitoreo de la Microparcela 02 (con plantas nativas)



**Ilustración 31.** Monitoreo de la Microparcela 03 (sin plantaciones)



**Ilustración 32.** Medicion del suelo erosionado mediante de las varillas de erosion





**Ilustración 33.** Medición del suelo erosionado mediante de las varillas de erosión.



**Ilustración 34.** Medición del suelo erosionado mediante de las varillas de erosión.



**Ilustración 35.** Varillas de erosión cubiertas por el suelo erosionado.





**Ilustración 36.** Control de erosión de suelos mediante las plantas Vetiveria Zizanoides.



**Ilustración 37.** Retención del suelo erosionado mediante las plantas Vetiveria Zizanoides.



**Ilustración 38.** Retención del suelo erosionado mediante las plantas Vetiveria Zizanoides.





**Ilustración 39.** Retención del suelo erosionado mediante las plantas Vetiveria Zizanoides



**Ilustración 40.** Supervisión de las Microparcelas por parte de los jurados de la Universidad ee Huánuco.



**Ilustración 41.** Cartel de bienvenida al Centro Poblado de la Comunidad Campesina de Nauyan Rondos





**Ilustración 42.** Encuesta a la población de Nauyan Rondos, sobre los acostecimientos pasados de existió en la zona y el beneficio del proyecto.



**Ilustración 43.** Encuesta a la población de Nauyan Rondos, sobre los acostecimientos pasados de existio en la zona y el beneficio del proyecto.



**Ilustración 44.** Encuesta a la población de Nauyan Rondos, sobre los acostecimientos pasados de existio en la zona y el beneficio del proyecto.





**Ilustración 45.** Encuesta a la población de Nauyan Rondos, sobre los acostecimientos pasados de existio en la zona y el beneficio del proyecto.



**Ilustración 46.** Encuesta a la población de Nauyan Rondos, sobre los a costecimientos pasados de existio en la zona y el beneficio del proyecto



**Ilustración 47.** Encuesta a la Institucion Educativa de la población de Nauyan Rondos, sobre los a costecimientos pasados de existio en la zona y el beneficio del proyecto.

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO: “REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA – RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017”**

**TESISTA: BACH. NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p>¿Con la Vetiveria Zizanoides se puede reducir la erosión hídrica de un suelo de la microcuenca de Tingoragra-Rondos, Huánuco?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Reducir la erosión hídrica en el suelo, utilizando la Vetiveria “Chrysopogon Zizanoides” en la microcuenca de Tingoragra-Rondos, Huánuco – 2017</p>	<p><b><u>HIPOTESIS GENERAL</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hipótesis Alterna</b></li> </ul> <p>Con la utilización de la Vetiveria Zizanoides, se puede reducir la erosión hídrica en la microcuenca de Tingoragra-Rondos, Huánuco.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hipótesis Nula</b></li> </ul> <p>Con la utilización de la Vetiveria Zizanoides, no se puede reducir la erosión hídrica en la microcuenca de Tingoragra-Rondos, Huánuco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Variable Independiente</b></li> </ul> <p>Vetiveria</p> <p><b><u>Indicadores</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La fuerza de tensión de las raíces del vetiver varía entre 40-180 MPa en un rango de diámetro de raíces entre 0,2-2,2 mm.</li> </ul> <p><b>PINNERS E. (2009)</b></p>
	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los parámetros fisicoquímicos del suelo mediante ensayos de</li> </ul>	<p><b><u>HIPOTESIS ESPECIFICA</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>H<sub>i</sub></b>: Mediante los ensayos de laboratorio, se puede analizar los parámetros fisicoquímicos.</li> <li>• <b>H<sub>0</sub></b>: Mediante los ensayos de laboratorio, no se puede</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fuerza de tensión promedio de diseño es de 75 MPa para diámetros de raíz de 0,7-0,8 mm</li> </ul> <p><b>PINNERS E. (2009)</b></p>

---

laboratorio.

analizar los parámetros fisicoquímicos.

