

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**"Estado Actual de Conservación en Comunidades Vegetales, del Sector  
San Bernardo Distrito Laberinto, Provincia Tambopata, Departamento de  
Madre de Dios"**

**TESIS PRESENTADA POR:**

Bachiller: BEJAR CHURA, Nino

Bachiller: PILLCO SARDÓN, Nery  
Mercedes

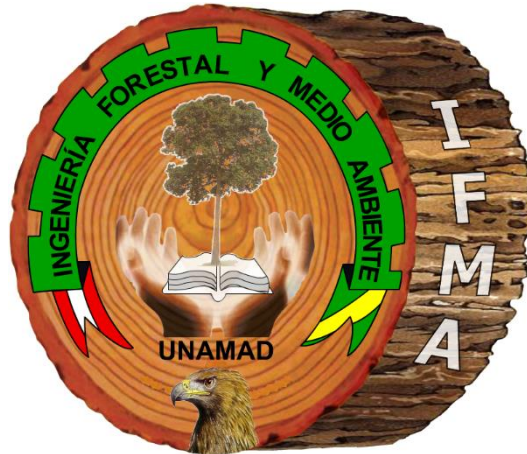
PARA OPTAR AL TÍTULO  
PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO  
AMBIENTE

ASESOR: Dr. DUEÑAS LINARES,  
Hernando Hugo.

PUERTO MALDONADO, 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**"Estado Actual de Conservación en Comunidades Vegetales, del Sector  
San Bernardo Distrito Laberinto, Provincia Tambopata, Departamento de  
Madre de Dios"**

**TESIS PRESENTADA POR:**

Bachiller: BEJAR CHURA, Nino

Bachiller: PILLCO SARDÓN, Nery  
Mercedes

PARA OPTAR AL TÍTULO  
PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO  
AMBIENTE

ASESOR: Dr. DUEÑAS LINARES,  
Hernando Hugo.

PUERTO MALDONADO, 2019

## DEDICATORIAS

### *Dedicatoria*

*La presente tesis se la dedico a mi Madre Dora Chura Ferrazas, a mi Padre Lucas Bejar Huamán, por brindarme los recursos necesarios, su comprensión, sus consejos y su apoyo constante muy a pesar de las adversidades siempre estuvo apoyándome para alcanzar mis objetivos y por todo ese amor que me expresan a diario. Así mismo al resto de mi familia y amigos que de alguna manera me han apoyado con sus conocimientos y sabios consejos, que de alguna manera han contribuido con un grano de arena en la culminación de este trabajo.*

*Nino Bejar Chura*

*Esta tesis se la dedico a mis padres: Venancio Pillco Duran y Juana Sardón Quispe, por brindarme su amor, comprensión y paciencia para poder alcanzar mis propósitos. También a mis hermanos Willter y Carlos por su apoyo moral y constancia la cual ha permitido que logre culminar mis estudios superiores. A mis amigos de la vida y compañeros todos que siempre me apoyaron y compartieron momentos importantes en esta vida cotidiana.*

*Nery Mercedes Pillco Sardón*

## AGRADECIMIENTOS

El inspirador para realizar este trabajo de investigación es dios y a él le agradecemos por darnos fuerza para seguir en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

También agradecemos infinitamente por su amor, trabajo y sacrificio a nuestros padres ya que en todo este tiempo, nos ayudaron a llegar a este momento y encaminarnos con sus enseñanzas. Nos sentimos orgullosos y con gran privilegio de ser sus hijos. Claro, porque no mencionar a estas personas muy importantes en nuestras vidas, a nuestros hermanos (as) por caminar con nosotros, acompañándonos y por el apoyo con sus consejos, que nos compartieron en todo este tiempo de nuestras vidas.

A todas las personas que nos ayudaron con este proyecto para construirlo con éxito en especial a los que nos compartieron su conocimiento.

A la Universidad Amazónica de Madre de Dios, por ser nuestra Alma Mater; y por ofrecernos todas las facilidades en los años de estudios de Pre-Grado en la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales, en nuestra superación y personal.

A todos los docentes Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, del Departamento de Ciencias Básicas por mi formación científica, a los compañeros de estudios por brindarnos sus experiencias, enseñanzas y amistad.

Un reconocimiento especial al Dr. Hernando Hugo Dueñas Linares por la asesoría con la presente tesis y por su amistad en todos estos años, por su incesante apoyo en la realización de la tesis, al M.Sc. Jorge Santiago Garate Quispe, por su soporte en el momento del análisis de los datos; por sus recomendaciones y contribuciones en la investigación de la tesis. A Sufer Báez Quispe, al equipo que colaboró con el trabajo de campo: Edgar Cusi Auca, Anatoly Cárdenas Medina, Robert Tambet

Moque, Frank Valera Ttito, Luis Siani Maro, entre otros, y a todo el equipo de investigación.

A los miembros que integran la Comunidad de San Bernardo, por habernos permitido la realización de este importante proyecto de investigación, cuyos resultados serán compartidos con ellos.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
<b>CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.2.1. Pregunta General.....	1
1.2.2. Preguntas Específicas.....	2
<b>1.3. OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
<b>1.4. VARIABLES.....</b>	<b>3</b>
1.4.1. Variables independientes.....	3
1.4.2. Variables Dependientes.....	3
<b>1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>4</b>
1.5.1. Variable independiente:.....	4
<b>1.6. HIPÓTESIS.....</b>	<b>6</b>
1.6.1. Hipótesis General.....	6
<b>1.7. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>6</b>
1.7.1. Social.....	6
1.7.2. Económica.....	7
1.7.3. Ambiental.....	7
1.7.4. Investigación.....	7

1.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	8
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS.....	9
2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL.....	9
2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.....	11
2.2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	15
2.3.1. La erosión laminar.....	15
2.3.2. La erosión del arroyuelo.....	15
2.3.3. La erosión de cárcavas.....	15
2.3.4. Comunidad Vegetal.....	15
2.3.5. Bosque.....	16
2.3.6. Bosque Primario.....	16
2.3.7. Bosque Plantado.....	16
2.3.8. Árbol.....	16
2.3.9. Arbusto.....	16
2.3.10. Degradación de los Bosques.....	16
2.3.11. Deforestación.....	17
2.3.12. Infiltración.....	17
2.3.13. Erosión.....	17
2.3.14. Lixiviación:.....	18
2.3.15. Tasa de infiltración.....	18
2.3.16. Escorrentía.....	18
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>19</b>
3.1. TIPO DE ESTUDIO.....	19



<b>3.2. DISEÑO DEL ESTUDIO.</b> .....	19
<b>3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.</b> .....	19
<b>3.3.1. Población.</b> .....	19
<b>3.3.2. Muestra y Unidades de Muestreo.</b> .....	19
<b>3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS.</b> .....	20
<b>3.4.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	20
<b>3.4.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.</b> .....	22
<b>3.4.3. METODOLOGÍA DE CAMPO.</b> .....	23
<b>3.4.4. TIPO, TAMAÑO, FORMA Y DISEÑO DE LA PARCELA.</b> .....	23
<b>3.4.5. FASE DE INVENTARIO.</b> .....	25
<b>3.4.6. INSTALACIÓN DE PARCELAS.</b> .....	26
<b>3.4.7. TOMA DE DATOS EN EL CAMPO.</b> .....	26
<b>3.4.8. MEDICIONES DE NIVEL DE PARCELA.</b> .....	26
<b>3.4.9. MEDICIONES DE VEGETACIÓN.</b> .....	27
<b>3.4.10. MUESTREO DE SUELO.</b> .....	27
<b>3.4.11. MEDICIONES DE CAMPO.</b> .....	27
<b>3.5. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.</b> .....	37
<b>3.5.1. Análisis de Datos</b> .....	37
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	40
<b>CONCLUSIONES</b> .....	63
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	64
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	65
<b>ANEXOS</b> .....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representación del diseño de la población y muestra definida en el presente estudio .....	20
Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio. ....	21
Figura 3. Tipo, tamaño, forma y diseño de la parcela.....	24
<b>Figura 4.</b> Diseño de diagrama radial de brazo de 0.1 ha. Las mediciones de Georeferenciación e infiltración deben completarse en el centro de la parcela (subparcela 1). Los círculos discontinuos representan subparcelas de 0,01 ha en las que se realizan observaciones de la superficie del suelo y de la vegetación. $r$ es el radio de la subtrama, $d$ es la distancia entre los puntos centrales de la subtrama. ....	25
<b>Figura 5.</b> Cilindro para prueba de infiltración .....	29
<b>Figura 6.</b> Posición topográfica .....	31
Figura 7. Placa para muestreo de suelo .....	33
<b>Figura 8.</b> Sub parcela, forma de medición de árboles. ....	35
<b>Figura 9.</b> Gráfico de barras del tipo de erosión y porcentaje de frecuencia en las parcelas evaluadas. ....	42
<b>Figura 10.</b> Gráfico de barras de las 10 especies más abundantes en aguajales..	44
<b>Figura 11.</b> Gráfico de barras de las 10 especies más abundantes en los bosques en planicies no inundables.....	44
<b>Figura 12.</b> Gráfico de barras de las 10 especies más abundantes en los bosques en planicies no inundables.....	45
<b>Figura 13.</b> Gráfico de barras de las 10 especies más abundantes en la comunidad vegetal de complejo purma chacra .....	45
<b>Figura 14.</b> Análisis de conglomerados jerárquicos de la composición florística de la comunidades evaluadas utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (correlación cofenética de 0,92) y como método de agrupamiento UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages). ....	49

<b>Figura 15.</b> Gráfico de barras de la tasa de infiltración promedio (mm/hora) en 3 comunidades vegetales de Madre de Dios. Las líneas verticales y los bigotes representan el error estándar. ....	51
<b>Figura 16.</b> Curva de infiltración en la comunidad vegetal Bosque no inundables. ....	52
<b>Figura 17.</b> Curva de infiltración en la comunidad vegetal Complejo de Chacras y Purmas .....	53
<b>Figura 18.</b> Curva de infiltración en la comunidad vegetales densas de planicies inundables.....	54
<b>Figura 19.</b> Comparación de curvas de infiltración en tres comunidades vegetales de Madre de Dios .....	55
<b>Figura 20.</b> Gráfico de barras para la comparación de la infiltración promedio en el suelo según el porcentaje de arena, limo y arcilla. ....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción detallada de la operacionalización de variables para el presente estudio. ....	4
<b>Tabla 2.</b> Resumen de la frecuencia de actividades que generan impactos en las comunidades vegetales evaluadas. ....	41
<b>Tabla 3.</b> Estadísticos descriptivos (promedio $\pm$ desviación estándar) y comparación de los atributos florísticos entre las comunidades evaluadas. Letras diferentes indican una diferencia significativa en los valores promedios, según la post prueba de Tukey del análisis de varianza (ANOVA).....	43
<b>Tabla 4.</b> 15 especies mas importantes en los aguajales, de acuerdo al índice de importancia. ....	46
<b>Tabla 5.</b> 15 especies mas importantes en el cluster 5, de acuerdo al índice de importancia. ....	47
<b>Tabla 6.</b> 15 especies mas importantes en el cluster 7, de acuerdo al índice de importancia. ....	47
<b>Tabla 7.</b> 15 especies mas importantes en el cluster 10, de acuerdo al índice de importancia. ....	48
<b>Tabla 8.</b> Matriz de correlación entre la tasa de infiltración y los atributos florísticos de los sitios evaluados. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Los valores del triángulo inferior de la matriz representan a los coeficientes de correlación de Pearson. * P-value < 0.10; ** * P-value < 0.05 y *** P-value < 0.01. ....	56
<b>Tabla 9.</b> Resultados de la caracterización físico-química del suelo en los bosques no inundables (clúster 5), complejo de chacra-purmas (clúster 7) y los bosques inundables (clúster 10).....	57
<b>Tabla 10.</b> Comparación de las características físico-químicas del suelo de 3 comunidades vegetales estudiadas en Madre de Dios. Los asteriscos diferencian a las pruebas estadísticas utilizadas, * = ANOVA y ** = Kruskall-Wallis. Letras diferentes indican una diferencia estadísticamente significativa. ....	58
<b>Tabla 11.</b> Resultados de la caracterización físico-química del suelo del aguajal. ....	59

