

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**“PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA EN DOS SISTEMAS  
DE PRODUCCIÓN DE PASTOS EN EL DISTRITO DE POMACOCHAS  
- BONGARÁ, REGIÓN AMAZONAS”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR : Bach. NEYSER GOÑAS GOLAC**

**ASESOR : Ing. LIZETTE DANIANA MENDEZ FASABI**

**CO-ASESOR : Ing. SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ**

**CHACHAPOYAS - PERÚ**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**“PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA EN DOS SISTEMAS  
DE PRODUCCIÓN DE PASTOS EN EL DISTRITO DE POMACOCHAS  
- BONGARÁ, REGIÓN AMAZONAS”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR : Bach. NEYSER GOÑAS GOLAC**

**ASESOR : Ing. LIZETTE DANIANA MENDEZ FASABI**

**CO-ASESOR : Ing. SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ**

**CHACHAPOYAS - PERÚ**

**2017**

## DEDICATORIA

Con mucho cariño para:

Mis padres Manuel Goñas Guivin y Rosa Golac Chasquibol, quienes hicieron todo en la vida para cumplir mis metas trazadas, por el amor brindado, por apoyarme en mis decisiones y metas propuestas y a mis queridas hermanas: Mirtha, Greysi y Sarita; por todo el afecto, consejos, apoyo económico y moral brindado durante toda mi vida y por ser ustedes la motivación para seguir adelante cada día.

A mis queridos abuelos, tíos, primos y a toda mi familia por todo el cariño brindado y por sus apoyos incondicionales en todo momento que los necesité.

A mis profesores y amigos de la universidad que en este proceso de la vida, influyeron mucho con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

Neyser Goñas Golac

## **AGRADECIMIENTOS**

- En primer lugar, a Dios, por brindarme salud y bienestar para poder culminar mis estudios y ser una persona profesional.
- A la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, en especial a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, por haber contribuido con mi formación y por transmitir sus experiencias y conocimientos.
- Al Proyecto SNIP N° 296671 "Creación del servicio de un laboratorio de Agrostología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, AGROSTOLOGÍA" por el financiamiento para desarrollar el presente trabajo de investigación que es parte de mi tesis de pre grado.
- A la Ing. Lizette Daniana Mendez Fasabi, docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por su apoyo como mi asesora de tesis.
- Al Ing. Manuel Oliva Cruz, investigador de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, por darme la oportunidad, el apoyo, y las facilidades para la realización de esta investigación.
- A mis compañeros, amigos y amigas por su amistad, apoyo para la realización de este trabajo, por los momentos compartidos y por su gran amistad brindada incondicionalmente.

Neyser Goñas Golac.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO  
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**PhD. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA**

**RECTOR**

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA**

**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Ing. MSc. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERI**

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS</b> .....	v
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b> .....	vi
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	ix
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	x
<b>INDICE DE FOTOGRAFÍAS</b> .....	xi
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1    Objetivos .....	2
1.1.1.    Objetivo General .....	2
1.1.2.    Objetivo específico.....	2
<b>II. Referencias bibliográficas:</b> .....	3
2.1.    Suelo.....	3
2.2.    Degradación de suelos.....	3
2.3.    Definición de erosión .....	5
2.4.    Erosión de suelos y clases de erosión.....	5
2.4.1.    Clases de erosión .....	5
2.4.1.1.    La erosión geológica o natural .....	6
2.4.1.2.    La erosión acelerada.....	6
2.5.    Agentes de la erosión .....	6
2.5.1.    El agua:.....	6
2.5.2.    El viento: .....	7
2.5.3.    Los cambios de temperatura.....	7
2.5.4.    Los agentes biológicos: .....	7
2.6.    Erosión hídrica .....	7
2.6.1.    Etapas de erosión hídrica.....	7
2.6.2.    Factores específicos que determinan la erosión hídrica .....	8

2.6.2.1.	Erosividad de la lluvia .....	8
2.6.2.2.	Erodabilidad del suelo .....	8
2.6.3.	Formas de erosión hídrica .....	8
2.6.3.1.	La erosión por salpicadura: .....	9
2.6.3.2.	Erosión por escurrimiento o escorrentía: .....	9
2.6.3.3.	Remoción en masa: .....	10
2.6.3.4.	Formas especiales de la erosión: .....	10
2.7.	Modelos en la evaluación de la erosión hídrica.....	11
2.7.1.	Modelos cualitativos.....	11
2.7.2.	Modelos cuantitativos.....	11
2.7.2.1.	Modelos de evaluación indirecta: .....	11
2.7.2.2.	Modelos de evaluación directa: .....	12
2.8.	Factores relacionados con la vegetación .....	13
2.8.1.	Pendiente completamente cubierta por vegetación .....	13
2.8.2.	Pendiente parcialmente cubierta por vegetación .....	13
2.8.3.	Ausencia de la vegetación .....	13
2.9.	Sistemas de manejo de producción de pastos.....	14
2.9.1.	Sistema silvopastoril (SSP) .....	14
2.9.2.	Sistema a campo abierto (SCA) .....	14
<b>III.</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
3.1.	Ubicación de la investigación.....	15
3.2.	Metodología.....	16
3.3.	Método de parcela de escorrentía superficial .....	16
3.4.	Proceso metodológico .....	16
3.4.1.	Etapa de precampo .....	16
3.4.1.1.	Selección del sitio de estudio .....	16
3.4.1.2.	Proceso de selección de parcelas .....	17
3.4.1.3.	Selección de los sistemas productivos.....	17
3.4.2.	Etapa de campo .....	17
3.4.2.1.	Instalación de las parcelas de escorrentía superficial (PES).....	17
3.4.2.2.	Sistema de monitoreo y proceso de recolección de datos en el campo .....	18
3.4.3.	Etapa de análisis de los datos .....	19
3.5.	Descripción de los sistemas productivos.....	19

3.5.1.	Sistema de producción a campo abierto .....	19
3.5.2.	Sistema de producción silvopastoril.....	19
3.6.	Valoración Económica .....	19
3.8.	Diseño experimental.....	20
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>21</b>
4.1.	Comportamiento de las precipitaciones registradas en el periodo de investigación.....	21
4.2.	Pérdida de suelo registrada en los diferentes sistemas productivos .....	22
4.2.1.	Pérdida de suelo (g) en sistema de producción a campo abierto en relación a la precipitación (mm). .....	22
4.2.2.	Pérdida de suelo en sistema de producción silvopastoril .....	23
4.2.3.	Pérdida de suelo (g) de ambos sistemas de producción de pastos en relación a la precipitación (mm). .....	24
4.3.	Promedio mensual de erosión hídrica.....	25
4.4.	Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) de acuerdo el efecto del sistema para la erosión hídrica promedio / mes del suelo g. ....	26
4.5.	Valoración económica del suelo por erosión hídrica.....	27
<b>V.</b>	<b>DISCUSIONES</b> .....	<b>28</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>30</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>31</b>
<b>VIII.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>32</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>36</b>
<b>PANEL FOTOGRAFICO</b>	.....	<b>41</b>



## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 01:</b> Descripción de los tratamientos de estudio.....	20
<b>Cuadro N° 02:</b> Valor de Mercado de Tierra arable a precio de chacra referenciado con precios de enero 2017 en grandes almacenes de Lima.....	27
<b>Cuadro N° 03:</b> Análisis de varianza de la erosión hídrica del suelo (g) mensual en dos tipos de sistema.....	36
<b>Cuadro N° 04:</b> Evaluaciones quincenales de la pérdida de suelo por erosión hídrica en los dos sistemas de producción de pastos.....	37
<b>Cuadro N° 05:</b> Pérdida de suelo en un año en los diferentes sistemas productivos en un área de 18 m <sup>2</sup> por cada sistema.....	38
<b>Cuadro N° 06:</b> Pérdida de suelo en un año en los diferentes sistemas productivos Proyectado a Kilogramo por hectárea.....	38
<b>Cuadro N°07:</b> Cuadro DHS Tukey.....	39
<b>Cuadro N° 08:</b> Análisis de suelo perdido por erosión hídrica.....	40

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 01:</b> Principales causas ambientales y socio-económicas de la degradación de suelos.....	4
<b>Figura N°02:</b> Ubicación de la investigación.....	15
<b>Figura N°03:</b> Esquema de parcelas en cada sistema de producción de pastos.....	18
<b>Figura N° 04:</b> Precipitación en los meses de evaluación.....	21
<b>Figura N° 05:</b> Pérdida de suelo en gramos en 18 m <sup>2</sup> en sistema a campo abierto en relación a la precipitación.....	22
<b>Figura N° 06:</b> Pérdida de suelo en gramos en 18 m <sup>2</sup> en sistema silvopastoril en relación a la precipitación.....	23
<b>Figura N° 07:</b> Pérdida de suelo en los dos sistemas de producción de pastos.....	24
<b>Figura N° 08:</b> Promedio mensual de erosión hídrica.....	25
<b>Figura N° 09:</b> Prueba de Tukey (p<0.05) de acuerdo al mes de evaluación para el efecto de la erosión hídrica promedio / mes del suelo g.....	26

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 01:</b> Instalación de parcelas experimentales .....	41
<b>Fotografía 02:</b> Separación del suelo erosionado .....	41
<b>Fotografía 03:</b> Peso de suelo erosionado en sistema silvopastoril.....	42

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la pérdida de suelo por erosión hídrica en dos sistemas de producción de pastos, los sistemas evaluados fueron: sistema a campo abierto (sca) y sistema silvopastoril (ssp), el método aplicado es de parcelas de escorrentía superficial, la investigación fue de tipo experimental, para la cual se utilizó el diseño en bloques al azar (DBCA), siendo un total de 02 tratamientos con 03 repeticiones (parcelas a, b y c) por tratamiento cada parcela de un área de 18 m<sup>2</sup>, generando un total de 06 unidades experimentales, que fueron evaluados de manera quincenal desde el mes de octubre 2015 a setiembre 2016. Los resultados indicaron que hubo diferencias significativas entre tratamientos, mostrándose que el sistema a campo abierto presenta mayores pérdida de suelo por erosión hídrica con 968 kg/ha/año en cambio el sistema silvopastoril presenta 585,1 kg/ha/año que es menor la pérdida de suelo por erosión hídrica, ambos sistemas de producción de pastos con una precipitación anual de 1305,4 mm, también se obtuvo un pérdida económica del suelo erosionado obteniendo como resultado que en el sistema a campo abierto se pierde s/. 580,80/ha/año y en el sistema silvopastoril se pierde s/. 351/ha/año, demostrando de esta manera la importancia del sistema silvopastoril en producción de pastos frente a la erosión hídrica.

**Palabras claves:** sistema silvopastoril, sistema a campo abierto.

## **ABSTRACT**

The objective of the present investigation was to evaluate the soil loss due to water erosion in two systems of pasture production, the systems evaluated were: open field system (sca) and silvopastoral system (ssp), the applied method is plots of runoff, The research was experimental, for which a randomized block design (DBCA) was used, with a total of 02 treatments with 03 replications (a, b and c plots) per treatment each plot of an area of 18 m<sup>2</sup>, generating a Total of 06 experimental units, which were evaluated biweekly from October 2015 to September 2016. The results indicated that there were significant differences between treatments, showing that the open field system presents greater loss of soil due to water erosion with 968 kg / Ha / year, while the silvopastoral system presents 585.1 kg / ha / year, which is less soil loss due to water erosion, also a loss Economic output of the eroded soil, resulting in the loss of s /. 580,80 / ha / year and in the silvopastoral system is lost s /. 351 / ha / year, thus demonstrating the importance of the presence of trees in pasture production in the face of water erosion.