- Analizar las condiciones climáticas utilizando la información meteorológica de la zona.

- **H<sub>i</sub>**: Utilizando la información meteorológica, se puede evaluar las condiciones climáticas de la zona.
- **H<sub>0</sub>**: Utilizando la información meteorológica, no se puede evaluar las condiciones climáticas de la zona.

- Cuantificar el volumen del suelo erosionado por la precipitación, instalando microparcels de varillas.

- **H<sub>i</sub>**: Con la instalación de las microparcels de varillas, se puede cuantificar el volumen del suelo erosionado por la precipitación.
- **H<sub>0</sub>**: Con la instalación de las microparcels de varillas, no se puede cuantificar el volumen del suelo erosionado por la precipitación.

- Cuantificar la disminución del suelo erosionado por precipitación, sembrando de la vetiveria en las microparcels de varillas.

- **H<sub>i</sub>**: Con el sembrando de la vetiveria en las microparcels de varillas, se puede cuantificar la disminución del suelo erosionado por precipitación.
- **H<sub>0</sub>**: Con el sembrando de la vetiveria en las microparcels de varillas, no se puede cuantificar la disminución del suelo erosionado por precipitación.

- **Variable Dependiente**

Reducir la erosión hídrica del suelo

**Indicadores**

- Método de clavos y rondanas
- Valoración del Daño por Erosión Actual
- Método del Perfil
- Método para la obtención e interpretación de datos
- Rendimientos históricos
- Entrevistas con agricultores
- Microrelievímetro

**PASOLAC (2005)**



## INSTRUMENTO DE RELACIÓN DE DATOS

**TITULO: “REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA – RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017”**

**TESISTA: BACH. NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA**

<b>Técnicas de recolección de datos</b>	<b>Instrumentos</b>
Observación	Se realizara de tipo participante, utilizando el instrumento de lista de chequeo y fotografías.
Encuesta	Se realizara de tipo escrita, utilizando el instrumento de cuestionarios.
Entrevista	Se realizara mediante el tipo no estructurada, utilizando el instrumento de la libreta de notas y grabadora.
Análisis documental	Se recolectara mediante datos de fuentes secundarias como libros, boletines, revistas, folletos, y periódicos se utilizan como fuentes para recolectar datos sobre las variables de interés como la ficha de registro de datos.
Procesamiento de datos	Se realizara de tipo experimental, donde se procesara los datos obtenidos en campo, el instrumento a utilizar será estadístico.

**CONTROL DE MEDIDA PARA EL SUELO EROSIONADO EN LAS MICROPARCELAS (A)**

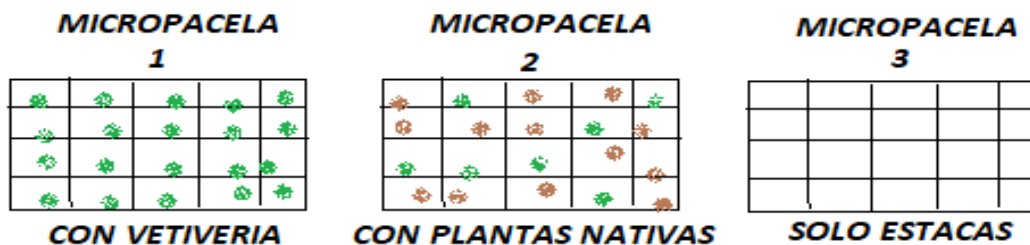
Proyecto: “REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA – RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017”

Tesista: NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA

N° de Microparcela \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Se tomara medida del suelo erosionado de cada uno de las estacas colocadas en las tres microparcelas, para posteriormente ser analizados.