<b>Tabla 12.</b> Matriz de correlaciones entre los atributos florísticos y las características físico-químicas del suelo en las comunidades vegetales estudiadas. ....	62
--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Mapa de ubicación del ámbito de estudio.....	72
<b>Anexo 2.</b> Mapa de tipo de fisiografía del área de estudio.....	73
<b>Anexo 3.</b> Mapa de tipo de suelo del área de estudio. ....	74
<b>Anexo 4.</b> Mapa de tipo de vegetación del área de estudio. ....	75
<b>Anexo 5.</b> Ubicación del área de estudio.....	76
<b>Anexo 6.</b> Ubicación del área de estudio en campo. ....	76
<b>Anexo 7.</b> Muchos de los plots de estudio se ubicaron en predios agrícolas aledaños a la carretera interoceánica, en la fotografía se observa el desplazamiento a un clúster.....	77
<b>Anexo 8.</b> En el área de estudio se identificó la fisiografía Terrazas Altas Ligeramente Disectadas (fuente: MacroZEE MDD) con un 94 % del total del área de estudio, como se observa en la fotografía. ....	78
<b>Anexo 9.</b> En el área de estudio dentro de la vegetación se identificó comunidades pantanosas de palmeras <i>Mauritia flexuosa</i> o aguajales con un 3 %. ....	78
<b>Anexo 10.</b> Para la configuración de la trama se empleó una wincha métrica de 25 metros, para medir desde el punto central de la parcela hasta el centro de la subparcela. ....	79
<b>Anexo 11.</b> Para la toma de datos de vegetación se empleó una escala de calificación según Braun Blanquet (1928) .....	79
<b>Anexo 12.</b> Para el muestreo de suelo se empleó un barreno metálico marcado a 20, 50, 80 y 110 cm. ....	80
<b>Anexo 13.</b> Para separar las muestras de 20, 50, 80 y 110 cm., se empleó baldes para luego hacer las pruebas de textura y poder llevar a un laboratorio.....	80
<b>Anexo 14.</b> Para las pruebas de infiltración se empleó un infiltrómetro de un solo anillo, una regla milimetrada, un reloj cronómetro, una hoja de registro de campo de infiltración, galoneras de 5 gl.y un martillo.....	81
<b>Anexo 15.</b> Realizando la prueba de infiltración, en la fotografía se aprecia el llenado con agua del infiltrómetro para el inicio de la prueba.....	81

- Anexo 16.** En el inventario de la flora se empleó el método T – Cuadrado, que consiste en medir las distancias de los individuos de árboles y arbustos para conocer la distribución de la vegetación. .... 82
- Anexo 17.** Es importante la determinación de especie de los individuos y conocer la taxa correspondiente, esto permite un buen procesamiento de la información para obtener los índices de diversidad y composición florística. .... 82
- Anexo 18.** Análisis de caracterización físico-química del suelo ..... 83

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue de determinar la relación que existe entre la degradación del suelo, la infiltración de agua, la vegetación y el estado actual de conservación de las comunidades vegetales en el Sector San Bernardo del distrito de Laberinto, Provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios. La población de estudio está representada por una parcela de 10 km x 10 km. distribuida en 4 tipos de comunidades vegetales. La muestra fue seleccionada al azar, está constituida por 160 parcelas de 0,1 ha, y 4 sub-muestras de 0,01 ha respectivamente. Los datos obtenidos fueron procesados con la ayuda de los programas Excel y SPSS, Past, versión 3,2. StimatS versión 9,1 (Colwell 2013). Para calcular la relación entre la degradación del suelo y el estado actual de las comunidades vegetales, se ha calculado en base a la frecuencia de las actividades que generan las diferentes actividades antropogénicas, en las diferentes comunidades vegetales evaluadas, tomando como base una escala de valores cualitativo de 0 a 3. Para el cálculo de la erosión en las diferentes comunidades vegetales, se utilizó la estadística descriptiva, utilizando gráfico de barras del tipo de erosión y porcentajes de frecuencias en las parcelas evaluadas. Para calcular la relación que se presenta entre la vegetación y la infiltración de agua en las comunidades vegetales (abundancia, riqueza y diversidad de especies Shannon y Fisher), utilizamos estadísticos descriptivos (promedio  $\pm$  desviación estándar) y comparación de los atributos florísticos entre las comunidades evaluadas. Para calcular la diferencia significativa en los valores promedios, utilizamos las post prueba de Tukey, del Análisis de Varianza (ANOVA). Se evaluaron las diferentes comunidades vegetales y se construyó una base de datos, utilizando diferentes matrices de doble entrada y se calcularon en base a estadística descriptiva y estadística paramétrica y no paramétrica, utilizando el software Paleontological Statistics versión 3.16. Para evaluar el análisis de conglomerados jerárquicos de la composición florística de las comunidades evaluadas utilizamos la formula del índice de similitud de Bray-Curtis (correlación cofenética de 0,92) y como método de agrupamiento UPGMA. Para calcular la relación entre los atributos florísticos y la infiltración, construimos una matriz de correlación entre la tasa de infiltración y los



atributos florísticos de los sitios evaluados. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Para calcular la Tasa de Infiltración del agua y su influencia en los suelos en las comunidades vegetales, se realizó una caracterización físico-química de los suelos en las diferentes parcelas. Utilizamos la prueba No paramétrica de Kuskall Wallis o ANOVA.

Palabras clave: Degradación, erosión, infiltración, riqueza, diversidad, composición florística.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the relationship between soil degradation, water infiltration, vegetation and the current state of conservation of plant communities in the San Bernardo Sector of the Labyrinth District, Province of Tambopata, Department of Madre de Dios. The study population is represented by a plot of 10 km x 10 km. distributed in 4 types of plant communities. The sample was randomly selected, consisting of 160 plots of 0.1 ha, and 4 sub-samples of 0.01 ha respectively. The data obtained were processed with the help of the Excel and SPSS programs, Past, version 3.2. StimateS version 9.1 (Colwell 2013). To calculate the relationship between soil degradation and the current state of plant communities, it has been calculated based on the frequency of the activities generated by the different anthropogenic activities, in the different plant communities evaluated, based on a scale of values qualitative from 0 to 3. For the calculation of erosion in the different plant communities, descriptive statistics were used, using bar graph of erosion type and frequency percentages in the evaluated plots. To calculate the relationship between vegetation and water infiltration in plant communities (abundance, richness and diversity of Shannon and Fisher species), we use descriptive statistics (average  $\pm$  standard deviation) and comparison of floristic attributes between communities evaluated. To calculate the significant difference in the average values, we use the Tukey post test of the Analysis of Variance (ANOVA). The different plant communities were evaluated and a database was constructed, using different double-entry matrices and they were calculated based on descriptive statistics and parametric and non-parametric statistics, using the Paleontological Statistics software version 3.16. To evaluate the analysis of hierarchical conglomerates of the floristic composition of the communities evaluated we use the Bray-Curtis similarity index (0.92 co-genetic correlation) and as a UPGMA clustering method. To calculate the relationship between floristic attributes and infiltration, we constructed a correlation matrix between the infiltration rate and the floristic attributes of the sites evaluated. Pearson's correlation coefficient was used. To calculate the Water Infiltration Rate and its influence on the soils in the plant communities, a physical-chemical characterization of the soils in the different plots was carried out. We use the non-parametric test of Kuskall Wallis or ANOVA.

**Keywords:** Degradation, erosion, infiltration, wealth, diversity, floristic composition.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo nos permite tener una visión amplia de lo que acontece actualmente en cuanto a la conservación del sector San Bernardo ubicado en el kilómetro 30 de la carretera Interoceánica Sur Puerto Maldonado – Cusco del departamento de Madre de Dios, que viene perdiendo vegetación y degradando sus suelo por actividades económicas no organizadas como la minería Informal, la deforestación por agricultura sin planificación y la tala ilegal; tanto así que a la fecha se ha perdido grandes cantidades de hectáreas de bosque. Áreas donde se ha perdido la calidad de sitio y se puede ver que es imposible realizar actividades económicas (agricultura, ganadería, plantaciones forestales, etc.) causando perjuicios socioeconómicos y ambientales hacia nosotros mismos. Sabiendo que dicha acción para recuperar estas áreas demandara el compromiso de la población y en especial de los propietarios de estas tierras.

Debido a la expansión urbana de manera desordenada y actividades como la agricultura migratoria, minería informal, entre otras, se viene destruyendo zonas boscosas las cuales repercuten en las características y propiedades del suelo, ocasionando la pérdida, erosión y degradación de esta. El Perú tiene un 54 % del territorio en degradación moderada, severa y muy severa, y si hacemos una comparación con Chile, Brasil, México, Holanda, Noruega, Egipto, estamos muy altos con estas cifras (programa presupuestal multisectorial 2013, MINAGRI). Por tal motivo es muy importante conocer la situación actual de los suelos en el Perú y sobre todo en nuestra región.

El Proyecto de Agroforestería para Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (Proyecto ABES), lanza una solución propuesta llamado **”Restauración y Conservación de la Biodiversidad en el Salvador Mediante la Adaptación y Diseminación de un Sistema Agroforestal de Tala y Cobertura”** que fue elaborado pensando en pequeños agricultores que viven de la agricultura de subsistencia de siembra de maíz y frijol, también para la degradación de suelos y la

inseguridad de alimentos, también por el inadecuado uso de los suelos en áreas con pendiente elevada, poco conocimiento para el manejo adecuado de suelos y agua, uso inapropiado de tecnología y por ende esto contribuye a la deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión de suelo, eliminación de nutrientes del suelo que finalmente bajan la productividad y rendimientos. Para poder iniciar con este trabajo fue necesario contar con información y un diagnóstico de la zona, es así que se aplicó una metodología de levantamiento de información y así crear una línea base, para este caso se empleó un estudio y colección de datos en escala múltiple jerárquico llamado Marco de Vigilancia y Degradación de Suelo (The Land Degradation Surveillance Framework – LDSF), esta metodología selecciona sitios al azar en una región o cuenca hidrográfica o pueden representar áreas de actividades planificadas o intervenidas (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

Esta metodología fue aplicada en el sector San Bernardo ubicado en el kilómetro 31 de la carretera Interoceánica Sur Puerto Maldonado – Cusco del distrito Tambopata e Inambari; los clúster se ubicaron a ambos márgenes de la carretera Interoceánica Sur permitiendo la accesibilidad, se tramitó el permiso para ingresar a los distintos lugares, ya que identificó predios agrícolas y una concesión Forestal donde se ubicaron los distintos clúster, de acuerdo a la información de la Macro Zonificación Ecológica y Económica de 2008 para nuestro ámbito de estudio le corresponde 4 unidades de vegetación: Complejos de chacras y purmas, Bosques no inundables, Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o aguajales y Comunidades densas de planicies inundables.

De acuerdo a los resultados encontrados para el estado actual de las comunidades vegetales en el Impacto en el hábitat no se ha registrado impacto de las actividades urbanas, industria, erosión, vegetación exótica, ni impactos de la recolección de leña en los sitios evaluados; por otro lado, los valores promedio de riqueza y diversidad de especies (índice de Shannon) fueron estadísticamente superior en el bosque en planicies no inundables, con respecto a los bosques inundables, aguajal y complejos purmas chacras. Para las pruebas de infiltración los valores promedio de infiltración

fueron inferiores en la comunidad vegetal de complejo de chacras y purmas. También se determinó que los bosques inundables presentaron los porcentajes más elevado de arena en el suelo, y significativamente diferente de los bosques no inundables. En los bosques densos no inundables, los suelos fueron más ácidos que las otras dos comunidades estudiadas. Mientras que el complejo purma-chacra presentó niveles superiores de pH ( $> 4,5$ ).

## **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

### **1.1. Descripción del problema**

Debido a la expansión urbana de manera desordenada y actividades como la agricultura migratoria, minería informal, entre otras, se viene destruyendo zonas boscosas las cuales repercuten en las características y propiedades del suelo, ocasionando la pérdida, erosión y degradación de esta. El Perú tiene un 54 % del territorio en degradación moderada, severa y muy severa, y si hacemos una comparación con Chile, Brasil, México, Holanda, Noruega, Egipto, estamos muy altos con estas cifras (programa presupuestal multisectorial 2013, MINAGRI). Por tal motivo es muy importante conocer la situación actual de los suelos en el Perú y sobre todo en nuestra región.

La cobertura vegetal previene la degradación del suelo y la creación de costras que disminuyen la infiltración del agua, reducen la velocidad de escorrentía, la concentración y el tamaño de sedimentos desplazados y por consecuencia las tasas de pérdida de agua y suelo (infomaderas.com).

Es por eso que la cobertura vegetal es muy importante para la conservación del suelo, ya que esta se manifiesta con una buena infiltración de agua.

### **1.2. Formulación del problema**

#### **1.2.1. Pregunta General.**

- a) ¿Qué relación se presenta entre la degradación del suelo, la infiltración de agua, la vegetación y el estado actual de conservación de las comunidades vegetales en el Sector San Bernardo del distrito de Laberinto, Provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios?

### **1.2.2. Preguntas Específicas.**

- a) ¿En qué medida influye la degradación del suelo en el estado actual de la cobertura vegetal?
- b) ¿Qué relación se presenta entre la vegetación y la infiltración de agua?
- c) ¿En qué se diferencia la tasa de infiltración del agua en las comunidades vegetales?
- d) ¿Qué relación existe entre la diversidad, composición florística y las características físico-químicas del suelo en las comunidades vegetales?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General.**

- a) Determinar la relación que existe entre la degradación del suelo, la infiltración de agua, la vegetación y el estado actual de conservación de las comunidades vegetales en el Sector San Bernardo del distrito de Laberinto, Provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- a) Evaluar la relación entre la degradación del suelo y en el estado actual de las comunidades vegetales del sector San Bernardo, distrito Laberinto, provincia Tambopata, departamento Madre De Madre.
- b) Determinar la relación que se presenta entre la vegetación y la infiltración de agua en las comunidades vegetales del sector San Bernardo, distrito Laberinto, provincia Tambopata, departamento Madre De Madre.
- c) Determinar la tasa de infiltración de agua y su influencia en los suelos en las comunidades vegetales del sector San Bernardo,

distrito Laberinto, provincia Tambopata, departamento Madre De Madre.