**Key words:** silvopastoral system, open field system.

## I. INTRODUCCIÓN

La erosión en términos generales corresponde a la pérdida de suelo, y que puede ser causado por uno o varios factores incluyendo actividades antrópicas, específicamente la erosión hídrica es el proceso que se inicia cuando las gotas de lluvia impactan en el suelo y disgregan las partículas de éste; asimismo, la magnitud con que ocurre el fenómeno, depende del tamaño y la velocidad de las gotas de lluvia, FAO (1990).

La erosión hídrica es un proceso de disgregación y transporte de las partículas del suelo por acción del agua. Se trata de un fenómeno natural, sin embargo, debido al uso intensivo de las tierras agrícolas y al manejo inadecuado, ha sido acelerado como consecuencia de tales actividades, FAO (1990).

Las partículas del suelo disgregadas son arrastradas después por escurrimiento superficial y algunas de ellas se depositan en los poros del suelo, disminuyendo la capacidad de éste para infiltrar el agua de lluvia, hecho que aumenta la probabilidad de generar procesos erosivos, ya que la erosión se produce cuando la intensidad de las precipitaciones supera a la capacidad de infiltración del suelo, Regoyos (2003).

El proceso de pérdida de suelo por la erosión es mucho más rápido que el proceso de formación de éste. Por eso, la pérdida de la capa superficial del suelo disminuye la fertilidad y ocasiona una disminución de los rendimientos de las cosechas. La tierra arrastrada contribuye además a la contaminación y el aterramiento de los ríos. Asimismo CORMA (Corporación Chilena de la Madera, 2005), agrega que en términos prácticos el suelo no es un recurso natural renovable, por lo que su pérdida debe considerarse irreversible.

Aunque la erosión hídrica es un proceso natural ocasionado fundamentalmente por las lluvias intensas; la topografía, el bajo contenido de materia orgánica del suelo, así como el porcentaje y tipo de cobertura vegetal, coayudan a producirla. De esta manera, las actividades humanas como las técnicas de cultivo inapropiadas, las modificaciones de las condiciones hidrológicas, la deforestación y la marginalización o abandono de tierras, contribuyen a intensificarla y acelerarla. Adicionalmente, cabe señalar que este tipo de erosión constituye uno de los principales procesos de pérdida de suelo y representa una de las formas más completas de degradación, englobando tanto la degradación física del suelo como la química y la biológica, Regoyos (2003).

En este ámbito, se debe señalar que la falta de información cuantitativa sobre el tema de la erosión hídrica en Amazonas, es un problema evidente. Por tanto, resulta de alta importancia el contar con información y trabajos que permitan estimar las tasas de erosión, con el propósito de facilitar la toma de decisiones técnicas y con ello conseguir un manejo sustentable del recurso suelo.

En función de lo anteriormente expuesto, y dado que no existen referencias de estudios similares que aborden la temática de la erosión hídrica en Amazonas, este estudio se enmarca en la evaluación de pérdida de suelo por erosión hídrica en dos sistemas de producción de pastos en el Distrito de Pomacochas – Bongará, Región Amazonas, mediante la aplicación de la metodología de parcela de escorrentía superficial.

La ejecución del presente trabajo de investigación es fundamental pues tiene como objetivo evaluar la pérdida de suelo por erosión hídrica en dos sistemas de producción de pastos, lo cual nos servirá de herramienta para el desarrollo de estrategias que hagan sostenibles y sustentables las actividades agropecuarias ya que a mayor erosión del suelo, las prácticas de manejo deberán ser conservacionistas para disminuir al máximo las pérdidas de suelo, conservando las propiedades y nutrientes del suelo, además en el presente no hay investigaciones de esta índole en la Región de Amazonas y se obtendrán resultados reales para dar algunas alternativas de solución a los agricultores como: evitar la pérdida de suelo por erosión hídrica, evitar la pérdida de nutrientes, incrementar la producción de pastos y evitar pérdidas económicas por erosión y que los agricultores aumenten su producción y productividad para obtener mejores beneficios económicos, sociales y ambientales, mejorando su calidad de vida.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Evaluar la pérdida de suelo por erosión hídrica en dos sistemas de producción de pastos.

### **1.1.2. Objetivo específico**

- Calcular la cantidad de suelo que se pierde por efecto de la erosión hídrica.
- Realizar la valoración económica de las pérdidas de suelo por erosión hídrica.
- Identificar la pérdida de nutrientes por efecto de la erosión hídrica.

## **II. Referencias bibliográficas:**

### **2.1. Suelo**

La palabra suelo proviene del latín “solum” que significa suelo, tierra o parcela, el suelo es definido como un cuerpo natural tridimensional, constituido por materia orgánica, minerales, agua, aire y organismos. Indispensable recurso natural no renovable ya que ofrece el soporte para el desarrollo de los seres vivos, Porta & López (2005).

De acuerdo con Boifacio & Ortiz (1990), el suelo puede definirse desde el punto de vista técnico como: un cuerpo natural que se encuentra sobre la superficie de la corteza terrestre, conteniendo materia viva y soportando o siendo capaz de soportar plantas. A menudo el suelo es definido como la capa superficial de la corteza terrestre de poco espesor y donde se desarrollan las plantas y raíces; no obstante el concepto de suelo abarca mucho más que eso, tal como la menciona Patrick (1996), esta visión resulta limitada ya que solo está enfocada a la productividad del suelo, por lo tanto es necesario considerar al suelo como un fenómeno natural y parte del ambiente.

Por otro lado también es importante considerar al suelo desde el punto de vista de su productividad o para el fin o uso que se le da por parte de los agricultores, por ello la importancia de la definición de suelo como la capa superficial de la tierra donde se desarrollan las raíces de las plantas. Es conocido como la capa arable o la capa vegetal, Heano (2007).

### **2.2. Degradación de suelos**

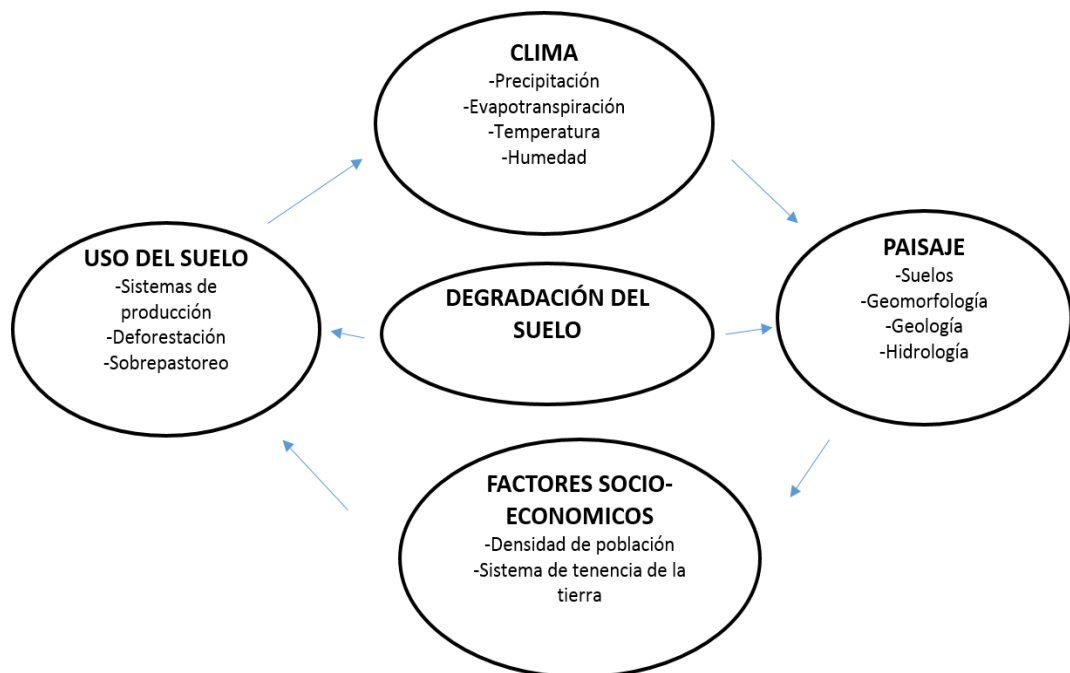
Según la SEMARNAT (2003), degradación del suelo se refiere a los procesos inducidos por las actividades humanas que disminuyen su productividad biológica, así como su capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana. El último estudio que se tiene y con mayor resolución sobre la degradación de los suelos del país, fue en el año 2002, donde se señala que el 44,9% de superficie nacional mostraba algún grado de degradación, siendo la degradación química y la erosión hídrica los procesos más importantes con el 17,9% y 11,8%, respectivamente. Y



añade que la pérdida de suelo por erosión hídrica afecta el 42,04% del territorio nacional, mientras que en el 57,96% de la superficie nacional la pérdida es nula.

La degradación se refiere a los procesos físicos y biológicos que disminuyen la utilidad de la tierra. Se define dentro de estos procesos: la erosión del suelo, pérdida de la vegetación, deterioro de la calidad del agua, sobre-explotación de acuíferos y salinización de suelo.

Porta & López (2005), la degradación de un suelo es la pérdida de utilidad actual o potencial, con lo que el suelo será capaz de realizar cada vez menos funciones que las que se podrían esperar de él, a medida que la degradación progresa. En lo que refiere a las propiedades intrínsecas del suelo, se puede definir a la degradación como una disminución o pérdida de parámetros de calidad, como el espesor de la capa arable por erosión, la pérdida de material fino en superficie, con aumento de la pedregosidad superficial, la pérdida de materia orgánica por erosión o por laboreo excesivo, la disminución de la conductividad hidráulica por compactación, entre otros.



**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología (2007)

**Figura N° 01:** Principales causas ambientales y socio-económicas de la degradación de suelos.

### **2.3. Definición de erosión**

Pidwirny (2006), define la erosión como la degradación de los suelos, los sedimentos, el regolito, los fragmentos de roca y el paisaje, a través de distintos medios externos como el viento, el hielo y el agua.

Para Añó & Peris (2003), la erosión no se define como un proceso en sí mismo, sino como la manifestación fenomenológica de una multitud de procesos que dan lugar a la pérdida del recurso suelo. Pidwirny (2006), agrega que dichos procesos llegan a su fin cuando las partículas transportadas caen y se depositan en la superficie, generando procesos de sedimentación.

### **2.4. Erosión de suelos y clases de erosión**

La palabra erosión, se deriva del latín “*erosio*” que significa roedura, consiste en la pérdida gradual del material que constituye el suelo, al ir siendo arrastradas las partículas (disgregadas, arrancadas y atrapadas), a medida que van quedando en superficie, Reyes (2001).

Uno de los principales problemas ambientales es la degradación de suelos por erosión y es provocado por la remoción de la cubierta vegetal, tala de árboles, cambios de usos de suelos, actividades agropecuarias, principalmente. Existen diversas definiciones de erosión de suelo, como se reporta a continuación: la erosión es la acción de roer, gastar y provocar pérdidas de sustancias del relieve, originando una disminución del volumen, y este proceso está conformado por tres fases principales: la primera, es el desprendimiento de partículas; la segunda fase, se da por el transporte o desplazamiento de los materiales desgastados y por último la acumulación o depositación de los materiales transportados, en lagos, océanos o áreas continentales, Gregory y Walling (1973).

Para la FAO (1980), la erosión es la pérdida selectiva de materiales del suelo. Por la acción del agua o del viento los materiales de las capas superficiales van siendo arrastrados. Si el agente es el agua se habla de erosión hídrica y para el caso del viento se denomina erosión eólica.