		<b>C O L U M N A S</b>											
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
<b>F I L A S</b>	F1												
	F2												
	F3												
	F4												

**Control de Medida para el Suelo Erosionado en las Microparcelas (B)**

Proyecto: “REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA – RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017”

Tesista: NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA

N° de Microparcela \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Se tomara medida del suelo erosionado de cada uno de las estacas colocadas en las tres microparcelas, para posteriormente ser analizados.

El llenado del cuadro será en medidas de **centímetro (cm)** y **milímetros (ml)** según indique las estacas de la cantidad de suelo erosionado.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
F1												
F2												
F3												
F4												

*\* Para el llenado de la tabla según enumeración, guiarse del control de medida para el suelo erosionado en las microparcelas (A)*

## **CUESTIONARIO A LA POBLACIÓN DE NAUYAN – RONDOS**

Proyecto: “REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA – RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017”

Tesista: BACH. NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA

Folio N° \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

---

1. ¿Cómo son las condiciones del suelo del Centro Poblado de Nauyan Rondos?
2. ¿Cómo son las Condiciones naturales (suelo, clima, fertilidad y recursos hídricos)
3. ¿La población de Nauyan Rondos ha enfrentado una situación de desastre? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.
4. ¿Existe algún tipo de seguro agrario que cubra la erosión del suelo de sus sembríos? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.
5. ¿Se practica la ganadería asociada a la agricultura? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.
6. ¿Procedencia del agua de la quebrada Tingoragra - Rondos?  
\_\_\_\_ Subterránea  
\_\_\_\_ Superficial
7. Que método de riego utilizan: aspersión, localizado (goteo, exudación, microaspersión), por gravedad.
8. ¿Ha establecido su municipio un mecanismo específico para enfrentar desastres con respecto a la erosión? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.

9. ¿Qué mejores prácticas puede mencionar en promoción y la protección de la microcuenca Tingoragra – Rondos en situaciones posteriores a desastres?

10. ¿Qué sugerencias brindaría sobre el proyecto a realizarse en la microcuenca de Tingoragra – Rondos para la Reducir la erosión Hidrica del suelo utilizando la planta Vetiveria?

11. ¿Qué sugerencias brindaría para mejorar la situación ambiental en Nauyan Rondos?

.....

.....

.....

# ANÁLISIS DEL SUELO ANTES DE INICAR EL PROYECTO



PERÚ

Ministerio de  
Agricultura y Riego

Instituto Nacional  
de Innovación Agraria

Estación Experimental  
Agraria Pucallpa

## ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

Solicitante:	Nirvana Mays Arrate	Fecha muestreo:	14/10/2017
Procedencia:	Nauyan Rondos Quebrada Tingo Ragra	Fecha Recepción:	19/10/2017
Dirección Legal:	Huanuco	Fecha Resultados:	14/11/2017
Solicitud Ingreso:	SU00078EEAP-2021	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterización	Cultivo Anterior:	N/D
Código: 243	M1	Cultivo a Instalar:	N/D
Muestreado por:	El Solicitante	Edad del cultivo:	N/D

ANÁLISIS TEXTURAL						
Profundidad Suelo (m.)	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	Densidad Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )
0.30	0-30	54.80%	27.20%	18.00%	Franco Arcillo Arenoso	1.39

ANÁLISIS DE FERTILIDAD										
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Potasio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Calcio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Magnesio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Bases Totales (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	
VALORES	7.58	2.61	0.12	15.60	0.40	0.10	4.50	1.80	6.41	

		Conductividad Eléctrica milhmhos/cm a 25°C	OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS	
Valor Calculado			CICE (meq/100 g)	% de Saturación de Al
		0.16	6.81	5.68%

RELACIONES ENTRE CATIONES				
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K
VALORES	2.50	17.18	42.92	60.11