- d) Analizar la relación que existe entre la diversidad, composición florística y las características físico-químicas del suelo en comunidades vegetales del sector San Bernardo, distrito Laberinto, provincia Tambopata, departamento Madre De Madre.
- e) Evaluar la estructura de la vegetación y su relación con la riqueza, diversidad, abundancia, frecuencia y dominancia en comunidades vegetales del sector San Bernardo, distrito Laberinto, provincia Tambopata, departamento Madre De Madre.

## **1.4. Variables**

### **1.4.1. Variables independientes.**

- a) Suelo.
- b) características físico-químicas del suelo.
- c) Infiltración del agua.
- d) Degradación de suelos (erosión)

### **1.4.2. Variables Dependientes.**

- a) Estado de conservación de las comunidades.
- b) Vegetación o Cobertura vegetal.
- c) Riqueza de especies.
- d) Diversidad y composición florística
- e) Índice de Valor de Importancia (IVI)



## 1.5. Operacionalización de variables

### 1.5.1. Variable independiente:

**Tabla 1.** Descripción detallada de la Operacionalización de variables para el presente estudio.

N°	Variables	Indicadores	Criterio	Definición Operacional
1	<b>Variable Independiente 1:</b> Suelo y nutrientes.	Características física y químicas del suelo	Análisis de laboratorio físico y químico de los suelos.	<p><b>Se determinará el análisis físico del suelo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El color, • Distribución del tamaño de las partículas, • Consistencia, • Textura, • Estructura, • Porosidad.</li> </ul> <p><b>Se determinará el análisis químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH, • Materia orgánica, • Capacidad de intercambio iónico, • Sales solubles y óxidos amorfos-sílice aluminio y óxidos de fierro libres.</li> </ul>
2	Variable Independiente 2: Infiltración de agua.	Tasa de infiltración de los suelos en las comunidades vegetales.	Cálculo de la tasa de infiltración de los suelos en las comunidades vegetales.	<p>La infiltración, generalmente se define como el ingreso de agua dentro del perfil del suelo de forma vertical (Delgadillo y Perez, 2016).</p> <p><b>Velocidad de infiltración.</b> Puede definirse como la capacidad de ingreso de agua de un terreno desde la superficie hasta el interior. Entonces podemos decir que es la relación entre la lámina de agua infiltrada y el tiempo que tarda de ingresar esa lámina. Generalmente se expresa en cm/h ó mm/min (Delgadillo y Perez, 2016)</p>
3	Variable Independiente 3: Degradación del suelo	Estimación de la degradación: grado o % de erosión del suelo, déficit hídrico, desertificación, pérdida de productividad en suelos de las comunidades vegetales.	Cálculo del grado de degradación de los suelos en las comunidades vegetales.	Es definida por Blum (1998) como un desbalance de algunas de las funciones del suelo que es consecuencia del daño físico, químico y biológico, y hasta llegar a extinguirlo (López, 2002).

4	Variable dependiente 1: Estado de conservación de las comunidades vegetales.	Grado de Conservación de las comunidades vegetales.	Cuantificación de grado de conservación de las comunidades vegetales.	El estado de conservación de las comunidades vegetales, implica la estructura fisonómica estructural de la vegetación: estratificación vertical y horizontal.
5	Variable dependiente 2: Calidad de sitio	Estimación de la calidad de sitio: índice de calidad de sitio de las comunidades vegetales.	Cuantificación del índice de calidad de sitio de las comunidades vegetales.	Construir curvas con los resultados de los índices de sitio, empleando la data de las alturas dominantes de las especies más frecuentes o representativas de árboles. La edad promedio considerado fue de 15 años ya que de acuerdo a los resultados es la edad más representativas. Para esta metodología se revisó lo propuesto por Clutter et al. (1983), y se adaptaron las curvas del índices de sitio (Otárola, Freitas, Linares y Baluarte, 2001).
6	Variable dependiente 3: *Diversidad específica.	Cuantificación del número de especies:	Cálculo de diferentes índices: Riqueza de especies, Margalef, Menhinick, etc.	<b>La diversidad alfa</b> , se considera a la riqueza de especies de una comunidad en común a la que se tomó como homogéneas. (Whittaker, 1972).
	*Composición florística	Estructural de la Comunidad:	Índice de abundancia proporcional: se considera al índice de Dominancia de Simpson., también al Índice de equidad propuesta por Shannon-Wiener.	Se considera a la distribución proporcional del valor de importancia de cada una de las especies (abundancia relativa de los individuos de una comunidad)
		Cuantificación descriptiva de la flora.	% de familias, géneros y especies	Diferentes categorías taxonómicas.
	*Índice de Valor de Importancia.	Cuantificación de la dominancia relativa, frecuencia relativa y abundancia relativa.	Cálculo de índice de Valor de Importancia.	Es el óptimo de crecimiento ecológico de las especies en una comunidad vegetal.
	*Índice de diversidad Beta.	Cuantificación del grado de cambio o reemplazo en la composición de especies.	Cálculo del índice de similitud de Jaccard, Bray-Curtis, etc.	O también llamado Diversidad beta y se considera al grado de cambio o sustitución en la composición de especies de dos comunidades de en un paisaje. (Whittaker, 1972)

## 1.6. Hipótesis.

### 1.6.1. Hipótesis General.

**H<sub>i</sub>:** El grado de degradación de suelos y el índice de infiltración de agua en las comunidades vegetales influyen en el estado actual de conservación de las comunidades vegetales en el Sector San Bernardo del distrito de Laberinto, Provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

**H<sub>0</sub>:** El grado de degradación de suelos y el índice de infiltración de agua en las comunidades vegetales no influyen en el estado actual de conservación de las comunidades vegetales en el Sector San Bernardo del distrito de Laberinto, Provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

## 1.7. Justificación.

### 1.7.1. Social.

Este trabajo nos permite tener una visión general de la situación actual de conservación del departamento de Madre de Dios, que viene perdiendo gran cantidad de vegetación y degradando el suelo por actividades económicas no organizadas como la minería Informal, la deforestación por agricultura no organizada y la tala ilegal; tanto así que a la fecha se ha perdido grandes cantidades de hectáreas de bosque. Áreas donde se ha perdido la calidad de sitio y se puede ver que es imposible realizar actividades económicas (agricultura, ganadería, plantaciones forestales, etc.) Causando perjuicios socioeconómicos y ambientales hacia nosotros mismos. Sabiendo que dicha acción para recuperar estas áreas demandara el compromiso de la población y en especial de los propietarios de estas tierras.

Por otro lado en nuestra zona se evidencia que por la falta de cobertura vegetal, las lluvias erosionan los suelos, poniendo en riesgo la integridad física y material de las personas que viven en dichos lugares. Un claro ejemplo de esto se evidencio en el sector del cono norte de la ciudad de Puerto Maldonado. Colocar mapa de riesgo PEM.

#### **1.7.2. Económica.**

Es importante conocer la diversidad funcional que hay entre: suelo, vegetación y la infiltración de agua. Porque así podremos determinar cuál es la aptitud de un determinado lugar para así determinar actividades económicas como la agricultura, plantaciones forestales, agroforestales, ganadería, piscicultura, entre otras.

#### **1.7.3. Ambiental.**

Uno de los principales problemas es la poca información sobre el comportamiento de los ecosistemas, razón por la cual no se puede tomar decisiones específicas sobre el uso adecuado del suelo, es por eso que este trabajo nos permitirá conocer el estado actual de los ecosistemas en cuanto a la salud del suelo y la vegetación.

Este trabajo contribuirá a conocer estas áreas aún ricas en biodiversidad y por ende tomar conciencia sobre la conservación de los bosques con gran potencial en biodiversidad de flora y fauna.

#### **1.7.4. Investigación.**

Este proyecto de investigación será de mucha importancia, ya que nos permitirá conocer el comportamiento del suelo en distintas comunidades vegetales y poder tomar decisiones apropiadas sobre la administración del suelo.

Las comunidades vegetales evaluadas podrían presentar variabilidad en cuanto a especies de flora, y a través de este trabajo se encontrará la influencia del suelo en la calidad del suelo. Por consiguiente, serán útiles para darle un uso adecuado al suelo.

También servirá como iniciativa para realizar investigaciones en otros campos o materias en diversos ámbitos profesionales, así como: forestales, biólogos, agrónomos y ecólogos, ya que al conocer el estado de suelo en las distintas comunidades vegetales se generan más incógnitas para los distintos profesionales mencionados.

### **1.8. Consideraciones éticas.**

Con respecto a la Ley General del Ambiente N° 28611.  
Se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a)** Se tendrá respeto al medio ambiente, los ecosistemas y los procesos ecológicos esenciales.
- b)** Se llevará la investigación con responsabilidad social y ambiental.
- c)** La información obtenida no será manipulada de acuerdo a conveniencia particular.
- d)** Se tomarán las medidas pertinentes para evitar el deterioro del ambiente y los ecosistemas.
- e)** El trabajo de investigación no tendrá más del 20% de información bibliográfica y/o antecedentes del estudio.
- f)** Fomentar el respeto, la salvaguarda y uso más amplio de los conocimientos colectivos del uso de recursos por los pobladores locales.
- g)** Procurar que se compartan de manera justa y equitativa beneficios del uso de los resultados para la población y la comunidad científica.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de estudios

#### 2.1.1. Antecedentes a nivel internacional.

- a) Zapata y Manzano (2008). Los modelos planteados por Kostiakov, Philips, Horton, y Green y Ampt, donde mencionan que las fórmulas de infiltración de agua en el suelo son dependientes de un dato puntual, presenta sesgos ya que no consideran la influencia de los árboles que se encuentran en los alrededores. Se propuso una hipótesis y consistió en que ésta puede influir en los valores genéricos anotados en campo y, por tanto, es necesario corregirse. En la toma de datos puede influir La variable: Especie del árbol, Longitud al fuste, Altura del árbol y su manejo (cultivado o no). Para calcular la infiltración se utilizó un infiltrómetro de metal con doble anillo a diferentes distancias respecto al fuste en tres especies cultivadas: *Citrus sinensis*, *Citrus limon*, *Olea europea* y también tres especies maderables: *Eucalyptus globulus*, *Pinus halepensis*, y *Tamarix canariensis*, en suelo descubierto y sobre una cubierta continua de césped de la especie *Zoysia spp.* Hecho los ajustes a los diferentes modelos, y considerando que la conductividad hidráulica como parámetro para este estudio, se consideró corregir los parámetros de infiltración cuando se trata de áreas boscosas, ya que a mayor distancia del árbol menor es la infiltración, y cuando se trata a mayor altura del árbol, elevada es la perturbación de la conductividad hidráulica del suelo. Este método nos permite determinar la densidad correcta de árboles de la especie, con el objetivo conservar la infiltración en los mayores valores posibles. Si la recolecta de información es única o está centrado en las funciones de transferencia del suelo en modelos hidrológicos agregados, se ha verificado que es

necesario modificar los parámetros de infiltración cuando se emplea en superficies con especies arbóreas.

- b)** Serrano, Nadal y Lana (2014). Este trabajo plantea como es la relación Suelo-Vegetación y su influencia en el comportamiento hidrológico en diferentes ambientes vegetales del Pirineo Central: Bosque Natural, Bosque de Repoblación y Campos Abandonados tras un intenso uso agrícola. El objetivo principal de este trabajo ha sido estudiar las diferencias hidrológicas de estos tres ambientes y ver como dependen de la relación suelo-vegetación.

Los suelos observados en el bosque natural de San Salvador muestran un buen desarrollo, con propiedades que indican su elevada calidad, como el gran contenido en materia orgánica y la alta capacidad de infiltración. En la cuenca de Arnás los suelos muestran signos de haber sido alterados tras décadas de intenso uso agrícola. En el ambiente de repoblación se han observados suelos modificados, seguramente por las técnicas con la que llevaron a cabo la plantación de árboles, y las antiguas actividades de cultivo. Estos presentan escaso contenido orgánico.

Estudios basados en cuencas experimentales han permitido conocer como es el comportamiento hidrológico en estos ambientes y han demostrado que la reproducción de escorrentía suele ser inversamente proporcional al grado de cobertura vegetal, aunque en ocasiones, como ha mostrado este trabajo, la cubierta de bosque natural es capaz de responder de una manera mucho más efectiva en determinados momentos del año.

- c)** Dueñez, Gutiérrez, Pérez y Návar (2005). El estudio se realizó en La Sierra del estado de Durango, México; el área se caracteriza por la actividad forestal comercialmente importante,

y esta funciona como reten de agua para las cuencas que descargan al Océano Pacífico y del interior del país.