#### **2.4.1. Clases de erosión**

Según Heano (2007), existen dos clases de erosión:

- La erosión geológica o natural.
- La erosión acelerada.

#### **2.4.1.1. La erosión geológica o natural**

Es aquella que se produce normalmente sin la acción del hombre y por lo tanto está fuera de su control. Es tan lenta que pasa inadvertida y contribuye en cierto modo a la misma formación del relieve y la meteorización de las rocas.

Actúan en este tipo de erosión el agua de las lluvias, las corrientes de los ríos, el mar, el viento, la temperatura y la gravedad.

#### **2.4.1.2. La erosión acelerada**

La erosión acelerada, es la causada con la ayuda del hombre, quien al cultivar al suelo destruye la vegetación protectora y rompe el equilibrio que la naturaleza ha establecido entre la formación del suelo y la erosión natural, ayudando así a que la erosión adquiera velocidad y provoque grandes daños. El hombre favorece la acción erosiva del agua y del viento, especialmente en los terrenos pendientes, al usar sistemas de cultivos y herramientas inadecuadas, al talar los bosques o quemar la vegetación.

Ejemplos de esta clase de erosión son: los desbordamientos de las quebradas y de los ríos, la pérdida de los suelos por escurrimiento y la formación de eriales por sobrepastoreo.

### **2.5. Agentes de la erosión**

El impacto de la erosión depende de factores como la agresividad de los agentes erosivos, la pendiente del terreno y la naturaleza de la cobertura vegetal, así como la susceptibilidad del suelo a ser erosionado o erosionabilidad del suelo.

Según Hudson (1982) y Escuela de Postgraduados, Manual de conservación del suelo y del agua (1997), los principales agentes de la erosión son: el agua, el viento, los cambios de temperatura y los procesos biológicos, de los cuales los dos primeros son los que revisten mayor importancia.

**2.5.1. El agua:** Es el agente más importante de la erosión. La erosión hídrica es el resultado de la energía producida por el agua al precipitarse sobre la tierra y al fluir sobre la superficie de los terrenos.

**2.5.2. El viento:** Es un agente físico que influye en la erosión y formación de los suelos al causar desprendimiento, transporte, deposición y mezcla del suelo. El viento no erosiona por sí mismo las rocas, sino que la abrasión provocada por las partículas del suelo que el transporta es la causante de este desgaste.

**2.5.3. Los cambios de temperatura:** Cuando se considera la erosión geológica, al paso del tiempo apenas se nota, y aun cambios pequeños o muy lentos se vuelven perceptibles hasta después de un largo tiempo.

**2.5.4. Los agentes biológicos:** El proceso erosivo también está influenciado por los organismos vivos en forma directa o indirecta.

## **2.6. Erosión hídrica**

Las partículas de suelo están estrechamente relacionadas con la lluvia, en parte por el poder de desprendimiento del impacto de las gotas al golpear el suelo y, en parte, por la contribución de la lluvia a la escorrentía. Esta contribuye particularmente a la erosión por flujo superficial y en canales, fenómenos para los que la intensidad de precipitación se considera generalmente la característica más importante, Morgan (1996).

Mintegui & López (1990), define este tipo de erosión como el proceso de disgregación de las partículas del suelo por la acción del agua, el cual culmina con el depósito de los materiales transportados por la corriente en áreas de sedimentación, cuando la capacidad de arrastre de las aguas se reducen hasta el punto de no permitir la continuación en el flujo de las partículas terrosas previamente incorporadas al mismo.

### **2.6.1. Etapas de erosión hídrica**

Mendoza (1994), la erosión hídrica es un proceso natural, donde las principales etapas son:

- El desprendimiento y transporte del suelo, causado por el agua, en este caso la lluvia.
- El desprendimiento es causado por la acción de la gota de lluvia al impactar sobre los agregados del suelo desnudo y al escurrimiento superficial.

- Una tercera etapa ocurre cuando la capacidad de transporte de la escorrentía disminuye, la sedimentación en los terrenos plano.

## **2.6.2. Factores específicos que determinan la erosión hídrica**

Existen ciertos factores que contribuyen de manera más específica y directa que produce la erosión hídrica, estos pueden ser:

### **2.6.2.1. Erosividad de la lluvia**

Las pérdidas de suelos están estrechamente relacionadas con la lluvia, en parte por el poder de desprendimiento del impacto de las gotas al golpear el suelo y en parte, por la contribución de la lluvia a la escorrentía. La respuesta del suelo a la lluvia puede estar determinada, también, por las condiciones meteorológicas, Gutiérrez (2004).

### **2.6.2.2. Erodabilidad del suelo**

La erodabilidad define la resistencia del mismo a los procesos de desprendimiento y transporte. Aunque la resistencia de un suelo a la erosión depende, en parte, de su posición topográfica, pendiente y grado de alteración, la erosionabilidad varía con la textura del suelo, la estabilidad de los agregados, la resistencia al esfuerzo constante, la capacidad de infiltración y los contenidos minerales y orgánicos, Gutiérrez (2004).

## **2.6.3. Formas de erosión hídrica**

Heano (2007), define tres clases de erosión hídrica, atendiendo a la forma como el agua actúa en el suelo estas tres clases de erosión son:

- Erosión por salpicadura.
- Erosión por escurrimiento o escorrentía.
- Remoción en masas.
- Formas especiales de la erosión.

### **2.6.3.1. La erosión por salpicadura:**

Es la erosión producida por el golpe de las gotas de lluvia al caer sobre el suelo desnudo (salpicadura). El agua lluvia ejerce su acción erosiva sobre el suelo mediante el impacto de las gotas, las cuales caen con velocidad y energía variable según sea su diámetro.

La fuerza y tamaño de las gotas de lluvia caída ocasionan el desprendimiento de las partículas de los agregados del suelo y su dispersión. La erosión pluvial deja las partículas finas en suspensión para que luego el agua superficial arrastre y se inician otras formas de erosión.

Debido a que las partículas del suelo se desprenden por la acción de la lluvia, este proceso de desprendimiento conocido con el nombre de erosión pluvial es el primer fenómeno que se presenta en cualquier caso de erosión hídrica. Para Garcia (2006), la erosión por salpicadura se puede identificar mediante los siguientes síntomas:

- Presencia de montículos en el suelo.
- Plantas con sistema radicular al descubierto.
- Invasión de especies vegetales específicas de suelos degradados.

### **2.6.3.2. Erosión por escurrimiento o escorrentía:**

Cuando el agua lluvia no alcanza a infiltrarse en el suelo (debido a que la intensidad del aguacero es mayor que la velocidad de infiltración o a que el suelo está saturado fluye por la superficie de terrenos pendientes (escorrentía) arrastrando el suelo desprendido.

Según sea la pendiente, la cantidad de agua y la clase de suelo, se presentan diferentes formas de esta clase de erosión, definidas así:

- Escurrimiento difuso
- Erosión laminar
- Erosión de surcos
- Erosión en cárcavas
- Erosión regresiva o remontante.

### **2.6.3.3. Remoción en masa:**

Es un movimiento de una masa de suelo, causado por la infiltración del agua y la acción de la gravedad. Puede ser de movimiento o flujo lento como la solifluxión o de flujo rápido como los derrumbes. Las principales formas en que se presenta este fenómeno son:

- Deslizamientos.
- Derrumbes.
- Coladas de barro.
- Solifluxión.
- Hundimientos.
- Desprendimientos y desplomes.

### **2.6.3.4. Formas especiales de la erosión:**

#### **a) Erosión en pedestales**

Cuando se protege a un suelo fácilmente erosionable del impacto de las gotas de lluvia, por medio de piedras o raíces de un árbol, quedan “pedestales” aislados coronados con el material resistente. Se ha demostrado que la destrucción de terrenos adyacentes a los pedestales es debido, principalmente, a las gotas de lluvia más que al flujo superficial.

#### **b) Erosión en pináculos**

Se asocia con canales verticales profundos a los lados de las cárcavas.

#### **c) Erosión tabular**

Se da por la formación de tubos continuos y canales subterráneos. Esta forma de erosión ocurre cuando el agua que fluye se infiltra a través de la superficie del suelo y se mueve hacia abajo hasta encontrar una capa menos permeable.

#### **d) Erosión por caída o remontante**

Esta forma de erosión es un proceso geológico que se presenta en las paredes de la cárcava, sin ninguna intervención del hombre. La caída que se forma en la orilla de la cárcava arroja el material salpicado contra la pared baja de esta cara.

## **2.7. Modelos en la evaluación de la erosión hídrica**

Para Lal (1994), existen tres razones por las cuales se hace necesario modelar el proceso erosivo:

- Los modelos pueden ser utilizados como herramientas de predicción de la pérdida de suelos, para planes de conservación, proyectos, inventarios de erosión, y la ordenación del recurso.
- Los modelos matemáticos con base física pueden predecir donde y cuando ocurrirán procesos erosivos, ayudando al planificador en la tarea de reducir su impacto.
- Además, pueden ser utilizados como herramientas para lograr entender los procesos erosivos y sus interacciones, priorizando así futuras investigaciones.

### **2.7.1. Modelos cualitativos**

Este tipo de modelos suele ser en estudios a nivel de reconocimiento o diagnóstico, constituyendo una opción bastante ágil para una futura toma de decisiones respecto al problema de la erosión, Moreira (1991).

### **2.7.2. Modelos cuantitativos**

Para Pizarro (1988), el poder definir cuantitativamente el modo de la pérdida de suelos en función de la erosión hídrica, se plantea como un elemento importante cuyo objetivo es poder estimar un marco referencial.

Los modelos cuantitativos permiten la estimación numérica de la erosión, pueden tener una evaluación indirecta o directa, Honorato, Bárrales, Peña, & Barrera (2001) y Garcia (2006).

#### **2.7.2.1. Modelos de evaluación indirecta:**

- ❖ Modelo con base física.
- ❖ Modelos conceptuales.
- ❖ Modelos paramétricos.



### **2.7.2.2. Modelos de evaluación directa:**

Corresponden a parcelas experimentales, en las cuales se instala instrumental con el objetivo de estimar las pérdidas de suelo.

#### **a). Parcelas de escorrentía**

Es un área de tamaño variable ubicada en laderas limitadas por paredes metálicas o de cualquier otro material, las cuales se aíslan completamente y evitan que llegue la escorrentía de otros predios se utilizan para cuantificar la erosión hídrica de un área determinada, Aguilera & Pineda (1999).

Estas parcelas se utilizan para recolectar los sedimentos removidos involucrando la captación del caudal líquido y sólido, Morgan (1996) y Yataco (2007).

Mutchler, Murphree, & Mc Gregor (1994), destacan a las parcelas de escorrentía como una de las metodologías más conocidas para la evaluación directa de la erosión del suelo. Este método de investigación permite controlar muchas de las condiciones en que ocurren los procesos erosivos, como el sellamiento derivado del impacto de las gotas de lluvia.

Para Hudson (1997), son tres las razones donde se justifica el empleo de parcelas de escorrentía.

- Con fines demostrativos, cuando la finalidad es demostrar hechos conocidos.
- Para estudios comparativos, teniendo una indicación aproximada del efecto en la escorrentía o en la erosión.
- En la obtención de datos que se van a emplear para construir o para validar un modelo o ecuación destinado a predecir la escorrentía o la pérdida de suelo.

Vega & Febles (2005), señalan que el empleo de parcelas de escorrentía se ha generalizado. Sin embargo, la utilidad de la información obtenida, y de las investigaciones realizadas en ellas está limitada por la falta de continuidad en el tiempo, para la obtención de dicha información.