L. Yanqui

**METODOLOGIA:** Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el tropico húmedo: Autores, Q.F Olinda Ayre V. y Q.F Rafael Román Lima - Perú 1992

pH : Suelo/agua : 1:2.5  
CC : Nelson & Sommers  
P : Olsen Modificado

Ca, Mg : Extrac. KCL.  
K, P : Extrac. NaHCO<sub>3</sub>-EDTA-SUPERFLOC  
K, Ca, Mg : Absorción Atómica  
D. Apr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

**LAYO**

Instituto Nacional de Innovación Agraria  
Estación Experimental Agraria Pucallpa

*Beatrix Sales Davila*  
Dra. Beatrix Sales Davila

Responsable  
Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos



## ANALISIS DEL SUELO AL FINALIZAR EL PROYECTO



### UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531359

**Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos**

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANALISIS DE SUELOS

<b>SOLICITANTE</b>		NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA				<b>PROCEDENCIA</b>				QUEBRADA TINGORAGRA - NAUYAN RONDOS - HUANUCO												
<b>PROYECTO</b>		"REDUCCION DE LA EROSION HIDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACION DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA - RONDOS, PROVINCIA DE HUANUCO 2017"																				
N°	COD. LAB.	DATOS	ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
			Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H				
		SECTOR	%	%	%			1:1	%	%	ppm	ppm										
1	S2924	QUEBRADA TINGORAGRA	61	20	18	Franco Arcillo Arenoso	8.36	2.62	0.12	14.79	75.97	8.20	6.70	1.30	0.11	0.09	--	--	--	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
FECHA : 18 de abril del 2018  
RECIBO N° 001-0539530



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
LAB ANALISIS DE SUELOS

Ing° Luis G. Mansilla Minerya  
JEFE



## CONSTANCIA DE LA ADQUISICION DE PLANTAS VETIVERIA ZIZANOIDES



EMPRESA DE IMPLEMENTOS  
PARA EL DESARROLLO RURAL  
Y LA ECOLOGIA URBANA,  
SERVICIOS Y ASESORIA TECNICA

Confirmando que la Empresa ALKE E.I.R.L. a vendido el día 13 de octubre 2017 la cantidad de 160 esquejes de Vetiver (Chrysopogon zizanioides) a la Stra. Nirvana Candy Mays Arratea. El Vetiver -Chrysopogon zizanioides es promovida en mas de 100 paises entre ellos en el Perú.

Lima 25.02.2018



MSc.- Ing. Alois Kennerknecht  
CE 000393480

*" Somos parte del Medio Ambiente. Cuidemolo "*

---

Calle Pisac 272 Urb. Higuera / Surco Telf. (01) 449-1619  
e-mail: ecoalke@gmail.com



# PRECIPITACIÓN MENSUAL – SENAMHI



\* AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACION NACIONAL \*  
 \* DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES \*.

ESTACIÓN: CP HUANUCO

LATITUD: 09° 57' 7.24" S  
 LONGITUD: 78° 14' 54.80" W  
 ALTITUD: 1947 msnm

DPTO.: Huánuco  
 PROV.: Huanuco  
 DIST.: Píllcomarca

Parámetros Precipitación Total Diaria (mm)

Periodo: 2017

DIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0	3.2
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0	38.2
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0	0
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0	7.6
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	6.6
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	1.3	1
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.4	0
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0	0
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.5	1.7
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	9.9	0
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0	0.2
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.2	0
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0	0
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	2.6	0
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	6.5	0.1
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0	1
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.3	2.4
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	2.9	25.3
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0	4.8
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0	0
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0	0
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.3	0	0
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0	0
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.4	0
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	0	0
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.7	6
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	9.4	0.9
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	12.9	19.2
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.1	0.5	6.6
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	0.7	0
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0		6.8

32-3 49.4 132.1

S/D = Sin Dato  
 SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

TESIS " REDUCCION DE LA EROSION HIDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACION DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MACROCUENCA DE TINGORAGRA- RONDOS, PROVINCIA DE HUANUCO 2017".