Se muestra 4 resultados hechos en tratamientos silvícolas (infiltración, escorrentía y erosión), se empleó un simulador de lluvia portátil, que aplicaba 10.47 centímetros h-1 de agua en 30 minutos. . Los resultados para el primer año, indicaron mayor infiltración, menor flujo superficial de agua y mayor concentración de sedimentos

En el segundo año si se observó diferencias en los resultados de los tratamientos El trabajo termina recomendando que es pertinente los cambios del uso del suelo y la capacidad de carga en esta parte, minimizar los daños ambientales ocasionados por la extracción de madera y realizar prácticas de conservación de suelo y agua una vez que se haya aplicado actividades silvícolas para conservar el ciclo natural del agua en esta parte de la Sierra Madre Occidental de Durango, México.

### **2.1.2. Antecedentes a nivel nacional**

- a) Oscanoa y Flores (2016). El trabajo se ubicó en una zona campesina de Huaraz – Peru. Con el objetivo de estudiar técnicas de mejora de pastizales lo que se estudió fue las técnicas de mejora, sobre el estado ecológico, recuperación hidrológica y control de la erosión del pastizal que presenta condiciones muy pobres. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial (3 técnicas x 6 épocas por parámetro de estudio). Este trabajo se realizó durante 24 meses, tiempo en la cual se tomaron datos de la vegetación, mantillo y biomasa, infiltración, humedad y temperatura y control de erosión.



El primer año no se observó cambios en las condiciones de los pastizales, pero si hubo mejora de los parámetros estudiados. Las mejoras se observaron en el segundo año, en la época de lluvias las parcelas que tenían surcos tuvieron mejor respuesta. Los resultados evidenciaron que la mejora en las condiciones florísticas y la función hídrica aportaron para disminuir la erosión en las parcelas con surcos y hoyos. En conclusión se determinó que el pastizal tiene una recuperación lenta, pero los parámetros infiltración, humedad y biomasa son de rápida respuesta y la parcela que se empleó la técnica de surcos y hoyos son elecciones sencillas para la perfección del pastizal degradado.

- b) Tácuna, Aguirre y Flores (2015). La investigación se realizó en una zona de montaña de la Cordillera Blanca del Perú donde es frecuente encontrar pajonales de condiciones pobres. La finalidad del estudio fue determinar las consecuencias de la revegetación dos especies nativas *Festuca humilior* y *Calamagrostis macrophylla*, para ambas especies se aplicó tratamiento con materia orgánica (estiércol y orina de bovino), se realizaron 4 tratamientos, con y sin materia orgánica.

El tiempo que se empleó en el estudio fue de un año, donde se estudió la respuesta de la vegetación a los tratamientos, tasa de mortalidad, cambios en el contenido de humedad, la tasa de infiltración y si hay mejora en las condiciones ecológicas. Los resultados indicaron que la adición de materia orgánica a los tratamientos mejoró significativamente en la tasa de mortalidad a comparación del tratamiento sin abono que hubo. La tasa de mortalidad a nivel de especies se diferenció ya que la especie *Calamagrostis macrophylla* tuvo más mortalidad con y sin tratamiento. La incorporación de materia orgánica al suelo mejoró las condiciones, porque por la presencia de nutrientes conlleva a una buena retención de humedad, intercambio

gaseoso y presencia de micorrizas, lo que fue observado claramente en la infiltración que alcanzó valores altos, también para la retención de humedad esto para las dos especies; también los resultados mostraron que la especie *Festuca humilior* tiene mayor respuesta presentando mayores valores para la infiltración y retención de humedad a comparación de la especie *Calamagrostis macrophylla*. Al final también se determinó que gracias a la activación de la función hidrológica y revegetación la condición ecológica se recuperó significativamente.

Concluyeron que para una revegetación se debe utilizar especies nativas de la zona acompañado de incorporación de materia orgánica y esto conlleva a un mejoramiento en la función hídrica y las condiciones del sitio.

## 2.2. Marco teórico.

El Proyecto de Agroforestería para Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (Proyecto ABES), lanza una solución propuesta llamado ***Restauración y Conservación de la Biodiversidad en el Salvador Mediante la Adaptación y Diseminación de un Sistema Agroforestal de Tala y Cobertura*** que se aplicó a personas que subsisten con la actividad agrícola. La pérdida de los suelos y consecuente inseguridad de alimentos, esto por problemas como el uso de suelos en laderas, falta de mantenimiento de suelos y agua, tecnologías no adecuadas y en efecto esto aporta a la deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión de suelo, disminución de fertilidad que en consecuencia limita la productividad y rendimientos. Para poder iniciar con este trabajo era necesario contar con información y un diagnóstico de la zona, es así que se aplicó una metodología de levantamiento de información y así crear una línea base, para este caso se empleó un estudio y colección de datos en escala múltiple

jerárquico llamado Marco de Vigilancia y Degradación de Suelo (The Land Degradation Surveillance Framework – LDSF), esta metodología selecciona sitios al azar en una región o cuenca hidrográfica o pueden representar áreas de actividades planificadas (intervenidas), donde se crean 16 mosaicos de 2.5 x 2.5 km de tamaño, donde en cada mosaico se ubican al azar 10 parcelas de 0.1 ha., de tamaño y las cuales consta de 4 subparcelas de 0.01 ha.

En los resultados preliminares de la línea base se muestra 144 sitios muestreados, se identificó 63% de áreas cultivadas o manejados, 200 especies entre árboles y arbustos, el promedio de pendiente de 25.1 o 47 %, profundidad promedio de restricción del suelo de 55 cm. Y el 32 % de las parcelas cultivadas o manejadas mostraron evidencia de impacto por fuego.

Erosión observada en subparcelas muestreadas (n=562): ninguna 8 %, hoja 62 %, riachuelo 25 % y quebrada 4 %, el porcentaje que se observa es la cantidad de parcelas muestreadas. Uso del Suelo (n=144): Agroforestería 17 %, tierra de cultivos 4 %, bosque 29 %, pastura 8 %, bosque en recuperación 24 % y otros 19 %. Rango de promedio de árboles por hectárea en tierra cultivada (DAP): < 10 cm. 198 árboles, entre 10 – 20 cm. 105 árboles, entre 20 – 40 cm. 25 árboles y > 40 cm. 10 árboles. Estos datos obtenidos ayudaron a tener una visión del estado de conservación del área y en base a esto hacer la propuesta del proyecto. Los siguientes pasos fueron la identificación de agricultores y predios, empleo de estrategias para la aceptación y participación al proyecto, elaboración de mapas de los recursos de la comunidad y manejo integrado de plagas, convenios con agricultores, preparación, siembra y desarrollo de cultivos (Proyecto ABES, 2017).

## **2.3. Definición de términos.**

### **2.3.1. La erosión laminar.**

Es la eliminación uniforme de los suelos en capas delgadas. Los suelos sobre pastoreados y cultivados son más vulnerables a la erosión laminar, y los signos de erosión de la lámina incluyen áreas desnudas, charcos de agua en la superficie tan pronto como cae la lluvia, raíces de hierba visibles, raíces expuestas de los árboles y suelos rocosos o subsuelo expuestos.

### **2.3.2. La erosión del arroyuelo.**

Es la etapa intermedia entre la erosión de la lámina y la cárcava. Los surcos son líneas de drenaje poco profundas de menos de 30 cm de profundidad. Los canales son lo suficientemente superficiales como para que generalmente puedan ser eliminados por la labranza; por lo tanto, después de que se ha cultivado un campo erosionado, es generalmente imposible establecer las pérdidas de suelo resultantes de la erosión de la lámina o del surco.

### **2.3.3. La erosión de cárcavas.**

Hace referencia al corte que realiza el agua al lo largo de la línea de flujo. Los canales del surco son más profundos que 30 cm. A diferencia de los arroyos, no pueden ser arrasados por la labranza ordinaria.

### **2.3.4. Comunidad Vegetal.**

Las comunidades vegetales se definen por las diferencias fisionómicas (coloración de la vegetación) o hábitos en común por decir un pastizal frente a un agujal. La idea de asociación es muy importante e implica que ciertas especies se encuentran creciendo juntas en unas localidades y ambientes

determinados con mayor frecuencia de lo que sería esperable por puro azar. (Alcaraz., 2013).

#### **2.3.5. Bosque.**

Extensión de bosque que se extiende por más de 0,5 ha. con árboles que superan los 5 m. con 10 % de cobertura del dosel, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. FAO (2010).

#### **2.3.6. Bosque Primario.**

Es considerado a los bosque no ha habido intervención antrópica y la regeneración es de forma natural, todas las especies que la componen son nativas.. FAO (2010).

#### **2.3.7. Bosque Plantado.**

Se considera a los Bosque así cuando la composición de árboles sembrados o plantados supera el 50 %. Excluye los árboles de especies introducidas regenerados de manera natural. FAO (2010).

#### **2.3.8. Árbol.**

Son las Especie leñosa que superan los 5 m. de altura, conformado por un fuste principal. Incluye los bambúes, las palmeras y toda otra planta leñosa que cumpla con los criterios señalados. FAO (2010).

#### **2.3.9. Arbusto.**

Especie leñosa perenne con altura mayor a 05m. y menor a 5 m. y no presenta una copa definida.. FAO (2010).

#### **2.3.10. Degradación de los Bosques.**

Alteración de las funciones físicas y biológicas de un bosque y a consecuencia no genera servicios y no hay productividad. FAO (2010).

### **2.3.11. Deforestación.**

Es el cambio de uso de que sufre el bosque con pérdida de cobertura boscosa generalmente por la actividad antrópica, esta eliminación de especies es permanente. FAO (2010).

### **2.3.12. Infiltración.**

Para Jaramillo (2002, pag. 224, 225). La infiltración es un proceso muy complejo que puede variar temporal y espacialmente. Las tasas de infiltración se pueden medir en un punto usando una variedad de métodos descritos aquí, cada uno adecuado para ciertas condiciones ALLISON, y otros, (1954) pag. 28. La terminología relacionada con la infiltración fue revisada a fondo por Richards y la Sociedad de Ciencias del Suelo de América, definieron la infiltración como la entrada de agua hacia abajo en el suelo (Richards, 1952), a través de la totalidad o parte de la superficie del suelo (Hillel, 1998). La infiltración también se define como el volumen de agua que pasa en el suelo por unidad de superficie y por unidad de tiempo (Johnson, 1963).

### **2.3.13. Erosión.**

Es el retiro de materiales sólidos del suelo por cualquier agente y mecanismo. Generalmente el principal agente de erosión es el agua, sobretodo de la lluvia (erosión pluvial), la cual actúa mediante dos mecanismos fundamentales: Disgregación de partículas se suelo por el golpe de las gotas y arrastre de esas partículas por las aguas de escorrentía (aguas que corren sobre la superficie del terreno). Este proceso es especialmente eficiente en zonas que presentan climas secos, debido a que el desarrollo de la vegetación es restringido y, por tanto, la cobertura del suelo es deficiente; cuando se presentan las lluvias, hay una gran área de suelo descubierto expuesto a la acción directa de la lluvia. (Jaramillo 2002, pag. 87).

#### **2.3.14. Lixiviación:**

Es llamado también Lavado y se refiere a la eliminación de materiales del suelo en solución. Este proceso es el responsable de la evacuación de las bases de los suelos que se desarrollan en zonas con climas muy húmedos, donde la precipitación es mayor que la evapotranspiración, con lo cual queda un excedente de agua que se mueve a través del suelo, lavándolo. Es un proceso muy activo en los suelos de la amazonia y la Orinoquia, donde ha contribuido a generar los Oxisoles y Ultisoles, así como los Inceptisoles desaturados que hay en aquellas regiones. (Jaramillo 2002, pag. 87).

#### **2.3.15. Tasa de infiltración.**

Tasa de Infiltración  $f$  [mm/h]: tiempo a la cual el agua entra al suelo en la superficie. (Francisco J. Aparicio, 2012)

#### **2.3.16. Escorrentía.**

En ocasiones se utiliza el término “aportación” como sinónimo de escorrentía. La escorrentía es suma de dos componentes: aportación superficial o escorrentía superficial y aportación subterránea o escorrentía subterránea. La suma de estas dos componentes también se denomina “lluvia útil” que se define como la fracción de la precipitación que no se infiltra ni evapotranspira y discurre por los cauces fluviales. La escorrentía subterránea será la fracción de agua que recarga los acuíferos y circula a través de los mismos hasta ser descargada a través de un manantial o colectada finalmente por los ríos, lagos o mares. (Murillo, et al., 2010).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **3.1. Tipo de estudio.**

La investigación es correlacional y tiene la finalidad entender la relación o grado de asociación que se da entre dos o más conceptos, categorías o variables estudiadas una muestra o entorno en particular (Hernández, 2014)

### **3.2. Diseño del estudio.**

El diseño de la investigación es Experimental, este tipo de diseño se aplica a las investigaciones cuya validación de hipótesis sugiere una intervención experimental, es decir una manipulación de las variables.