### **b). Parcelas experimentales de clavos de erosión**

Es un método que consiste en parcelas rectangulares a las cuales se le 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 pérdida y entradas de suelo para realizar estimaciones más reales, Pizarro & Cuitiño (2002).

## **2.8. Factores relacionados con la vegetación**

En el proceso de erosión existen factores que actúan directamente con la vegetación y pendiente estos pueden ser:

### **2.8.1. Pendiente completamente cubierta por vegetación**

Las escorrentías y erosión que proceden de buenos pastizales o de bosque son pequeñas, a menudo representan menos del 5 y del 1% de las pérdidas de suelo sin cobertura vegetal. Los escurrimientos son bajos por la alta infiltración en comparación con suelos sin cobertura vegetal, Kirkby & Morgan (1984).

### **2.8.2. Pendiente parcialmente cubierta por vegetación**

Las escorrentías y la erosión aumentarían rápidamente sobre suelos con menos del 70 % de cubierta vegetal. Las cantidades de suelo erosionado no se realizan tanto con la escorrentía como con las proporciones de suelos desnudos; esto se debe a que el suelo arrastrado frecuentemente no llega a la corriente si no que es atrapado cuesta abajo por la vegetación o depositado en los fondos de los valles o en las grietas cóncavas en la pendiente. El sobrepastoreo y las quemadas conducen al debilitamiento de la cubierta de césped y la exposición del suelo desnudo, Kirkby & Morgan (1984).

### **2.8.3. Ausencia de la vegetación**

Las pendientes rara vez están desprovistas de vegetación a menos que las tierras sean de labranza excepto de las regiones áridas; la tierra desnuda y arable es más susceptible a la erosión hídrica y se puede perder grandes cantidades de suelo con una tormenta o durante una estación lluviosa, Kirkby & Morgan (1984).

## **2.9. Sistemas de manejo de producción de pastos**

### **2.9.1. Sistema silvopastoril (SSP)**

El silvopastoreo es un tipo de agroforestería, implica la presencia de animales directamente pastando entre o bajo árboles. Los árboles pueden ser de vegetación natural como también plantados con fines maderables (pinos), para productos industriales (caucho, palma de aceite), como frutales (mangos, cítricos) o árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal, Sachez (1998). Los sistemas silvopastoriles son una opción productiva que permite restablecer los flujos de nutrientes por las múltiples relaciones que allí se activan, que más allá de ser competitivas son complementarias, donde finalmente se conserva y se mejora el suelo que sustenta una producción nada despreciable, Sadeghian, Rivera, & Gómez (1998).

### **2.9.2. Sistema a campo abierto (SCA)**

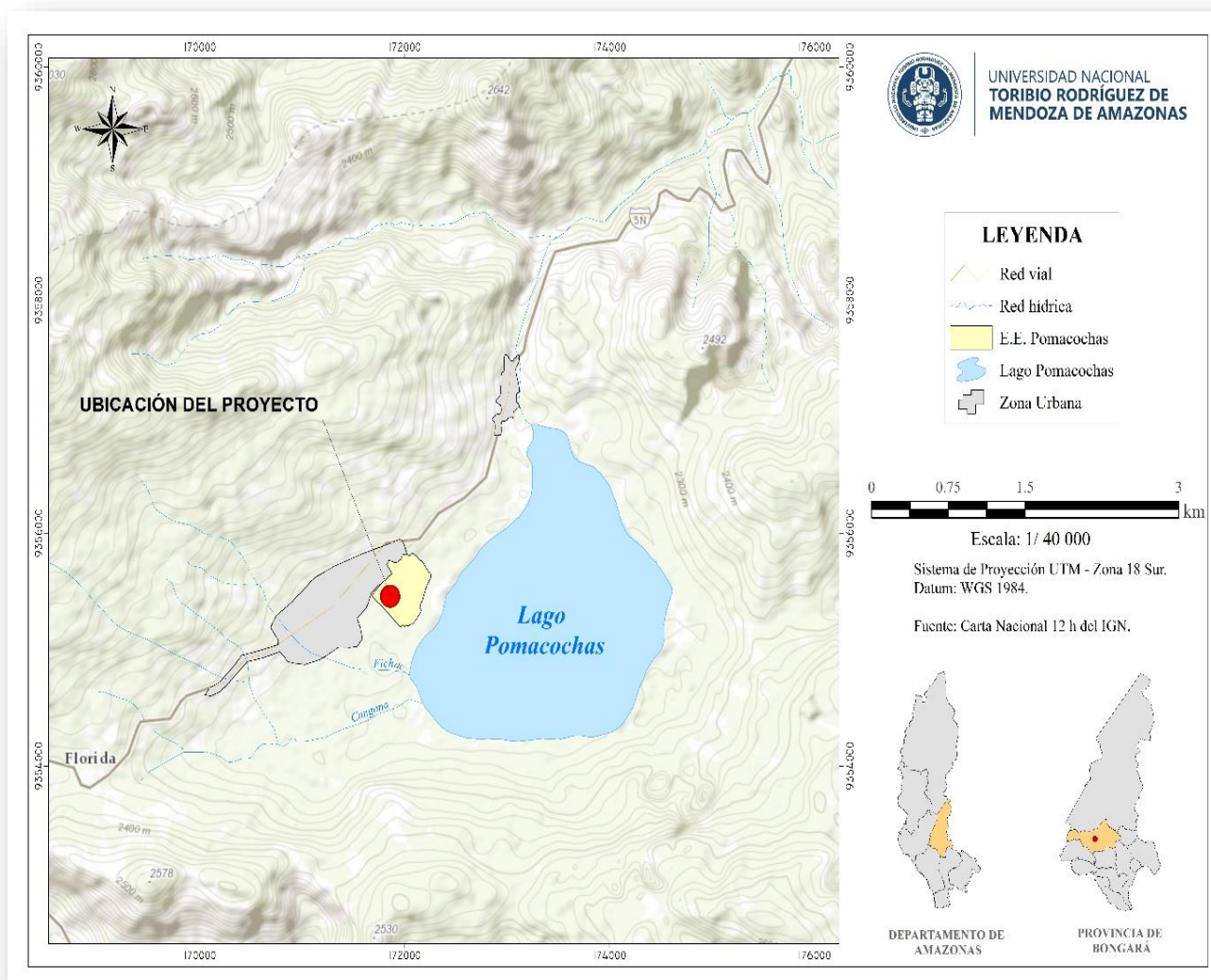
Son grandes extensiones dedicadas a pastizales, principalmente en suelos con limitaciones para la agricultura, de topografía ondulada, que no presentaban árboles forestales y frutales en forma dispersa, cuya función principal es sombrear a los animales, es una forma de manejo extensivo de ganado en el cual el acceso a las pasturas es exclusivo, bien sea dentro de un área limitada por cercado periférico o bajo el control de los pastores, en ambos casos el área pastoreada es un área puramente forrajera sin la presencia de árboles o arbustos que generen sombras o microclimas dentro de la praderas, Oliva, Collazos , & Vasquéz (2015).

### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación se efectuó en la estación Experimental del Instituto de investigaciones para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y en un área de la comunidad campesina, estas dos áreas están ubicadas en el distrito de Pomacochas provincia Bongará - Amazonas, El trabajo de ejecución de campo se realizó durante el periodo comprendido entre los meses de octubre del 2015 a octubre del 2016

**Figura N° 02:** Mapa de ubicación de la estación experimental de Pomacochas del INDES-CES



**Fuente:** Área de geomática del INDES-CES.

### **3.2. Metodología**

El método usado fue el de parcelas de escorrentía, el cual tiene la finalidad de captar los sedimentos provenientes de la escorrentía superficial. Para ello se establecen parcelas con bordes que limiten los escurrimientos y se colocan estructuras en los puntos de descarga del área de la parcela, el método a trabajar fue el siguiente:

### **3.3. Método de parcela de escorrentía superficial**

La escorrentía o escurrimiento superficial, es el flujo de agua sobre la superficie del terreno, cuya capacidad erosiva viene dada por las condiciones edáficas, topográficas, y de cobertura del mismo. Es producto principalmente, de una insuficiente velocidad de penetración del agua lluvia en el perfil edáfico, así, la llegada al suelo de una elevada cantidad de agua en un período corto de tiempo, produce rápidamente escorrentía, León (2001).

### **3.4. Proceso metodológico**

Este se llevó a cabo a través de tres etapas, las cuales son:

- Etapa de precampo.
- Etapa de campo.
- Etapa de análisis de los datos.

#### **3.4.1. Etapa de precampo**

##### **3.4.1.1. Selección del sitio de estudio**

El área de influencia del estudio comprendió la estación Experimental de Pomacochas del INDES-CES de la UNTRM, y en un área de la comunidad campesina del distrito de Pomacochas, que están ubicadas en el distrito de Pomacochas, en este caso se seleccionó estos dos lugares de Pomacochas porque en cada área se encuentran los sistemas de producción y además el distrito de Pomacochas se caracteriza por ser un lugar de producción ganadera y gran producción de leche.

#### **3.4.1.2. Proceso de selección de parcelas**

Para la selección de las parcelas se coordinó con el encargado de la Estación Experimental y el presidente de la comunidad campesina del distrito de Pomacochas, para los cuales se seleccionaron dos parcelas en la que se consideraron los siguientes criterios:

- Parcelas con un sistema de producción a campo abierto.
- Parcelas con un sistema de producción silvopastoril.
- Accesibilidad de todo tiempo en la parcela.
- Seguridad en cuanto al material de campo permanente en la parcela.

#### **3.4.1.3. Selección de los sistemas productivos**

Se seleccionaron dos sistemas de producción de pastos, sistema de producción a campo abierto y un sistema de producción silvopastoril ya que estos dos sistemas son representativos de la zona y están establecidos en sitios que presentan una pendiente uniforme.

### **3.4.2. Etapa de campo**

#### **3.4.2.1. Instalación de las parcelas de escorrentía superficial (PES).**

La instalación de las parcelas está compuesta por un área de escurrimiento con bordes o paredes que aíslan completamente el agua de escorrentía, evitando el paso de esta tanto hacia fuera como hacia dentro de la parcela, los bordes que dividen a las parcelas son de madera, enterrados a 20 cm y con una altura de 20 cm sobre el suelo. El agua que escurre es hacia la pendiente, la cual al final de la parcela en la base posee un canal de tubo de PVC son una malla de metal que sirve de colador. El recipiente recolector es un balde con capacidad de 30 L para captar el sedimento y escorrentía proveniente de la parcela. Las dimensiones de la parcela son de 3 m de ancho (transversal a la pendiente) por 6 m de longitud (a lo largo de la pendiente), se realizaron tres parcelas en cada sistema de producción de pastos realizando un total de seis parcelas.

Estas parcelas de escorrentía fueron establecidas en el mes de octubre, 2015.



*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura N° 03:** Esquema de parcelas en cada sistema de producción de pastos.

#### **3.4.2.2. Sistema de monitoreo y proceso de recolección de datos en el campo**

Establecidas las parcelas de escorrentía, se procedió al seguimiento y monitoreo del proceso de erosión de los sedimentos interceptados y almacenados en los baldes de captación de cada sistema seleccionado. Los registros de datos tomados se realizaron dos veces al mes como mínimo, considerando que en la zona en estudio las lluvias son más frecuentes.

La toma de datos en campo se inició con la separación de agua del sedimento erosionado con la ayuda de un colador y un papel filtro para posteriormente realizar el peso del sedimento erosionado en campo con la ayuda de una balanza, esto será el peso de suelo erosionado. Luego se tomará todas las muestras de sedimento por tratamiento para llevar al laboratorio y determinar la pérdida de nutrientes del suelo.