COD. REG. N° 10\_B / 2018

HUANUCO, 28 DE JUNIO DEL 2018.

Pag. 2 de 2

# PRECIPITACIÓN MENSUAL – SENAMHI



"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACION NACIONAL"  
 "DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES".

ESTACIÓN: CP HUANUCO

LATITUD: 09° 57' 7.24" S  
 LONGITUD: 76° 14' 54.80" W  
 ALTITUD: 1947 msnm

DPTO.: Huánuco  
 PROV.: Huanuco  
 DIST.: Píllcomarca

Parámetros Precipitación Total Diaria (mm)

Periodo: 2018

DIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	7.9	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	14.1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	8.3	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	2.2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	8.9	4.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	5.2	8.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0	6.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0.8	7.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	3.4	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	0.4	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	12.8	11.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	0	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	7.7	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	0.8	18.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	2.9	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	5.6	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	0.7	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0.8	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

S/D = Sin Dato **88.5 87.9**  
 SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

TESIS

"REDUCCION DE LA EROSION HIDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACION DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MACROCUENCA DE TINGORACRA- RONDOS, PROVINCIA DE HUANUCO 2017".

COD. REG. N° 10\_A / 2018

HUANUCO, 28 DE JUNIO DEL 2018.

Pag. 1 de 2

**CUESTIONARIO A LA POBLACIÓN DE  
NAUYAN – RONDOS**

### CUESTIONARIO A LA POBLACIÓN DE NAUYAN - RONDOS

Proyecto: "REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA - RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017"

Tesista: NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA FolioN° 01

Fecha: 20/01/18

Nombre: Pedro Arrateo Alvaro

1. ¿Cómo son las condiciones del suelo del Centro Poblado de Nauyan Rondos?  
*bastantes deslizamientos*
2. ¿Cómo son las Condiciones naturales (suelo, clima, fertilidad y recursos hídricos)?  
*Suelo y Recursos hídricos*
3. ¿La población de Nauyan Rondos ha enfrentado una situación de desastre? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*Se, en el año 1985 aprox.*
4. ¿Existe algún tipo de seguro agrario que cubra la erosión del suelo de sus sembríos? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*Ninguno*
5. ¿Se practica la ganadería asociada a la agricultura? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*Se*
6. ¿Procedencia del agua de la quebrada Tingoragra - Rondos?  
 Subterránea  
 Superficial
7. ¿Qué método de riego utilizan: aspersión, localizado (goteo, exudación, microaspersión), por gravedad.  
*Canal de riego*
8. ¿Ha establecido su municipio un mecanismo específico para enfrentar desastres con respecto a la erosión? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*No*
9. ¿Qué mejores prácticas puede mencionar en promoción y la protección de la microcuenca Tingoragra - Rondos en situaciones posteriores a desastres?  
*plantaciones*
10. ¿Qué sugerencias brindaría sobre el proyecto a realizarse en la microcuenca de Tingoragra - Rondos para la Reducir la erosión Hídrica del suelo utilizando la planta Vetiveria?  
*Me parece bien, así las personas de puelles no se afectarían si es que ubiese un huayca.*



**CUESTIONARIO A LA POBLACIÓN DE NAUYAN - RONDOS**

Proyecto: "REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA - RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017"

Tesista: NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA FolioN° 02

Fecha: 20/01/18

Nombre: Marcelo Lucero Idalgo

1. ¿Cómo son las condiciones del suelo del Centro Poblado de Nauyan Rondos?

Mucho deslizamiento

2. ¿Cómo son las Condiciones naturales (suelo, clima, fertilidad y recursos hídricos)

Recurso hídrico

3. ¿La población de Nauyan Rondos ha enfrentado una situación de desastre? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.

Hace 40 años atrás

4. ¿Existe algún tipo de seguro agrario que cubra la erosión del suelo de sus sembríos? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.

No tenemos ningún apoyo

5. ¿Se practica la ganadería asociada a la agricultura? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.