### **3.3. Población y muestra.**

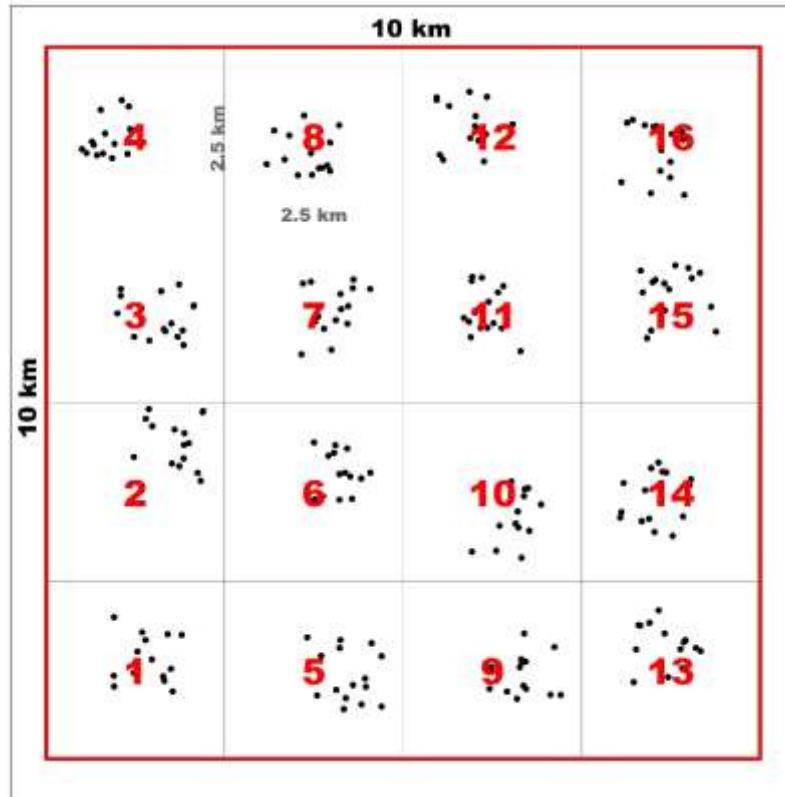
#### **3.3.1. Población.**

La población está constituida por una parcela de 10 km x 10 km. distribuida en 4 tipos de comunidades vegetales.

#### **3.3.2. Muestra y Unidades de Muestreo**

La muestra fue seleccionada al azar, está constituida por 160 parcelas de 0,1 ha, y 4 sub-muestras de 0,01 ha respectivamente. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).





**Figura 1.** Representación del diseño de la población y muestra definida en el presente estudio

### 3.4. Métodos y técnicas.

#### 3.4.1. Ubicación del área de estudio

El área de estudio está ubicada en el departamento de Madre de Dios, al Sur Oriente del Perú y este a su vez se encuentra en el sector San Bernardo, km 31 de la carretera Interoceánica Sur, Tramo Puerto Maldonado - Cusco.

##### a) Se ubica Políticamente en:

Departamento : Madre de Dios.  
 Provincia : Tambopata.  
 Distrito : Tambopata y Laberinto.  
 Sector : San Bernardo

**b) Tiene una extensión de:**

Área total: 1000 ha.

Perímetro: 40 km.

**c) La Accesibilidad**

Como las parcelas están ubicadas ortogonalmente de la carretera interoceánica el acceso a ellas es por vía terrestre, las parcelas estarán ubicadas sobre derechos como Predios y Concesiones, para lo cual se tiene que hacer las coordinaciones con el poseionario de estos. El ámbito de estudio se encuentra cerca de la red de vías de centros poblado lo ayuda en el desarrollo del trabajo. (Ver la Figura 1).

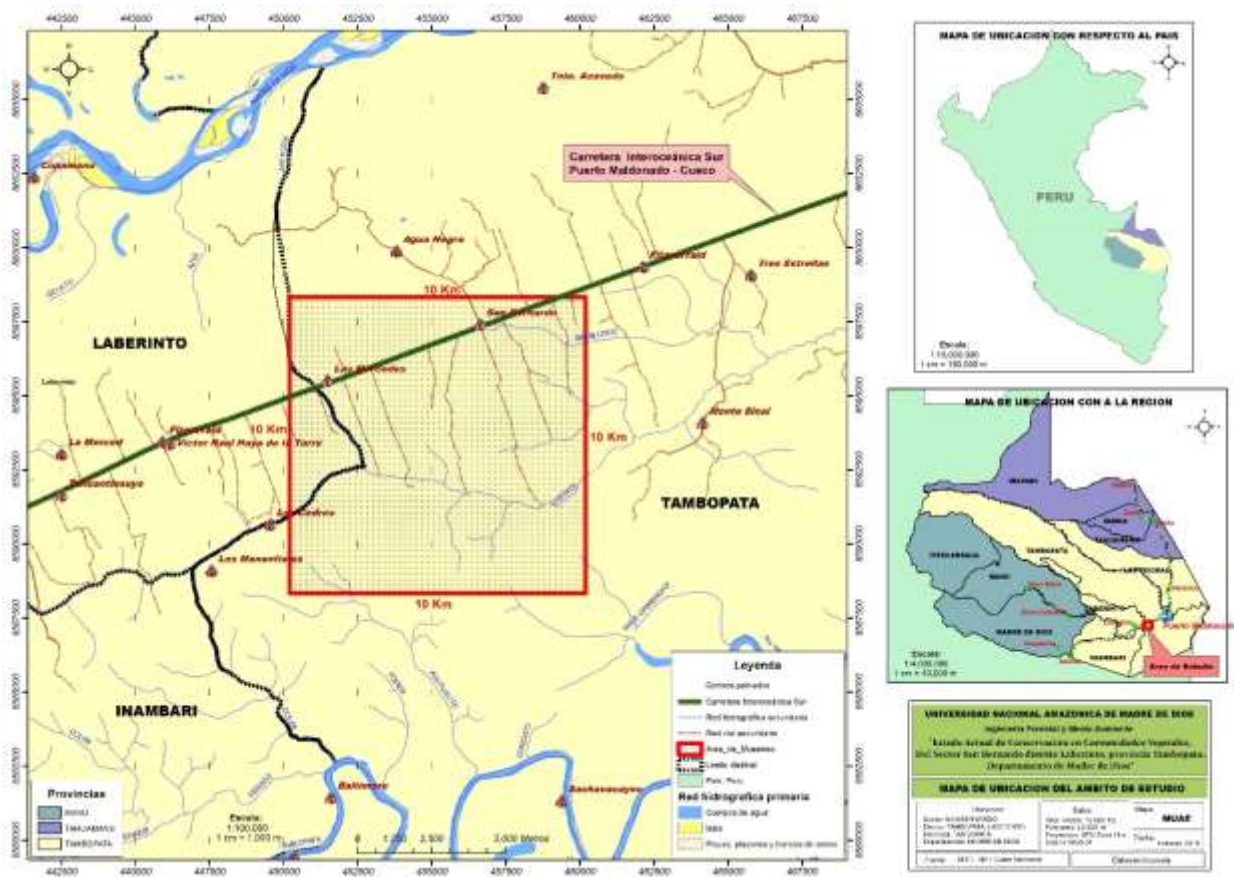


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio.

### 3.4.2. Descripción del área de estudio.

- a) **Área de estudio.** El área se encuentra en la provincia Tambopata, está compuesto por bosques fragmentos, bosques de castaña, bosques secundarios y humedales. Todas estas comunidades vegetales consideradas están cerca de la carretera Interoceánica Sur y en muchos casos son producto de las actividades antropogénicas que crean discontinuidad en los bosques.
- b) **Fisiografía.** Para la descripción de la fisiografía se tomó como referencia los datos de la MacroZEE MDDE del año 2008. En el área de estudio se identificaron tres unidades fisiográficas, observándose también que hay una gran variabilidad en cuanto a la proporción del área, la unidad fisiografía Terrazas Altas Ligeramente Disectadas cubre el 94 % y presentándose en un 3% Las Terrazas Bajas con Drenaje Muy Pobre y Vallecitos de Quebrada.
- c) **Hidrología.** La información de la hidrología se obtuvo de la Carta Nacional. Está determinado por la cuenca de la quebrada Chonta y subcuencas como la quebrada Sabaluyoc y Aguajalito, pero quien tiene mayor influencia y corta transversalmente el área de estudio es la quebrada Chonta, también existen cuerpos de agua como aguajales. Todo en su conjunto hace que se presente una variedad de hábitat.
- d) **Vegetación.** Según la cartografía de la MacroZEE 2008 para nuestro ámbito de estudio le corresponde 4 unidades de vegetación, correspondiéndole el 60 % a Complejos de chacras y purmas, 36 % a Bosques semicaducifolios densos en planicies, 3 % para Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa*

o aguajales y el 1 % del total del área para Comunidades densas de planicies inundables.

- e) **Clima.** Se caracteriza por ser cálido tropical, donde se suele tener T° constantes, promedios en los meses de entre 24 y 26 °C, con registros de mínimas entre los 12 y 20 °C y en días calurosos se alcanza una máxima de entre 33 y 37°C. (Servicio Meteorológico de la Marina de Guerra del Perú, 1996, Meléndez, 2002).

#### **3.4.3. Metodología de campo.**

La metodología que se aplicara se llama LDSF o Land Degradation Surveillance Framework que traducido al español es Marco de Vigilancia de la Degradación de la Tierra, está diseñado para proporcionar una línea base biofísica a nivel de paisaje y un marco de monitoreo y evaluación para evaluar los procesos de degradación de la tierra y la efectividad de las medidas de rehabilitación (recuperación) a lo largo del tiempo. Estos sitios se pueden seleccionar al azar en una región o cuenca hidrográfica, o pueden representar áreas de actividades planificadas (intervenciones) o de interés especial. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

#### **3.4.4. Tipo, tamaño, forma y diseño de la parcela.**

El marco se basa en un estudio de campo jerárquico y un protocolo de muestreo que utiliza sitios de 100 km<sup>2</sup> (10 x 10 km), se crean 16 mosaicos (2,5 km x 2,5 km de tamaño) y se generan ubicaciones de centroides aleatorios para los conglomerados dentro de cada grupo. Cada grupo consta de 10 parcelas, donde el punto central de cada grupo se coloca al azar dentro de un "mosaico" en cada sitio de Sentinel. Las parcelas de muestreo se

aleatorizan alrededor de cada punto central del grupo, lo que da como resultado un diseño de muestreo aleatorio espacialmente estratificado. Por lo tanto, el LDSF tiene dos (o en algunos casos tres) niveles de aleatorización, que minimizan los sesgos locales que pueden surgir del muestreo de conveniencia. Cada parcela es de 0,1 ha (1000 m<sup>2</sup>) y consta de 4 subparcelas de 0,01 ha de tamaño. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

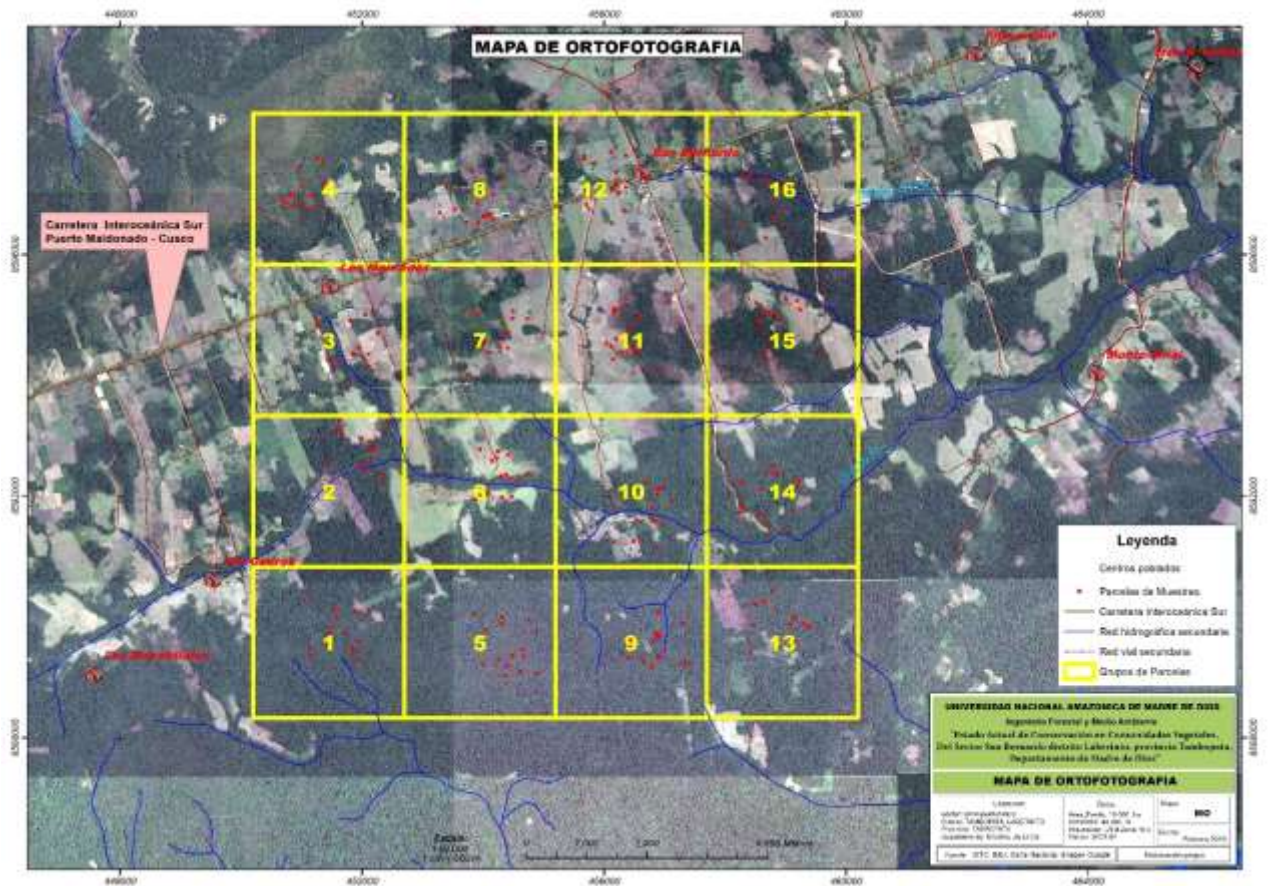
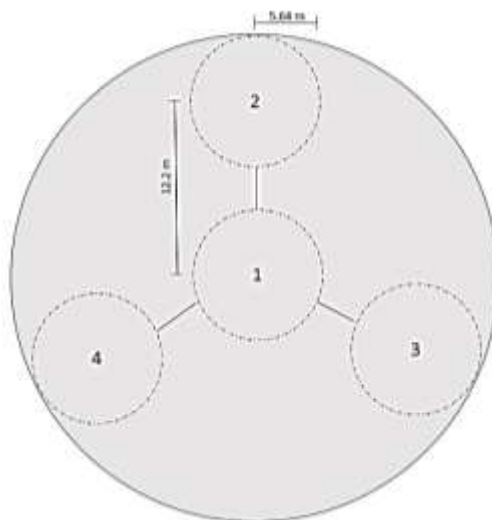