### **3.4.3. Etapa de análisis de los datos**

En esta etapa se procedió a determinar la pérdida de suelo por mes y año.

## **3.5. Descripción de los sistemas productivos**

Con base en los procesos de selección de parcela y selección de sistemas productivos se establecieron los siguientes sistemas productivos en las parcelas de erosión.

### **3.5.1. Sistema de producción a campo abierto**

Esta parcela estaba conformada por pasto ray grass (*Loium Perenne*), en este sistema el productor durante el periodo de muestreo no realizó manejo. La parcela tiene una dimensión de 6 m de largo x 3 m de ancho con una pendiente de 7 %.

### **3.5.2. Sistema de producción silvopastoril**

Esta parcela estaba conformada por pasto ray grass (*Loium Perenne*) y árboles de aliso (*Alnus glutinosa*), en este sistema el productor durante el periodo de muestreo no realizó manejo. La parcela tiene una dimensión de 6 m de largo x 3 m de ancho con una pendiente de 6%.

## **3.6. Valoración Económica**

Para valorizar económicamente de la pérdida del suelo por erosión se tomará la decisión de levantar información del precio de la tierra en la zona de estudio.

## **3.7. Perdida de nutrientes**

Para determinar la pérdida de nutrientes del suelo erosionado se realizara un análisis de suelo, del suelo perdido por erosión hídrica y de esta manera se conocerá los nutrientes que se pierden por erosión hídrica.



### 3.8. Diseño experimental

La investigación fue de tipo experimental, para la cual se utilizó el diseño en bloques al azar (DBCA), siendo un total de 02 tratamientos ,con 03 repeticiones (parcelas a, b y c por tratamiento cada parcela de un área de 18 m<sup>2</sup>, generando un total de 06 unidades experimentales, que fueron evaluados de manera quincenal desde el mes de octubre 2015 a setiembre 2016 (anexos cuadro N° 02); con un nivel de significancia de  $p < 0,05$  probabilidad de error para determinar la naturaleza de las diferencias entre tratamientos (Padron, 1996) ; previo para el análisis de varianza se sometieron los datos a la evaluación del supuesto de normalidad utilizándose la décima de Shapiro Wilk (Diz , 2008)y para el supuesto de homogeneidad de varianza se utilizó la décima de Levene (Font, 2007). Cumpliendo los dos supuestos.

Los datos de la variable erosión hídrica del suelo en gramos fueron sometidos a la prueba Tukey con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . Se almacenaron y analizaron los datos en el software SPSS v. 20.

**Cuadro N° 01:** Descripción de los tratamientos de estudio.

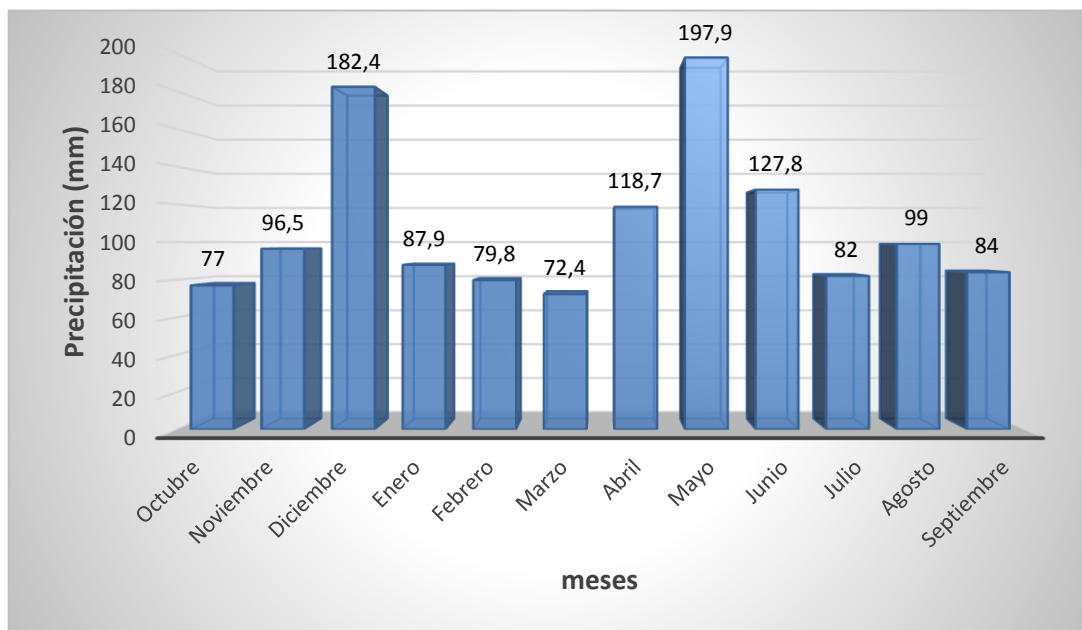
<b>Bloque</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Clave</b>	<b>Descripción</b>
<b>I</b>	SSP	SSP <sub>a</sub>	Sistema Silvopastoril parcela a
	SCA	SCA <sub>a</sub>	Sistema a campo abierto parcela a
<b>II</b>	SSP	SSP <sub>b</sub>	Sistema Silvopastoril parcela b
	SCA	SCA <sub>b</sub>	Sistema a campo abierto parcela b
<b>III</b>	SSP	SSP <sub>c</sub>	Sistema Silvopastoril parcela c
	SCA	SCA <sub>c</sub>	Sistema a campo abierto parcela c

*Fuente: Elaboración propia, 2017.*

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Comportamiento de las precipitaciones registradas en el periodo de investigación.

La precipitación es uno de los principales factores que influye en el proceso de erosión hídrica, ya que contribuye a la erosión cuando el suelo se encuentra sin una cubierta vegetal y mucho más en aquellos terrenos que presentan pendientes muy elevadas, por tal motivo es necesario conocer cuál ha sido el comportamiento de estas en el período evaluado.



**Figura N° 04:** Comportamiento de la precipitación en los meses de evaluación.

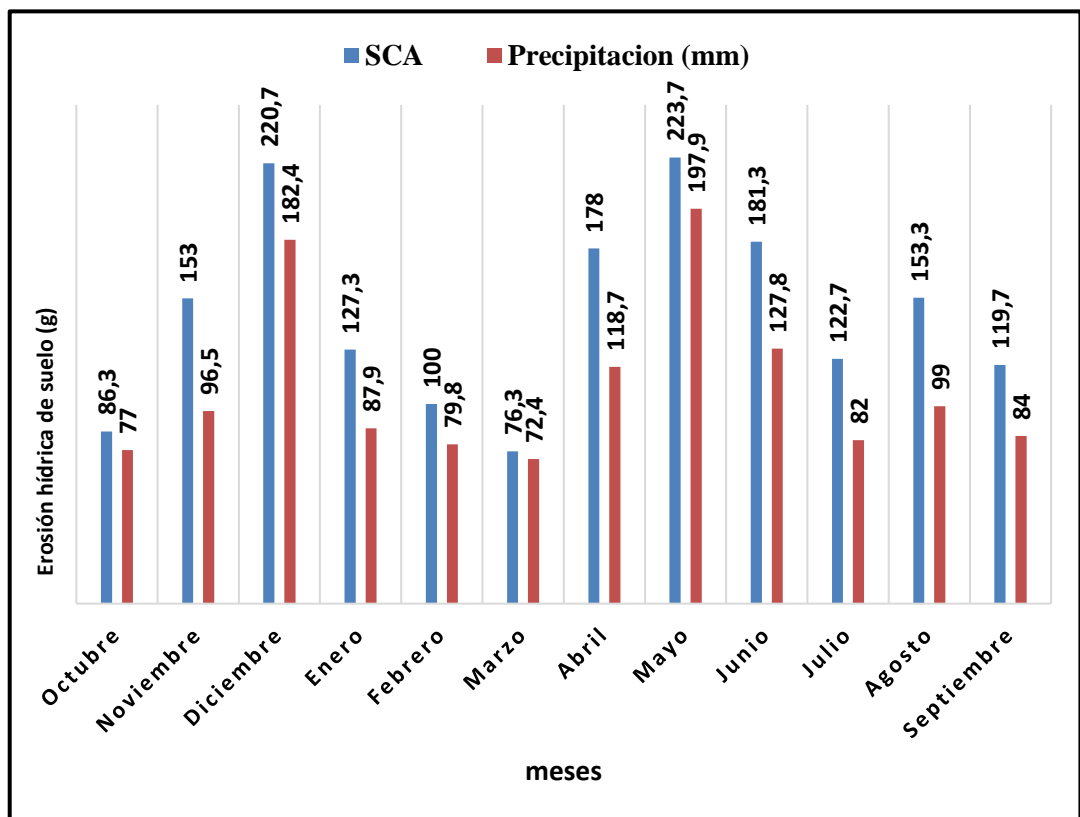
Como se observa en la figura 04, la mayor precipitación registrada del periodo en los meses evaluados de octubre del 2015 a setiembre del 2016, fue en el mes de mayo con 197,9 milímetros, seguido por el mes de diciembre con 182,4 milímetros, siendo el mes de marzo el que registró la menor precipitación con 72,4 milímetros, con una precipitación anual total de 1305,4 mm, en todo el proceso de investigación.

#### 4.2. Pérdida de suelo registrada en los diferentes sistemas productivos

Para un total de 48 muestras recolectadas de octubre del 2015 a setiembre del 2016, en los dos sistema evaluados en una área de 18 m<sup>2</sup> por cada parcela, los valores obtenidos de pérdidas de suelo fueron influenciados por el tipo de cobertura presente en cada uno de los sistemas productivos, el cual estuvo ejerciendo alguna resistencia al arrastre de las partículas de suelo.

##### 4.2.1. Pérdida de suelo (g) en sistema de producción a campo abierto en relación a la precipitación (mm).

Se recolectaron 24 muestras en total, entre los meses de octubre del 2015 a setiembre del 2016.



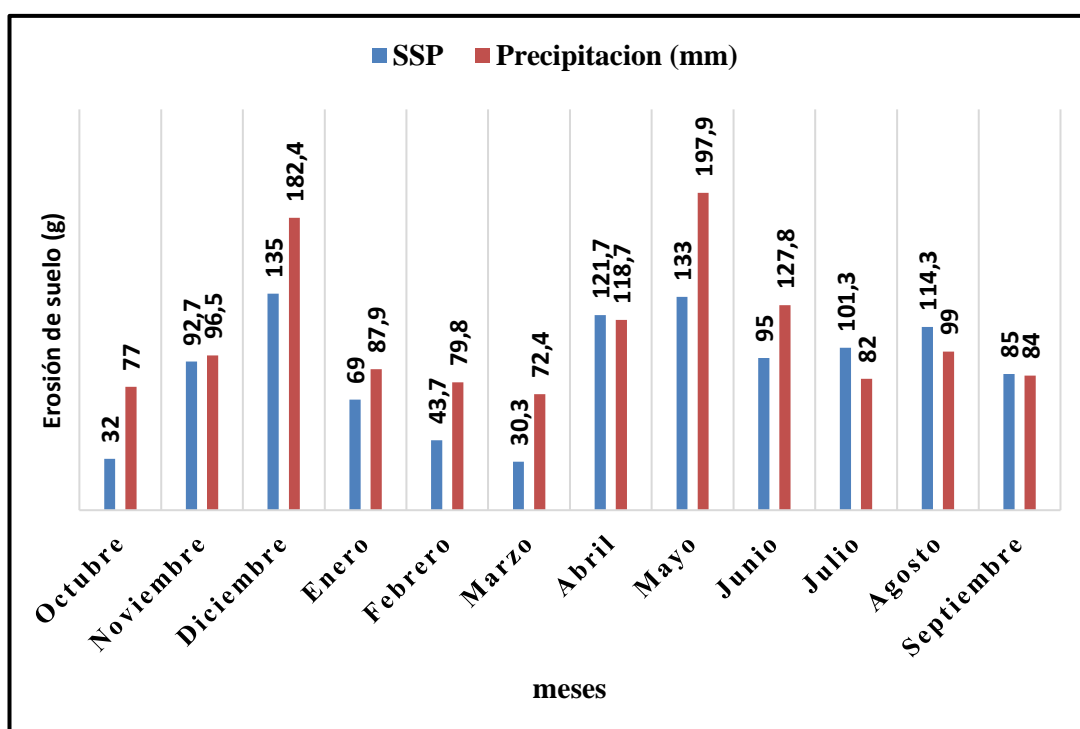
**Figura N° 05:** Pérdida de suelo en gramos en 18 m<sup>2</sup> en sistema a campo abierto en relación a la precipitación.