Sí

6. ¿Procedencia del agua de la quebrada Tingoragra - Rondos?

Subterránea

Superficial

7. Que método de riego utilizan: aspersión, localizado (goteo, exudación, microaspersión), por gravedad.

Canales de riego

8. ¿Ha establecido su municipio un mecanismo específico para enfrentar desastres con respecto a la erosión? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.

No

9. ¿Qué mejores prácticas puede mencionar en promoción y la protección de la microcuenca Tingoragra - Rondos en situaciones posteriores a desastres?

plantar plantas

10. ¿Qué sugerencias brindaría sobre el proyecto a realizarse en la microcuenca de Tingoragra - Rondos para la Reducir la erosión Hídrica del suelo utilizando la planta Vetiveria?

Si me parece muy bien

**CUESTIONARIO A LA POBLACIÓN DE NAUYAN – RONDOS**

Proyecto: "REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA – RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017"

Tesista: NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA FolioN° 03

Nombre: Carlos Ortega Arata

Fecha: 20/01/18

1. ¿Cómo son las condiciones del suelo del Centro Poblado de Nauyan Rondos?  
*Mucha erosión*
2. ¿Cómo son las Condiciones naturales (suelo, clima, fertilidad y recursos hídricos)  
*Recursos hídricos*
3. ¿La población de Nauyan Rondos ha enfrentado una situación de desastre? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*hace 45 años aprox*
4. ¿Existe algún tipo de seguro agrario que cubra la erosión del suelo de sus sembríos? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*Ninguno*
5. ¿Se practica la ganadería asociada a la agricultura? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*Si*
6. ¿Procedencia del agua de la quebrada Tingoragra - Rondos?  
 Subterránea  
 Superficial
7. Que método de riego utilizan: aspersión, localizado (goteo, exudación, microaspersión), por gravedad.  
*Canal de riego*
8. ¿Ha establecido su municipio un mecanismo específico para enfrentar desastres con respecto a la erosión? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*No*
9. ¿Qué mejores prácticas puede mencionar en promoción y la protección de la microcuenca Tingoragra – Rondos en situaciones posteriores a desastres?  
*Realizar biohuertos*
10. ¿Qué sugerencias brindaría sobre el proyecto a realizarse en la microcuenca de Tingoragra – Rondos para la Reducir la erosión Hídrica del suelo utilizando la planta Vetiveria?  
*Perfectamente de acuerdo para no tener la microcuenca inestable.*

**CUESTIONARIO A LA POBLACIÓN DE NAUYAN - RONDOS**

Proyecto: "REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA - RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017"

Tesista: NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA FolioN° 04

Fecha: 20/01/18

Nombre: Habel Caudelario Alcantara

1. ¿Cómo son las condiciones del suelo del Centro Poblado de Nauyan Rondos?  
*Son arcillosos y se erosiona rápido*
2. ¿Cómo son las Condiciones naturales (suelo, clima, fertilidad y recursos hídricos)  
*Suelo y Recursos hídricos*
3. ¿La población de Nauyan Rondos ha enfrentado una situación de desastre? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*Aprox. 30 años atrás*
4. ¿Existe algún tipo de seguro agrario que cubra la erosión del suelo de sus sembríos? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*No*
5. ¿Se practica la ganadería asociada a la agricultura? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*Si*
6. ¿Procedencia del agua de la quebrada Tingoragra - Rondos?  
 Subterránea  
 Superficial
7. Que método de riego utilizan: aspersión, localizado (goteo, exudación, microaspersión), por gravedad.  
*Canales de Riego*
8. ¿Ha establecido su municipio un mecanismo específico para enfrentar desastres con respecto a la erosión? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*No*
9. ¿Qué mejores prácticas puede mencionar en promoción y la protección de la microcuenca Tingoragra - Rondos en situaciones posteriores a desastres?  
*plantaciones de arboles*
10. ¿Qué sugerencias brindaría sobre el proyecto a realizarse en la microcuenca de Tingoragra - Rondos para la Reducir la erosión Hídrica del suelo utilizando la planta Vetiveria?  
*Incentivar a los niños que hagan sus plantaciones en coordinación de la escuela*