Figura 3. Tipo, tamaño, forma y diseño de la parcela

### 3.4.5. Fase de inventario.

Después de haber ubicado el mosaico de grupos de parcelas en la fase de gabinete, viene el trabajo de campo y se tiene un contacto físico con las parcelas donde se describen y registran las características básicas del sitio, incluida la identificación del sitio, la georeferenciación (coordenadas UTM) del punto central (1), la altitud, la fecha y se toma una fotografía.

También se registran las estructuras de pendiente, relieve, presencia / ausencia de suelo y conservación de agua. La figura 4 muestra un diagrama de brazo radial LDSF. Cada parcela está diseñada para muestrear un área de 1,000 m<sup>2</sup>. Los tipos y estratos de cobertura vegetal a nivel de parcela, el uso de la tierra, la propiedad de la tierra y el uso de la corriente primaria se basan en una modificación del Sistema de clasificación de la cubierta terrestre de la FAO (LCCS). (Tor, Leigh y Jerome, 2013).



**Figura 4.** Diseño de diagrama radial de brazo de 0.1 ha. Las mediciones de Georeferenciación e infiltración deben completarse en el centro de la parcela (subparcela 1). Los círculos discontinuos representan subparcelas de 0,01 ha en las que se realizan observaciones de la superficie del suelo y de la vegetación.  $r$  es el radio de la subtrama,  $d$  es la distancia entre los puntos centrales de la subtrama (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

### 3.4.6. Instalación de parcelas.

- a) **Configurando la Trama.** Con una cinta métrica o una soguilla pre marcada, mida la distancia (12,2 m) desde el punto central de la parcela hasta el centro de la subparcela pendiente abajo (2). Marque este punto central de subtrama. Las subtramas 3 y 4 deben estar desplazadas 120 y 240 grados desde el punto de pendiente hacia abajo, respectivamente. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

### 3.4.7. Toma de datos en el campo.

- a) **Medidas de la pendiente.** Párese en el centro de la trama y tome una observación cuesta arriba a lo largo de la parte más empinada hasta un punto en el límite de la parcela en pendiente ascendente. Use un clinómetro para medir la pendiente en grados. Repita el proceso en la dirección de pendiente descendente. Asegúrese de ver a una ubicación que esté a la misma altura que el nivel del ojo del observador. En un terreno empinado (pendiente > 25°), use la siguiente fórmula para calcular la distancia desde el punto central hasta las otras subparcelas; distancia de pendiente = distancia horizontal / cos (pendiente). (Leigh y Jerome, 2013).

### 3.4.8. Mediciones de nivel de parcela.

Caracterización de la superficie del suelo. En cada subparcela (1, 2, 3 y 4), los signos de erosión visible se registran y clasifican (como arroyuelo, barranco u hoja). También se registra el porcentaje de cobertura de roca / piedra / grava en la superficie del suelo (Tor, Leigh y Jerome, 2013).



#### **3.4.9. Mediciones de vegetación.**

Las clasificaciones de cobertura leñosa y herbácea se realizan utilizando una escala de calificación de vegetación de Braun-Blanquet, 1926) de 0 (desnudo) a 5 (> 65% de cobertura).

Las plantas leñosas, los arbustos (1.5-3 m de altura) y los árboles (> 3 m de altura) se cuentan en cada subparcela para calcular la densidad. Las mediciones basadas en la distancia de árboles y arbustos se llevan a cabo utilizando el método T-cuadrado (Krebs, 1995) para determinar la distribución de la vegetación. (Leigh y Jerome, 2013).

#### **3.4.10. Muestreo de suelo.**

Las muestras del suelo y del subsuelo se recogen del centro de cada subparcela a incrementos de 0-20 cm y 20-50 cm de profundidad, respectivamente. Las muestras de la subparcela superior del suelo se agrupan (compilan) en una muestra para cada parcela, lo mismo se hace con las muestras del subsuelo. Antes de agrupar las muestras, la textura del suelo se determina en las muestras del subsuelo y del subsuelo. Las restricciones de profundidad de la barrena se registran en cada subparcela (en cm), si está presente. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

#### **3.4.11. Mediciones de campo.**

##### **a) Medición de la capacidad de infiltración del suelo.**

Las mediciones de infiltración del suelo son el aspecto que más tiempo consume en las mediciones de campo, por lo que deben establecerse tan pronto como sea posible. Es deseable obtener tantas mediciones de infiltración como sea posible, con un mínimo de 3 en cada grupo. Asigne estos aleatoriamente a las diferentes parcelas en el clúster. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).



- ✓ Para completar la medición de infiltración necesitarás; un anillo de infiltración de 17 cm de diámetro exterior, 20 cm de altura, un martillo, aproximadamente 25 litros de agua y una hoja de registro de campo de infiltración.
- ✓ El anillo de infiltración debe colocarse en el centro de la subtrama uno. Para asegurarse de que el anillo no tenga fugas, introduzca al menos 2 cm hacia el suelo con cuidado de no alterar demasiado la superficie del suelo.
- ✓ Retire la vegetación, la arena y piedras grandes del interior del anillo, pero asegúrese de no alterar la superficie del suelo (por ejemplo, cavando piedras grandes o arrancando la vegetación). Si la superficie del suelo se altera accidentalmente, restablezca el anillo en otra ubicación.
- ✓ Pre-humedezca el suelo con 2-3 litros de agua. Deje que se empape durante al menos 15-20 minutos. Luego vierta lentamente agua en el anillo a un nivel de 20 cm, nuevamente asegurándose de no alterar la superficie del suelo.
- ✓ Las tasas de infiltración al comienzo de la prueba serán bastante variables. Por lo tanto, durante la primera media hora del registro de prueba a intervalos de 1-5 minutos. Tenga en cuenta que será más fácil procesar los datos si registra el tiempo en minutos desde el inicio de la prueba en lugar de la hora del reloj.
- ✓ Después de cada grabación, complete el nivel del agua a 20 cm. Después del registro de la primera media hora a intervalos de 10-20 minutos durante 2 horas adicionales, o hasta que las tasas de infiltración se hayan estabilizado. Recargue el nivel

del agua a 20 cm después de cada lectura (consulte la hoja de entrada de datos del campo de infiltración en el Apéndice).

**b) ¿Por qué estamos usando pruebas de infiltración de un solo anillo?**

El LDSF enfatiza las mediciones de nivel de paisaje, o en otras palabras, las mediciones se repiten muchas veces en áreas extensas (paisajes). El enfoque es recolectar una muestra estadística de los paisajes que se están encuestando y desarrollar modelos basados en estos datos. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

- ✓ La prueba de infiltración de anillo único es un método robusto para calcular las tasas de infiltración. Si bien el doble anillo también se puede utilizar, a menudo consumen mucho tiempo y requieren grandes cantidades de agua, lo que no permite mediciones repetidas en un paisaje.



**Figura 5.** Cilindro para prueba de infiltración

**c) Forma de relieve y clasificación de la cubierta terrestre.**

La cobertura del suelo se registra en todas las parcelas utilizando una versión simplificada del Sistema de Clasificación de Cobertura

del Suelo de la FAO (LCCS), que se desarrolló en el contexto del proyecto FAO-FRICOVER (<http://www.africover.org>).

Además, la vegetación se clasifica de acuerdo con White, 1983. Además, los puntajes están hechos de "impacto en el hábitat", adaptado de Royal Botanic Gardens, Kew (<http://www.kew.org>).

La "fase binaria" de LCCS reconoce 8 tipos principales de cobertura terrestre, 5 de los cuales se muestrean en el LDSF. Estas son (i) áreas terrestres cultivadas y manejadas, (ii) vegetación natural y seminatural, (iii) áreas acuáticas o regularmente inundadas, (iv) vegetación acuática natural o seminatural o regularmente inundada, y (v) desnudo áreas.

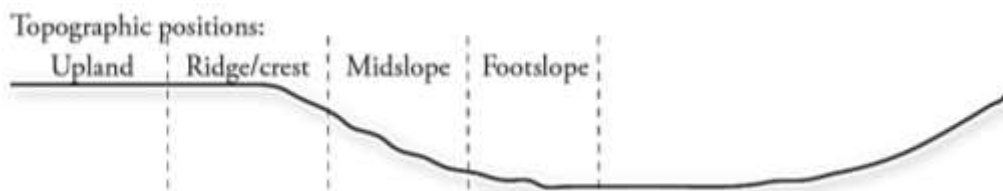
Las superficies artificiales, las masas de agua naturales y artificiales, y las superficies cubiertas de nieve o hielo no se examinan formalmente en la LDSF, pero si una parcela cae dentro de tales características, esto se observa y la parcela se georreferencia.

El LCCS diferencia aún más los sistemas primarios de cobertura del suelo sobre la base de la forma de vida de la vegetación dominante (árboles, arbustos, herbáceas), cubierta vegetal, fenología y morfología foliar, y aspectos espaciales y florísticos. Todas las características asociadas se evalúan visualmente y generalmente se codifican en escalas de calificación categórica u ordinal. Las preguntas en la hoja de registro de campo están diseñadas para guiarlo a través del proceso de clasificación.

**d) Posición topográfica.**

Para completar la sección que describe la forma topográfica y la posición topográfica, inspeccione visualmente el área que rodea la

parcela y seleccione las categorías apropiadas proporcionadas en la hoja de registro de campo y la tabla de designación de la forma de relieve principal. Omita la sección de posición topográfica si el Landform principal es "Land Level".



**Figura 6.** Posición topográfica

**e) Muestreo de Suelo.**

Necesitará una barrena de tierra marcada a 20, 50, 80 y 110 cm, bolsas de plástico resistentes, una paleta mezcladora, un marcador permanente, etiquetas y baldes. Necesitará cubos con diferentes colores para muestras de suelo y subsuelo. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

- ✓ Recoja muestras del suelo (0-20 cm) y del subsuelo (20-50 cm) del centro de cada subparcela con una barrena.
- ✓ Realice pruebas de textura del suelo utilizando la textura mediante el método de tacto (ver Apéndice) para cada suelo superficial y muestra de subsuelo.
- ✓ Agrupe las muestras de tierra vegetal de cada subparcela en una cubeta y haga lo mismo con el subsuelo (en una cubeta diferente).
- ✓ Mezcle bien el suelo en los baldes.
- ✓ Tome una submuestra representante ~ 700 g y colóquela en una bolsa de plástico.

**Nota:** *Tenga en cuenta que debe haber una bolsa de tierra vegetal y una bolsa de subsuelo para cada parcela.* Las restricciones de profundidad de la barrena se registran (en cm) para cada subparcela, si ocurren durante el muestreo. Después de regresar del campo, las muestras deben secarse al aire durante al menos 3 días como se describe en el SOP del laboratorio.

**Precauciones:** Al barrenar el subsuelo, asegúrese de que no caiga tierra de la superficie (tierra vegetal) en el orificio de la barrena. Si esto sucede, retire este suelo del orificio con la barrena o su mano y deséchelo.

**NOTA:** También se utilizarán en el trabajo de campo:

- ✓ **Para Muestreo de Suelo:** Baldes, clinómetro, barreno de 120 cm, bolsas de plásticas resistentes, pala pequeña, marcador resistente y unas etiquetas.
- ✓ **Para Pruebas de Infiltración:** Anillo de infiltración de 17 cm de diámetro y 20 cm de altura, 3 galoneras de 5 gl, recipiente de 1 L, regla de metal de 20 cm (milimetrada) y ficha de campo.