Como se observa en la figura 05, el sistema presentó la mayor pérdida de suelo en los meses de mayo con 223,7 g/m<sup>2</sup> seguido por el mes de diciembre con 220,7g/m<sup>2</sup>. Esto se debió a la presencia de fuertes precipitaciones de 197,9 mm,

que permitió el impacto directo de las gotas de lluvia sobre las partículas del suelo. En el mes de marzo, se registró una de las menores pérdida de suelo con 76,3 g/m<sup>2</sup>, en este caso contribuyó por la menor cantidad de precipitación con 72,4 mm.

#### 4.2.2. Pérdida de suelo en sistema de producción silvopastoril

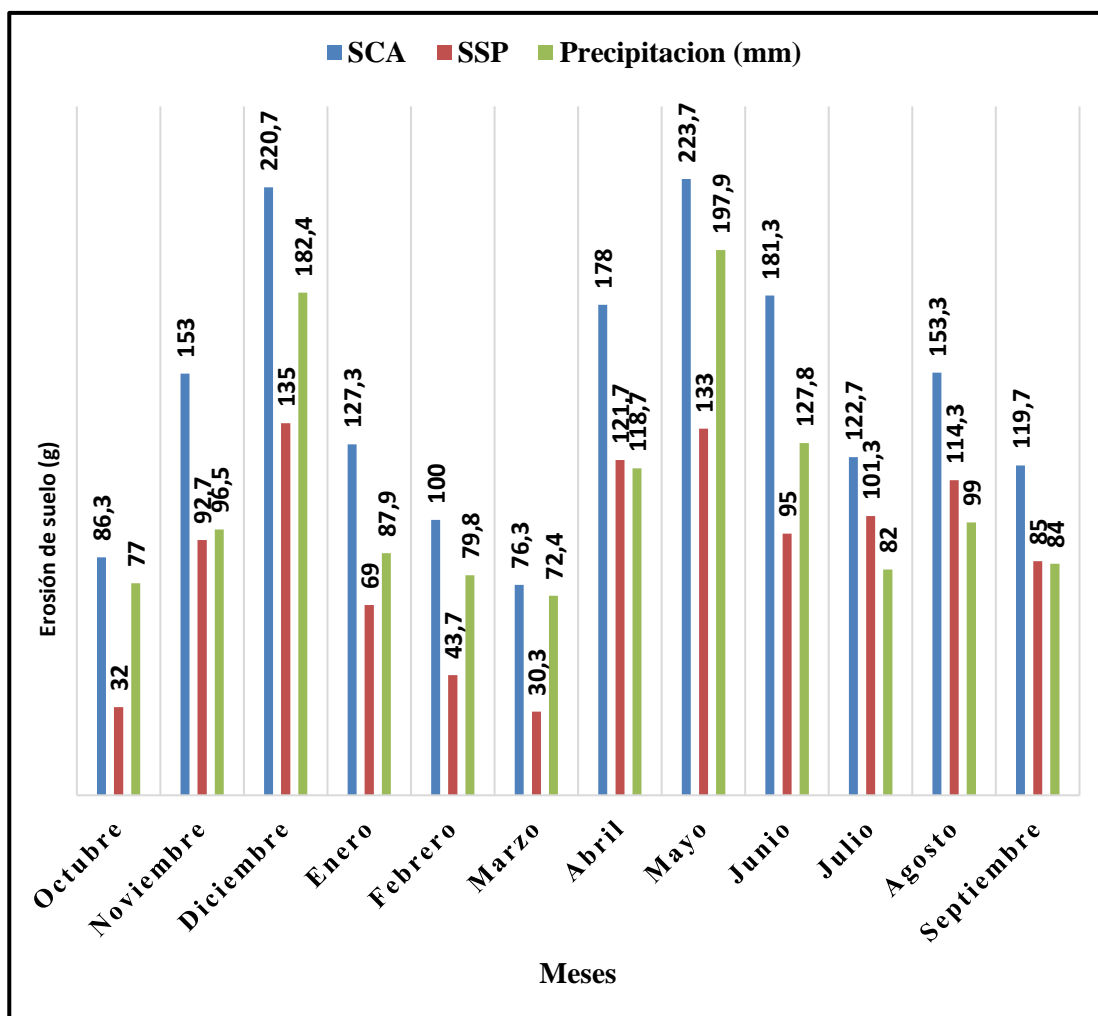
Se recolectaron 24 muestras en total, entre los meses de octubre del 2015 a setiembre del 2016.



**Figura N° 06:** Pérdida de suelo (g) en 18 m<sup>2</sup> en sistema silvopastoril en relación a la precipitación (mm).

Como se observa en la figura 06, el sistema presentó la mayor pérdida de suelo en el mes de diciembre con 135 g/18 m<sup>2</sup>, seguido por el mes de mayo con 133 g/18 m<sup>2</sup> esto se debió a la presencia de mayor cantidad de precipitación de 182,4 mm. Caso contrario paso con el mes de marzo que registró una de las menores pérdida de suelo con 30,3 g/18 m<sup>2</sup>, seguido por el mes de octubre con 32 g/18 m<sup>2</sup>, en este caso contribuyo la menor cantidad de precipitación con 72,4 mm.

4.2.3. Pérdida de suelo (g) de ambos sistemas de producción de pastos en relación a la precipitación (mm).

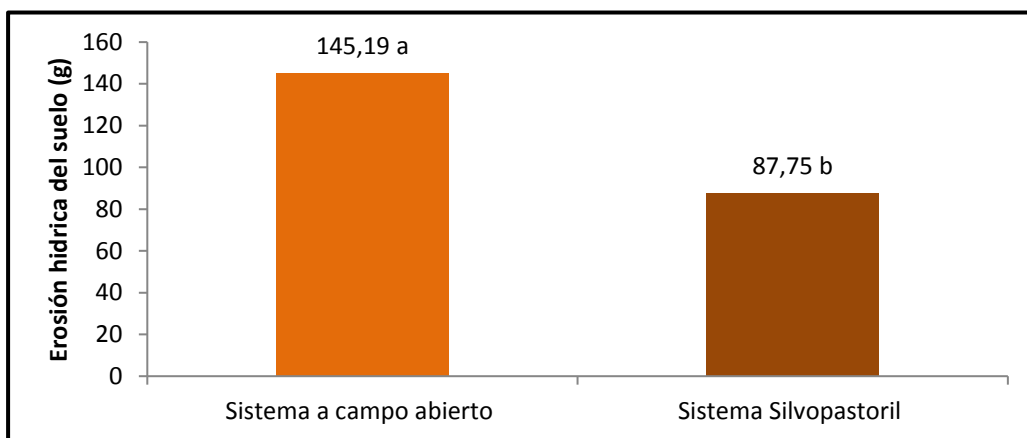


**Figura N° 07:** Pérdida de suelo (g) en los dos sistemas de producción de pastos en relación a la precipitación (mm).

En la figura 07 se observa que el sistema a campo abierto presentó mayor pérdida de suelo en los meses de mayo y diciembre con 223,7 y 220,7 g/18m<sup>2</sup> respectivamente, y en el sistema silvopastoril presento mayor pérdida de suelo en los meses de diciembre y mayo con 135 y 133 g/18m<sup>2</sup> respectivamente, esto se debió a la presencia de mayor cantidad de precipitación en estos dos meses y a pesar que las cantidad de precipitación son iguales para cada sistema, el sistema a campo abierto tiene mayor cantidad de pérdida de suelo, caso contrario con el sistema silvopastoril por la presencia de árboles.

En los meses de marzo y octubre, se registró menos pérdida de suelo con 30,3 y 32 g/18 m<sup>2</sup> respectivamente, en el sistema silvopastoril y en el sistema de campo abierto se registró 76,3 y 86,3 g/18 m<sup>2</sup> en los mismos meses.

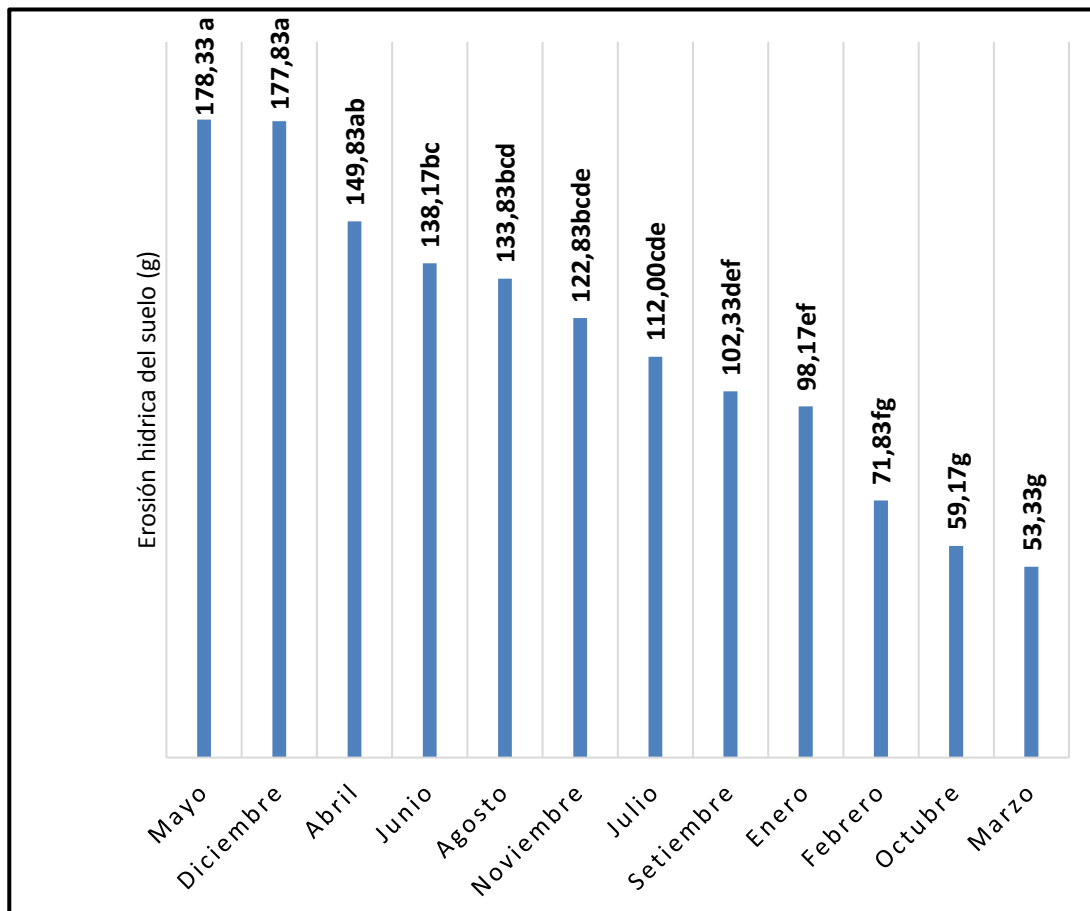
#### 4.3. Promedio mensual de erosión hídrica



**Figura N° 08:** Promedio mensual de erosión hídrica.

En la figura 08 se puede apreciar que en el sistema a campo abierto tenemos mayor promedio mensual de erosión hídrica con 145,19 gramos y en el sistema silvopastoril tenemos menor promedio mensual de erosión hídrica con 87,75 gramos.