### CUESTIONARIO A LA POBLACIÓN DE NAUYAN - RONDOS

Proyecto: "REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA - RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017"

Tesista: NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA FolioN° 05

Fecha: 20/01/18

Nombre: Saturno Arateca Campos

1. ¿Cómo son las condiciones del suelo del Centro Poblado de Nauyan Rondos?

*Mas o meno, no es muy fertil*

2. ¿Cómo son las Condiciones naturales (suelo, clima, fertilidad y recursos hídricos)

*Suelo, fertilidad, recursos hídricos*

3. ¿La población de Nauyan Rondos ha enfrentado una situación de desastre? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.

*por el año 1860 aprox.*

4. ¿Existe algún tipo de seguro agrario que cubra la erosión del suelo de sus sembríos? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.

*No tenemos ningún seguro.*

5. ¿Se practica la ganadería asociada a la agricultura? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.

*Si*

6. ¿Procedencia del agua de la quebrada Tingoragra - Rondos?

Subterránea

Superficial

7. Que método de riego utilizan: aspersión, localizado (goteo, exudación, microaspersión), por gravedad.

*Canales de riego*

8. ¿Ha establecido su municipio un mecanismo específico para enfrentar desastres con respecto a la erosión? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.

*Estamos olvidados por las autoridades*

9. ¿Qué mejores prácticas puede mencionar en promoción y la protección de la microcuenca Tingoragra - Rondos en situaciones posteriores a desastres?

*Plantar arboles*

10. ¿Qué sugerencias brindaría sobre el proyecto a realizarse en la microcuenca de Tingoragra - Rondos para la Reducir la erosión Hídrica del suelo utilizando la planta Vetiveria?

*Me parece muy bien, agricultura también debe de participar.*



### CUESTIONARIO A LA POBLACIÓN DE NAUYAN – RONDOS

Proyecto: "REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE LA VETIVERIA ZIZANOIDES EN LA MICROCUENCA DE TINGORAGRA – RONDOS, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017"

Tesista: NIRVANNA CANDY MAYS ARRATEA FolioN° 06

Fecha: 20/01/18

Nombre: Lucía Oriendo Garay

1. ¿Cómo son las condiciones del suelo del Centro Poblado de Nauyan Rondos?  
*Se rajan*
2. ¿Cómo son las Condiciones naturales (suelo, clima, fertilidad y recursos hídricos)  
*Suelo, fertilidad*
3. ¿La población de Nauyan Rondos ha enfrentado una situación de desastre? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*No que recuerde*
4. ¿Existe algún tipo de seguro agrario que cubra la erosión del suelo de sus sembríos? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*No*
5. ¿Se practica la ganadería asociada a la agricultura? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*Si*
6. ¿Procedencia del agua de la quebrada Tingoragra - Rondos?  
 Subterránea  
 Superficial
7. Que método de riego utilizan: aspersión, localizado (goteo, exudación, microaspersión), por gravedad.  
*Canales de Riego.*
8. ¿Ha establecido su municipio un mecanismo específico para enfrentar desastres con respecto a la erosión? Si la respuesta es afirmativa, por favor mencionarlo.  
*Nunca*
9. ¿Qué mejores prácticas puede mencionar en promoción y la protección de la microcuenca Tingoragra – Rondos en situaciones posteriores a desastres?  
*Plantaciones*
10. ¿Qué sugerencias brindaría sobre el proyecto a realizarse en la microcuenca de Tingoragra – Rondos para la Reducir la erosión Hídrica del suelo utilizando la planta Vetiveria?  
*Me parece bien.*