**f) Muestreo acumulado del suelo en masa.**

El muestreo acumulado en masa se realiza para calcular las reservas de nutrientes y / o carbono sobre la base de la masa del suelo en lugar de utilizar la densidad aparente.

La idea es barrenar en incrementos de 20 cm a 110 cm, recolectando TODO el suelo de cada incremento de profundidad. La muestra de masa acumulada se recoge del centro de la trama.

Se usa una placa de muestreo para capturar fácilmente cualquier tierra que se caiga de la barrena antes de transferirla a la cuchara

y para evitar el colapso del orificio de la barrena (vea la foto del recuadro a continuación). (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

- ✓ Presione firmemente la placa de muestreo sobre el suelo, de modo que la placa quede nivelada con la superficie del suelo.
- ✓ Coloque la barrena en el centro del orificio en la placa y comience a barrenar hacia abajo.
- ✓ La barrena baja hasta 20 cm, recogiendo TODA la tierra de la barrena en el cubo. Luego transfiera todo el suelo a una bolsa de plástico claramente etiquetada.
- ✓ Las siguientes muestras a recolectar son de 20-50, 50-80 y 80-110 cm.

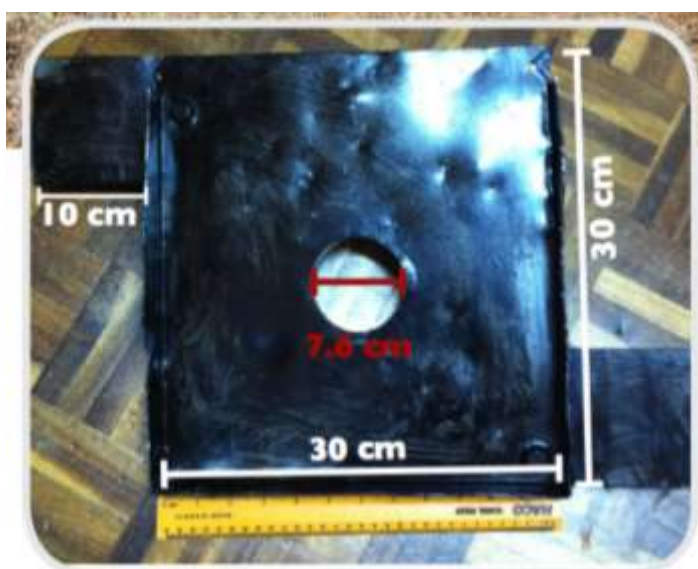


Figura 7. Placa para muestreo de suelo

**Nota:** *Dependiendo de la textura del suelo, se puede usar una barrena, combinación o barrena de arena, pero use la misma barrena para toda la profundidad (perfil). El cambio de las barrenas puede cambiar el volumen del orificio de la barrena. Siempre registre el diámetro de la barrena.*

**Precauciones:** debe taladrar hacia abajo. Si la barrena se inclina para que esté barrenando en un ángulo, deténgase y comience nuevamente en una nueva ubicación, ya que esta no será una medición precisa de la profundidad. No llene demasiado la barrena cuando tome una muestra de masa acumulativa ya que esto distorsionará el volumen del orificio de la barrena. Para evitar esto, vacíe la barrena con regularidad (después de aproximadamente cada 3 vueltas). Si el suelo está muy seco, puede ser difícil taladrar. Mojar previamente el suelo antes de barrenar cada incremento puede ser útil.

✓ **¡El Etiquetado es crítico!**

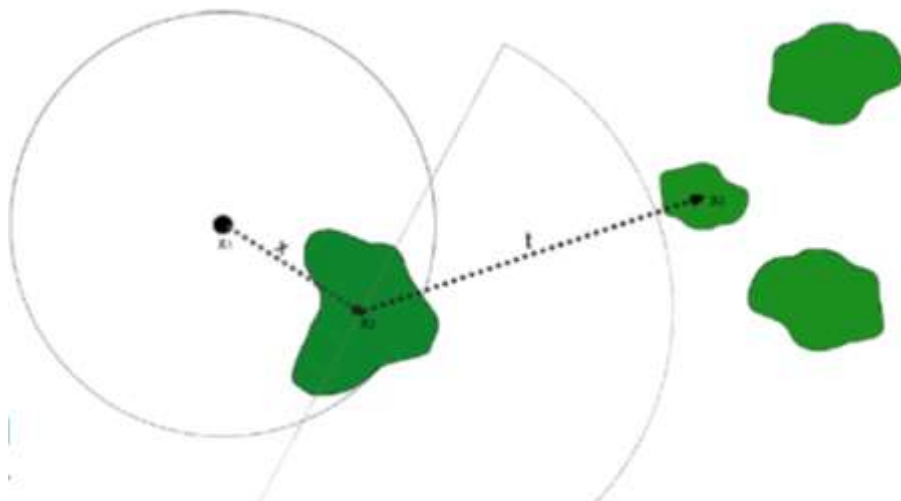
El código del sitio, el grupo, la parcela y la profundidad se debe registrar legiblemente con un marcador permanente en el exterior de la bolsa de plástico. Debe colocarse una etiqueta de papel que contenga la misma información (escrita con un marcador permanente o un lápiz) dentro de la bolsa. También escriba la fecha en que se recolectó la muestra. Las muestras deben ser de doble bolsa.

**Ejemplo** del sitio de Merar, grupo uno, gráfico uno (suelo superior (TOP) y muestra de masa acumulada (CM), respectivamente):

- Merar.1.1 TOP || Merar.1.1 SUB
- Merar.1.1 CM 0-20 || Merar.1.1 CM 20-50 || Merar.1.1 CM 50-80 || Merar.1.1 CM 80-110.

**g) Cubierta De Madera. Densidad de arbustos y árboles.**

Cuente todos los árboles y arbustos en cada subparcela e ingrese los resultados en el formulario de campo. Arbustos y árboles se miden por separado



**Figura 8.** Sub parcela, forma de medición de árboles.

#### **h) El método T-cuadrado.**

El método de la “T cuadrada” es uno de los métodos de distancia más robustos para el muestreo de comunidades de plantas leñosas, particularmente en bosques, pero también en pastizales. Se puede utilizar para estimar parámetros de soporte tales como densidad, área basal, volumen cardiovascular y, dependiendo de la disponibilidad de ecuaciones alométricas adecuadas, también de biomasa. La ventaja de este método, en comparación con otros métodos de distancia comúnmente utilizados, como el método de los cuartos centrados en los puntos, es que es menos propenso a sesgos donde las plantas no están distribuidas al azar.

De pie en el centro de cada subparcela, registre las distancias  $x$  desde el punto central de la subparcela ( $x_1$ ) hasta el árbol o arbusto más cercano ( $x_2$ ). Mida esto ya sea al centro del tronco del árbol o a la parte central del arbusto. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).



Luego, mida la distancia  $t$  a su planta vecina más cercana ( $\times 3$ ). Tenga en cuenta, sin embargo, que el ángulo de la medición debe limitarse para que se encuentre en el hemisferio de una línea que esté perpendicular a  $x$ . Esta es la T-distancia cuadrada.

**i) Mediciones de biomasa**

Tanto para los árboles como para los arbustos, la altura de tres (3) plantas individuales se mide usando el poste de altura o un clinómetro.

Para los árboles, se mide la circunferencia a la altura del pecho (1.3 m sobre el nivel del suelo) de cada uno de los tres árboles en cada subparcela. En los casos en que un árbol se ramifica por debajo de este nivel, mida el tronco principal o los diámetros de todas las ramas que tienen una circunferencia  $> 10$  cm a 1.3 metros sobre el nivel del suelo y promedie estos. Para los árboles que están inclinados, determine el nivel de 1.3 metros desde la dirección de la pendiente hacia abajo y mida allí el diámetro.

Para los arbustos, también mida el ancho y la longitud de los tres arbustos en cada subparcela. Los tres arbustos y árboles, respectivamente, que se miden arriba deben ubicarse en diferentes partes de la subparcela, si es posible. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

**j) Biodiversidad de árboles y arbustos.**

La biodiversidad de árboles y arbustos se registra en el campo de la siguiente manera: (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

- ✓ Para los 3 árboles que se midieron como parte de las mediciones de biomasa, registre sus especies (Planta 1, Planta 2, Planta 3).

- ✓ Haz una lista de las especies de árboles restantes en cada subparcela en la parte inferior del formulario de campo, separando en coma cada entrada.
- ✓ Siga el mismo procedimiento para los arbustos.
- ✓ Para determinar la estructura de la vegetación, se realizará el análisis estadístico se empleará es de tipo comparativo entre; consistirá en observar y analizar la diversidad alfa (número total de especies), total de género y familia encontrada. Índice de valor importancia IVI donde se obtendrá las especies más representativas se tomará en cuenta del orden creciente mediante gráficos la representatividad.
- ✓ Si no conoce los nombres latinos de los arbustos y / o árboles, registre los nombres comunes o locales de los arbustos o árboles. (Tor, Leigh y Jerome, 2013).

### **3.5. Tratamiento de los datos.**

#### **3.5.1. Análisis de Datos**

Los datos obtenidos fueron procesados con la ayuda de los programas Excel y SPSS, Past, versión 3,2 (Hammer y Harper 2006). StimateS versión 9,1 (Colwell 2013).

Para calcular la relación entre la degradación del suelo y el estado actual de las comunidades vegetales, se ha calculado en base a la frecuencia de las actividades que generan las diferentes actividades antropogénicas, en las diferentes comunidades vegetales evaluadas, tomando como base una escala de valores cualitativo de 0 a 3. (Tabla 2, ver Anexo: Mapa de tipo de vegetación).

Para el cálculo de la erosión en las diferentes comunidades vegetales, se utilizó la estadística descriptiva, utilizando gráfico de barras del tipo de erosión y porcentajes de frecuencias en las parcelas evaluadas. StimateS versión 9,1 (Colwell 2013). (Figura 9).

Para calcular la relación que se presenta entre la vegetación y la infiltración de agua en las comunidades vegetales (abundancia, riqueza y diversidad de especies Shannon y Fisher), utilizamos Estadísticos Descriptivos (promedio  $\pm$  desviación estándar) y comparación de los atributos florísticos entre las comunidades evaluadas. Para calcular la diferencia significativa en los valores promedios, utilizamos las post prueba de Tukey, del Análisis de Varianza (ANOVA). StimateS versión 9,1 (Colwell 2013).

Se evaluaron las diferentes comunidades vegetales y se construyó una base de datos, utilizando diferentes matrices de doble entrada y se calcularon en base a estadística descriptiva y estadística paramétrica y no paramétrica, utilizando el software Paleontological Statistics versión 3.16 (Hammer y Harper 2006).

Para evaluar el análisis de conglomerados jerárquicos de la composición florística de la comunidades evaluadas utilizamos el índice de similitud de Bray-Curtis (correlación cofenética de 0,92) y como método de agrupamiento UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages). (Hammer y Harper 2006).

Para calcular la relación entre los atributos florísticos y la infiltración, construimos una matriz de correlación entre la tasa de infiltración y los atributos florísticos de los sitios evaluados. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Los valores del triángulo inferior de la matriz representan a los coeficientes de

correlación de Pearson. \* P-value < 0.10; \*\* \* P-value < 0.05 y \*\*\* P-value < 0.01. (Hammer y Harper 2006).

Para calcular la Tasa de Infiltración del agua y su influencia en los suelos en las comunidades vegetales, se realizó una caracterización físico-química de los suelos en las diferentes parcelas. Utilizamos la prueba No paramétrica de Kuskall Wallis o ANOVA. (Hammer y Harper 2006).

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. De la relación entre la degradación del suelo y en el estado actual de las comunidades vegetales.

#### Estado actual de las comunidades vegetales: Impacto en el Hábitat

No se ha registrado impacto de las actividades urbanas, industria, erosión, vegetación exótica, ni impactos de la recolección de leña en los sitios evaluados (Tabla 2). En la comunidad vegetal de complejo de chacras y purmas, como se esperaba, se encontró que un 30% de los sitios evaluado presentaron impactos (nivel 1) de pastoreo. Por otro lado, en los bosques en planicies inundables se encontró los niveles más elevados de tala de árboles, esto podría estar relacionado con la cercanía a vías de acceso (trochas, ver Anexo: Mapa de tipo de vegetación).

Se enuncia como degradación del suelo a toda alteración que lleve a la pérdida de las funciones básicas del suelo. El grado de degradación del suelo también es medido mediante el índice y las propiedades sensibles a modificaciones funcionales en la primera capa que mide 20 cm. (Muñoz *et al.* 2013). A consecuencia del experimento los resultados determinados indicaron que la degradación física y biológica del suelo se encuentran muy relacionadas con la cobertura o uso del suelo, el impacto principal sobre el funcionamiento físico del suelo es a consecuencia de la reducción del espacio poroso, eliminación de la estabilidad de los agregados, formación de costras e incremento de la densidad aparente, por consiguiente todo señala que la degradación física y biológica del suelo es producto de la poca presencia de materia orgánica.