4.4. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) de acuerdo el efecto del sistema para la erosión hídrica promedio / mes del suelo g.



**Figura N° 09:** Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) de acuerdo al mes de evaluación para el efecto de la erosión hídrica promedio / mes del suelo g.

En la figura 09 se puede observar el promedio mensual de ambos sistemas de producción de pastos, de cada mes de evaluación, siendo el mes de mayo del 2015 y diciembre del 2016 los meses con mayor promedio mensual de erosión hídrica con 178,33 y 177,83 gramos respectivamente, caso contrario con el mes de marzo del 2016 siendo el mes con menos promedio mensual de erosión hídrica con 53,33 gramos.

#### 4.5. Valoración económica del suelo por erosión hídrica

Para valorizar económicamente la pérdida del suelo por erosión se tomó la decisión de levantar información del precio de la tierra, que es comercializada en los diferentes centros comerciales, debido a que la tierra que se pierde por erosión, son similares a la tierra para jardinería; en cuanto a su riqueza mineral nutritiva y a su capacidad de absorción de agua; ya que lo que se pierde es la capa arable del suelo, que presenta una textura suelta (franco arenosa arcillosa) contenido medio de materia orgánica, Nitrógeno y Fósforo disponible así como de las bases o cationes cambiables como el calcio, magnesio y potasio, además de los micronutrientes.

**Cuadro N° 02:** Valor de mercado de tierra arable a precio de chacra.

Tratamientos	Erosión		
	Total kg/ha/año	S./Kg	Valor Total en Soles/ha/año
Sistema a Campo Abierto	967,94	0,60	580,80
Sistema Silvopastoril	585,00	0,60	351,00

Estamos seguros que, los precios de la tierra pérdida por erosión en Pomacochas, deberían tener un costo mucho mayor, debido a que si quisiéramos restaurar la calidad mineral nutritiva y de absorción de agua de estos suelos, tomaría muchos años y los costos tanto de las enmiendas como de los abonos de cualquier naturaleza, tienen mayores costos, debido a los costos de transporte, manipuleo y la utilidad de los vendedores de dichos productos.



## V. DISCUSIONES

- ✓ En la presente investigación como resultado se tiene que el mejor sistema de producción de pastos fue el sistema silvopastoril donde se obtuvo menores pérdidas de suelo por erosión hídrica con 585,1 kg/ha/año frente al sistema a campo abierto con 968 kg/ha/año, en pendientes entre 6% y 7%, en comparación a los estudios realizados por Vásquez, (2012) , en su trabajo de investigación Cuantificación de la erosión hídrica superficial en las laderas semiáridas de la sierra peruana realizada por la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú llegó a la conclusión de que la pérdida promedio del suelo por erosión hídrica en las laderas de la sierra peruana es sumamente alta, 45 ton/ha /año, para pendientes de ladera entre los 18 al 40 %, y que a mayor pendiente del terreno es mayor la pérdida de suelo por erosión hídrica y las zanjas de infiltración es una práctica efectiva para el control de la erosión y la captación de agua de lluvia en laderas.
- ✓ Las precipitaciones es la mayor causa de la pérdida de suelo por erosión hídrica los resultados de esta investigación indica que a mayor precipitación es mayor la pérdida de suelo por erosión hídrica, la precipitación total anual de esta investigación es de 1305,4 mm y la pérdida de suelo en relación a la precipitación esta en un rango de 585,1 y 968 kg/ha/año, en comparación a los estudios realizados por Almorox, Cruz, & Gascó (1994), afirma en su trabajo de investigación métodos de estimación de la erosión hídrica, que a mayor precipitación, la pérdida de suelo es mayor por la erosión hídrica por el proceso de escorrentía superficial, con una precipitación de 1400 mm la pérdida de suelo tiene un rango de 20 – 30 ton/ha /año según pendiente del terreno y cobertura del mismo.
- ✓ El sistema con mayor pérdida de suelo por erosión hídrica resultó ser el sistema a campo abierto en comparación al sistema silvopastoril que las pérdidas de suelo por erosión hídrica es menor hasta un 50%, en comparación a los estudios realizados por Padron (1996). La adopción de sistema silvopastoril como se ha comprobado ayudan a reducir al erosión hídrica hasta un 80 %.

- ✓ La valoración económica de la pérdida de suelo por erosión hídrica de esta investigación resultó que se pierde S/. 580,80/ha/año en un sistema a campo abierto y S/. 351,00/ha/año en un sistema silvopastoril con un factor de precio de S/. 0,60 por kilo de suelo perdido, en comparación a los estudios realizados por el IIAP (2014), el factor de precio es de S/. 2.50 por kilo de suelo, con este factor de precio por kilo de suelo las pérdidas económicas serán mayores.
  
- ✓ En los resultados de esta investigación el suelo perdido por erosión hídrica pierde materia orgánica y algunos nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y calcio al igual que los estudios realizados por Moreira (1991) que menciona en su trabajo de capacidad de uso y erosión de suelos, que en suelos erosionados se pierde gran cantidad de nutrientes como los macronutrientes que son nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades considerables.

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se calculó la cantidad de suelo que se pierde por erosión hídrica registrando que el sistema de producción a campo abierto obtuvo las mayores pérdidas de suelo totales con 968 kg/ha/año en comparación al sistema silvopastoril cuya cantidad de suelo perdido es de 585,1 kg/ha/año, ambas pérdidas de suelo por erosión hídrica con una precipitación anual de 1305,4 mm, esta diferencia de pérdida de suelo es básicamente por la presencia de árboles al interior del sistema considerando que las precipitaciones ocurridas durante el periodo de evaluación fueron de igual manera en ambos sistemas de producción de pastos.
- ✓ Se realizó la valoración económica del suelo perdido por erosión hídrica, obteniendo como mayor pérdida económica al sistema a campo abierto con S/. 580,80/ha/año y con una pérdida económica menor al sistema silvopastoril con S/. 351,00/ha/año, los precios de la tierra perdida por erosión hídrica en el distrito de Pomacochas debería tener un costo mucho mayor por el alto costo de restauración.
- ✓ Se idéntico la pérdida de nutrientes por efecto de la erosión hídrica, con un análisis de suelo del suelo perdido por erosión hídrica se identificó en el sistema a campo abierto que se pierde materia orgánica, nutrientes como nitrógeno 0,22%, fósforo 6,97 ppm, potasio 352,31 ppm y calcio, obteniendo también pérdidas en el sistema silvopastoril como materia orgánica y nutrientes como nitrógeno 0,26%, fósforo 7,35 ppm, potasio 370,55 ppm y calcio, en ambos sistemas registra pérdida de materia orgánica y nutrientes razón por el cual debemos tomar medidas de conservación de suelos.

## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Los productores del distrito de Pomacochas que se dedican a la producción de pastos, realizar sistemas silvopastoriles y disminuir el sistema a campo abierto porque con un sistema silvopastoril genera menos pérdida de suelo y por lo tanto menos pérdida de nutrientes.
- ✓ Pueden establecerse parcelas o terrenos con sistema silvopastoril con aliso (*Alnus glutinosa*) o especies similares ya que son especies de fácil manejo, reducen la erosión y escorrentía superficial, además es una alternativa de poseer árboles para utilizar como madera porque el sistema silvopastoril es un sistema de doble propósito.
- ✓ Realizar evaluaciones en parcelas de escorrentía con otro tipo de cobertura vegetal.
- ✓ Se debe orientar y capacitar a la población de la necesidad y ventajas de cuidar el suelo, ya que de esta manera se logrará preservar los suelos.
- ✓ Es necesario continuar con este tipo de estudio de investigación con el fin de adquirir nuevos datos y mediante estos estudios realizar prácticas de manejo sobre la erosión hídrica en sistemas de producción de pastos.

## VIII. Bibliografía

- Absalón Vásquez, V. (2012). *Cuantificación de la erosión hídrica superficial en las laderas semiáridas de la sierra peruana*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima Perú.
- Aguilera R, M., & Pineda R, M. (1999). *Evaluación del efecto de barrera viva de Gliricidia sepium sobre la erosión del suelo y la producción de granos básicos en parcelas de escurrimiento en la Cuenca El Pital*.
- Almorox, J., Cruz Díaz, M., & Gascó, J. (1994). *Métodos de estimación de la erosión hídrica*.
- Añó, C., & Peris, M. (2003). *El olivar y la lucha contra la erosión*.
- Box , G., & Hunter, W. (1989). *Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos, análisis de los datos y construcción de modelos*.
- Cairns, I., Handyside, B., Harris, M., & Lambreschtsen, N. (2001). *Soil conservation technical handbook*.
- Calle, Z., Murgueitio, E., & Chará, J. (Enero de 2012). *integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje*. Obtenido de Centro para la investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV): <http://www.fao.org/docrep/017/i2890s/i2890s06.pdf>
- Cartes, E., Martínez, M., & Mardones. (2010). *Comparación de erosión hídrica en plantaciones forestales y bosque nativo, en suelo granítico de la región del Bío-Bío, Chile*.
- CORMA Corporación Chilena de la Madera. (2005). *Contribución significativa a la sustentabilidad del Proyecto Forestal País para contrarrestar la peor calamidad ambiental de Chile, la erosión de suelo*.
- De Regoyos, M. (2003). *Metodología para la evaluación de la erosión hídrica con modelos informáticos Aplicación del modelo geowepp a dos pequeñas cuencas en Madrid*.
- Diz , R. (2008). *Métodos para evaluar normalidad y homogeneidad de varianza. Relación con el tamaño de muestra*.
- Escuela de Postgraduados. (1991). *Manual de conservación del suelo y del agua*. (México, Ed.) (tercera).
- Escuela de Postgraduados. (1997). *Manual de conservación del suelo y del agua*.
- FAO. (1980). *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*.
- FAO. (1990). *Guidelines for soil description*.

- FAO-PNUMA. (1993). *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*. Roma, Italia.
- García, J. (2006). *La erosión: Aspectos conceptuales y modelos*. En *Hidrología de superficie y conservación de suelos*.
- Gutiérrez A, M. (2004). *Simulación de la escorrentía y producción de sedimentos aplicando SWAT en las Microcuencas 7 y 13, subcuenca III, cuenca sur del lago de Managua, Nicaragua*.
- Heano, J. (2007). *Introducción al manejo de cuencas hidrográficas*.
- Hernández, S., & Gutiérrez, M. (1999). *Manejo de sistemas agrosilvopastoriles*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Honorato, R., Bárrales, L., Peña, & Barrera, F. (2001). *Evaluación del modelo Usle en la estimación de la erosión en seis localidades entre la IV Y IX Región Chile*.
- Hudson, N. (1982). *Conservación del suelo*.
- Hudson, N. (1997). *Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía*.
- Jiménez Martínez, M., García, & Rosell. (1995). *Abandono de campos de cultivo en relación con procesos de erosión y alteración de la cubierta vegetal*.
- Kirkby, M., & Morgan, R. (1984). *Erosión de suelos*.
- Lal, R. (1994). *Soil erosion by wind and water: problems and prospects*.
- León, P. (2001). *Estudio y Control de la Erosión Hídrica*.
- Llenera, C. (1988). *Uso de varillas para medir la erosión hídrica*. 47 - 57. Recuperado el miércoles de diciembre de 2016
- Matlock, H., & Reese, L. (1960). *Generalized solutions for laterally loaded piles*.
- Mendoza C, B. (1994). *Evaluación de prácticas Agroforestales de Conservación de Suelo sobre la Erosión y la Producción de Granos Básico*.
- Mintegui, J., & López, F. (1990). *La ordenación agrohidrológica en planificación*.
- Montenegro, H. (1989). *Erosión de tierras*.
- Moreira, J. (1991). *Capacidad de uso y erosión de los suelos en el valle del río Guadalquivir*.
- Morgan. (1996). *Erosión y conservación del suelo*.
- Mutchler, C., Murphree, C., & McGregor, K. (1994). *Laboratory and field plots for erosion research. In soil erosion research methods*.

- Oliva, M., & Morales, A. (2014). *Identificación botánica de especies nativas de pastos*.
- Oliva, S., Collazos, R., & Vasquez, H. (2015). *Selección, identificación y distribución de malezas (advences), en praderas naturales de las principales cuencas ganaderas de la región Amazonas. Chachapoyas*.
- Ortiz Boifacio, & Ortiz, C. (1990). *Edafología*.
- Padron, E. (1996). *Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería*.
- Pidwirny, M. (2006). *Erosion and deposition*.
- Pizarro, R. (1988). *Elementos técnicos de hidrología II (instructivos técnicos): Proyecto regional sobre uso y conservación de recursos hídricos en áreas rurales de América Latina y el Caribe*.
- Pizarro, R., & Cuitiño, H. (2002). *Método de evaluación de la erosión hídrica superficial en suelos desnudos*.
- Porta, J., & López, M. (2005). *Agenda de campo de suelos, información de suelos para la agricultura y el medio ambiente*.
- Reyes B, R. (2001). *Estimación de pérdida de suelo en la Microcuenca Wibuse-Jicaro San Dionisio, departamento de Matagalpa, utilizando cuatro modelos de predicción*.
- Rios, & Ventura. (1987). *Metodología para la estimación del riesgo de erosión hídrica*.
- Ríos, N., & Muhammad, I. (2006). *Escorrentía superficial y erosión hídrica en fincas ganaderas del trópico*.
- Roldan, A., & Trueba, D. (1978). *Factores ecológicos y sociales de la "Desertificación en México"*.
- Sachez, M. D. (1 de abril de 1998). *Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica"*. Obtenido de Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical:  
<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Sanchez1.pdf>
- Sadeghian, S., Rivera, J. M., & Gómez, M. E. (1 de abril de 1998). *Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica"*. Obtenido de Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de los suelos en los andes de Colombia:  
<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>
- SEMARNAT. (2003). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*.

- Tayupanta, J., & Córdova, J. (1990). *Algunas alternativas agronomicas y mecánicas para evitar la perdida de suelo.*
- Vega, M., & Febles, J. (2005). *Evaluation of the rainfall erosion in cattle regions from the central part of Havana province.*
- Yataco, A. (2007). *Evaluación cuantitativa de la erosión hídrica utilizando varillas de erosión, en suelos con diferentes grados de cobertura vegetal de la comunidad campesina de Yuracmayo.*



## ANEXOS

**Cuadro N° 03:** Análisis de varianza de la erosión hídrica del suelo (g) mensual en dos tipos de sistema.

<b>FV</b>	<b>SCT</b>	<b>GL</b>	<b>SCM</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Bloque	322,028	2	161,014	0,601	0,55 N.S.
Tratamiento	59397,566	1	59397,566	221,791	0,01 *
Erosión hídrica del suelo mensual	116013,278	11	10546,662	39,381	0,01 *
Error	15265,083	57	267,808		
Total	190997,944	71			

a.  $R^2$  (%) = 92,0      b. CV(%)=14,1

Como se puede observar en el cuadro N° 03, el análisis de varianza determinó significancia estadística entre los tratamientos, además de existir diferencia estadística entre los meses de evaluación de la erosión hídrica del suelo, aceptándose por lo tanto que la erosión hídrica del suelo dependen, entre otras condiciones del tipo de uso del suelo siendo sistema de uso silvopastoril y sistema a campo abierto, a su vez también depende de la época (meses).

El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue de 92,0 % y el coeficiente de variabilidad (C.V.) de 14,1%; demostrando que existe un alto grado de significancia entre los tratamientos estudiados y la erosión hídrica del suelo; estos valores se encuentran dentro del rango de aceptación para trabajos realizados en campo, corroborado a lo expuesto por Calzada (1982).

**Cuadro N° 04:** Evaluaciones quincenales de la pérdida de suelo por erosión hídrica en los dos sistemas de producción de pastos.

	TtO		CODIGO	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	TOTAL
<b>MESES / EROSIÓN EN GRAMOS</b>	<b>Año 2015</b>	<b>Octubre</b>	Octubre	12	8	9	25	28	33	<b>86</b>
			Octubre	22	28	17	61	54	58	<b>173</b>
		<b>Noviembre</b>	Noviembre	47	39	42	83	66	79	<b>228</b>
			Noviembre	52	43	55	78	63	90	<b>231</b>
		<b>Diciembre</b>	Diciembre	71	57	62	118	95	105	<b>318</b>
			Diciembre	83	76	56	123	107	114	<b>344</b>
	<b>Año 2016</b>	<b>Enero</b>	Enero	39	27	43	67	49	72	<b>188</b>
			Enero	28	33	37	71	54	69	<b>194</b>
		<b>Febrero</b>	Febrero	21	19	23	47	55	39	<b>141</b>
			Febrero	18	26	24	51	60	48	<b>159</b>
		<b>Marzo</b>	Marzo	17	10	23	34	43	51	<b>128</b>
			Marzo	19	13	9	28	41	32	<b>101</b>
		<b>Abril</b>	Abril	68	49	53	74	96	88	<b>258</b>
			Abril	76	61	58	82	101	93	<b>276</b>
		<b>Mayo</b>	Mayo	73	69	61	118	124	97	<b>339</b>
			Mayo	65	71	60	121	107	104	<b>332</b>
		<b>Junio</b>	Junio	47	56	40	86	99	92	<b>277</b>
			Junio	51	49	42	93	96	78	<b>267</b>
		<b>Julio</b>	Julio	46	53	54	62	59	61	<b>182</b>
			Julio	52	48	51	58	66	62	<b>186</b>
		<b>Agosto</b>	Agosto	57	55	52	83	77	81	<b>241</b>
			Agosto	62	59	58	76	69	74	<b>219</b>
		<b>Septiembre</b>	Septiembre	43	49	50	61	56	64	<b>181</b>
			Septiembre	37	35	41	61	58	59	<b>178</b>
	<b>Erosión</b>		<b>Total / parcela</b>	<b>1106</b>	<b>1033</b>	<b>1020</b>	<b>1761</b>	<b>1723</b>	<b>1743</b>	<b>5227</b>

**Cuadro N° 05:** Pérdida de suelo en un año en los diferentes sistemas productivos en un área de 18 m<sup>2</sup> por cada sistema.

Año	Meses	SISTEMA PRODUCTIVO	
		Sistema a campo abierto	Sistema silvopastoril
2015	Octubre	86,3	32,0
	Noviembre	153,0	92,7
	Diciembre	220,7	135,0
2016	Enero	127,3	69,0
	Febrero	100,0	43,7
	Marzo	76,3	30,3
	Abril	178,0	121,7
	Mayo	223,7	133,0
	Junio	181,3	95,0
	Julio	122,7	101,3
	Agosto	153,3	114,3
Septiembre	119,7	85,0	
<b>Total Gramos</b>		<b>1742,3</b>	<b>1053,0</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Cuadro N° 06:** Pérdida de suelo en un año en los diferentes sistemas productivos proyectado a Kilogramo por hectárea.

Año	Meses	SISTEMA PRODUCTIVO	
		Sistema a campo abierto	Sistema silvopastoril
2015	Octubre	48,0	17,8
	Noviembre	85,0	51,5
	Diciembre	122,6	75
2016	Enero	70,7	38,3
	Febrero	55,6	24,3
	Marzo	42,4	16,9
	Abril	98,9	67,6
	Mayo	124,3	73,9
	Junio	100,7	52,8
	Julio	68,1	56,3
	Agosto	85,2	63,5
Septiembre	66,5	47,2	
<b>Total Kg/ha</b>		<b>968,0</b>	<b>585,1</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Cuadro N°07:** Cuadro DHS Tukey

EV	N	Subconjunto						
		g	f	e	d	c	b	a
Marzo	6	53,33						
Octubre	6	59,17						
Febrero	6	71,83	71,83					
Enero	6		98,17	98,17				
Setiembre	6		102,33	102,33	102,33			
Julio	6			112,00	112,00	112,00		
Noviembre	6			122,83	122,83	122,83	122,83	
Agosto	6				133,83	133,83	133,83	
Junio	6					138,17	138,17	
Abril	6						149,83	149,83
Diciembre	6							177,83
Mayo	6							178,33
Sig.		.718	.079	.298	.060	.221	.184	.131

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 267,808.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 6,000

b. Alfa = .05.

**Cuadro N° 08: Análisis de suelo perdido por erosión hídrica.**



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"  
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS



**1. DATOS:**

**Propietario** : NEYSER GOÑAS GALOC  
**Departamento** : AMAZONAS  
**Distrito** : POMACOCCHAS  
**Análisis solicitado** : CARACTERIZACIÓN

**Provincia** : BONGARÁ  
**Fecha** : 15/11/16

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO:**

N° de lab.	MUESTRA	pH (1:1)	C.E (1:1) (mS/cm)	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC meq/100g	Cationes cambiables					Suma de Cationes meq/100g	Suma de Bases meq/100g	% Sat De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>			
1195	SAC	6.02	0.45	6.97	352.31	2.50	4.31	0.22	56.7	13.3	30.0	Fr.Ar.A	32.80	27.80	2.21	0.59	0.33	0.04	30.97	30.93	94
1196	SSP	5.28	0.43	7.35	370.55	3.00	5.17	0.26	50.7	17.3	32.0	Fr.Ar.A	28.00	16.67	2.70	0.79	0.40	0.11	20.66	20.56	73

A.=Arena; A.Fr.=Arena Franca; Fr.A.=Franco Arenoso; Fr.=Franco; Fr.L.=Franco Limoso; L=Limoso; Ar.=Arcilloso  
 Fr.Ar.A.=Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar.=Franco Arcilloso; Fr.Ar.L.=Franco arcillo Limoso; Ar.A.=Arcillo Arenoso; Ar.L.=Arcillo Limoso

UNIVERSIDAD NACIONAL  
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
 LABISAG  
 Ing. Leidy Chérrez Bobadilla Rivera  
 RESPONSABLE DEL AGUA DE SUELOS

## PANEL FOTOGRAFICO



**Fotografía 01:** Instalación de parcelas experimentales.



**Fotografía 02:** separación del suelo erosionado.



**Fotografía 03:** peso de suelo erosionado en sistema silvopastoril.