**Tabla 2.** Resumen de la frecuencia de actividades que generan impactos en las comunidades vegetales evaluadas.

Cluster	Aguajal (4)				Bosques densos en planicies (5)				Complejo Chacras y Purmas (7)				Bosques densos en Planicies inundables (10)			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Nivel del impacto																
Impacto de la tala de árboles	100%				100%				100%				40%	50%		10%
Impacto de la agricultura.	100%				100%				100%				100%			
Impacto del pastoreo	100%				100%				70%	30%			90%	10%		
Impacto del fuego	100%				100%				100%				80%	10%		10%
Impacto de las actividades urbanas.	100%				100%				100%				100%			
Impacto de la industria	100%				100%				100%				100%			
Impacto de la erosión.	100%				100%				100%				100%			
Impacto de la vegetación exótica	100%				100%				100%				100%			
Impacto de la recolección de leña	100%				100%				100%				100%			
Otra	100%				100%				100%				100%			

La porosidad es importante ya que influye directamente en el volumen de espacio útil para almacenar agua, gases y para que haya un buen desarrollo y crecimiento raíces saludablemente, también la porosidad interviene en la velocidad de difusión de fluidos en el suelo (Reynolds *et al.*, 2002).

La disminución del tamaño de los poros está vinculada con el aumento de la densidad aparente y la compactación del suelo, los cuales también dependen del número de agregados estables y de la cantidad de materia orgánica (Shepherd *et al.*, 2001). Por consiguiente a mayor porcentaje de agregados y materia orgánica la porosidad será mayor (Cabria *et al.*, 2002).

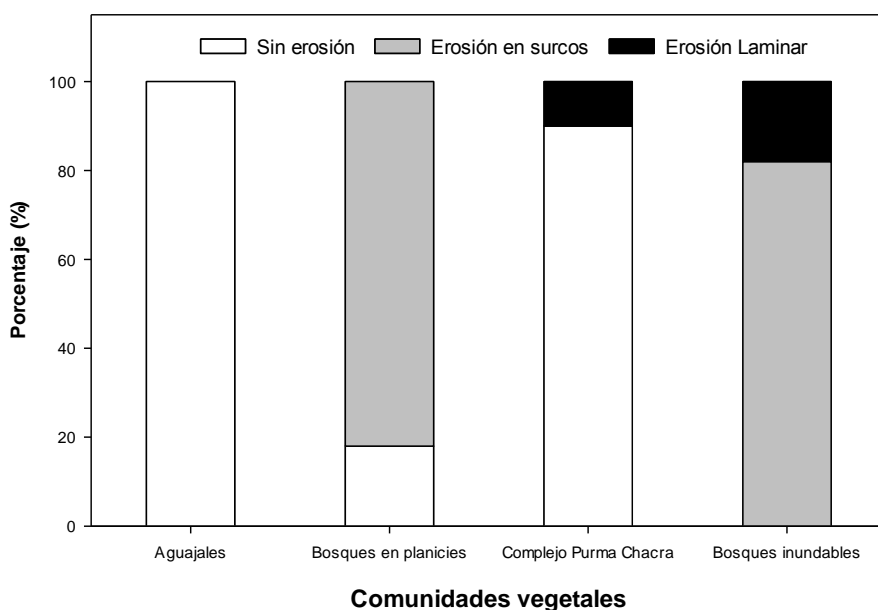
Los resultados permiten conocer que la degradación física del suelo en las distintas parcelas, está vinculado con la disminución del volumen del espacio

poroso. También podemos decir que la porosidad es una propiedad que está relacionado al comportamiento de otras como la textura, estructura, contenido de materia orgánica, etc. Nasr y Seles (1995), de acuerdo a la bibliografía revisada estas mencionan que la porosidad influye a la emergencia principalmente por modificaciones en el volumen y continuidad de los poros. Cuando los suelos tienen poca porosidad son muy densos con fuerte empaquetamiento o compacto, y esto a la vez disminuye la cantidad de agua que el suelo pueda reservar, y a consecuencia dificulta el crecimiento de las raíces (Schaetzl y Anderson, 2005).

### Erosión

La erosión en surcos de los suelos fue característico de los bosques inundables y no inundables (Figura 9), en este último se encontró una mayor proporción de erosión en surco en comparación con los bosques inundables.

Por otro lado, la erosión laminar solo fue reportado para la comunidad vegetal de complejo de purmas y chacras (Figura 5). Las corrientes de agua que se encuentran en la superficie pueden influir en la pérdida de las capas más superficiales de suelo.



**Figura 9.** Gráfico de barras del tipo de erosión y porcentaje de frecuencia en las parcelas evaluadas.

## 5.2. De la relación que se presenta entre la vegetación y la infiltración de agua en las comunidades vegetales.

Previamente para analizar la relación entre la vegetación y la infiltración de agua se calculó los atributos de la vegetación y la caracterización de la infiltración en los suelos.

### 5.2.2 De la Vegetación

En los bosques no inundables se encontró la mayor abundancia, riqueza y diversidad de especies (Tabla 3). El ANOVA y el test *post hoc* de Tukey mostraron que la abundancia promedio encontrada en los bosques no inundables es significativamente superior al de los bosques inundables y la vegetación del complejo de chacras y purmas. Aunque no se encontró diferencias significativas entre los aguajales y los bosques de planicies no inundables (Tabla 3).

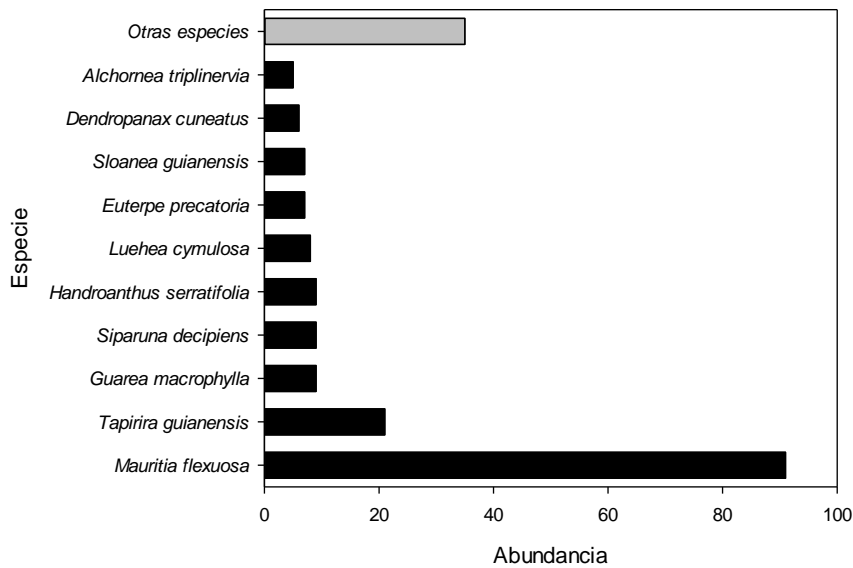
Por otro lado, los valores promedio de riqueza y diversidad de especies (índice de Shannon) fueron estadísticamente superior en el bosque en planicies no inundables, con respecto a los bosques inundables, aguajal y complejo purma chacra (Tabla 3). Sin embargo, para el caso del índice de diversidad de Fisher no se encontró diferencias significativas entre los bosques de planicies inundables y no inundables (Tabla 3).

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos (promedio  $\pm$  desviación estándar) y comparación de los atributos florísticos entre las comunidades evaluadas. Letras diferentes indican una diferencia significativa en los valores promedios, según la post prueba de Tukey del análisis de varianza (ANOVA).

Comunidad vegetal	Cluster	Abundancia	Riqueza de especies	Diversidad de Shannon (H)	Diversidad de Fisher
Bosque en planicies no inundables	5	26.8 $\pm$ 7.6 A	18 $\pm$ 5.3 A	2.7 $\pm$ 0.3 A	26.7 $\pm$ 11.5 A
Bosque en planicies inundables	10	10.8 $\pm$ 6 B	8.7 $\pm$ 5.8 B	1.8 $\pm$ 1 B	25.5 $\pm$ 26.9 AB
Aguajal	4	20.7 $\pm$ 3.5 A	7 $\pm$ 3.1 B	1.5 $\pm$ 0.4 B	4.2 $\pm$ 2.9 B
Complejo purma chacra	7	12 $\pm$ 2.3 B	7 $\pm$ 1.8 B	1.8 $\pm$ 0.3 B	9.7 $\pm$ 9.2 B
<b>ANOVA</b>		F = 17.28 <i>P-value</i> < 0.001	F = 12.9 <i>P-value</i> < 0.001	F = 6.3 <i>P-value</i> = 0.002	F = 4.8 <i>P-value</i> = 0.008

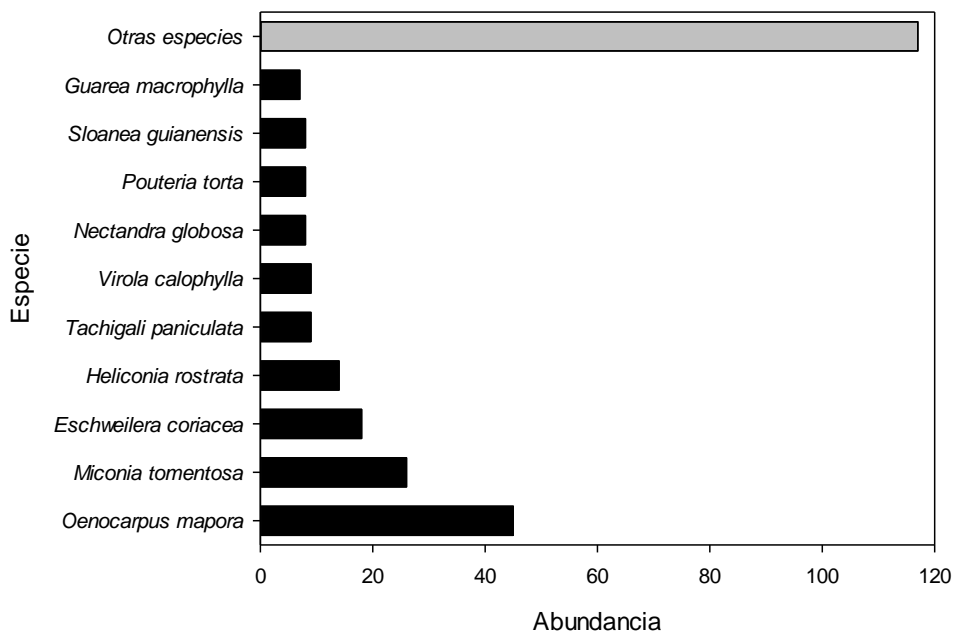


Como era de esperarse, en los aguajales la especie más abundante fue *Mauritia flexuosa*, seguida por *Tapirira guianensis* y *Guarea macrophylla* (Figura 10).



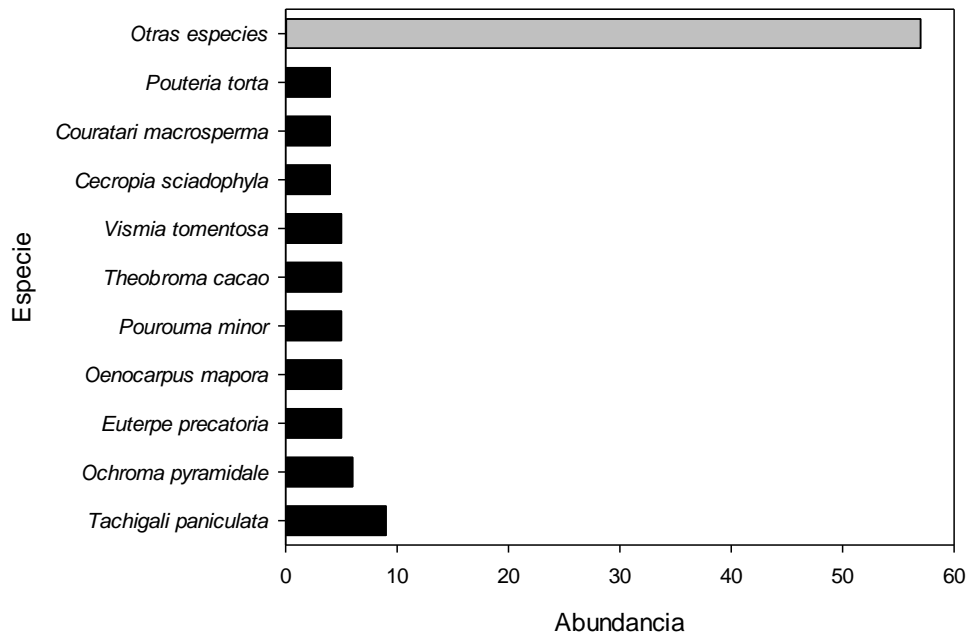
**Figura 10.** Gráfico de barras de las 10 especies más abundantes en aguajales.

En los bosques de planicies no inundables, la especie más abundante fue *Oenocarpus mapora*, seguida por *Miconia tomentosa* y *Eschweilera coriacea* (Figura 11).



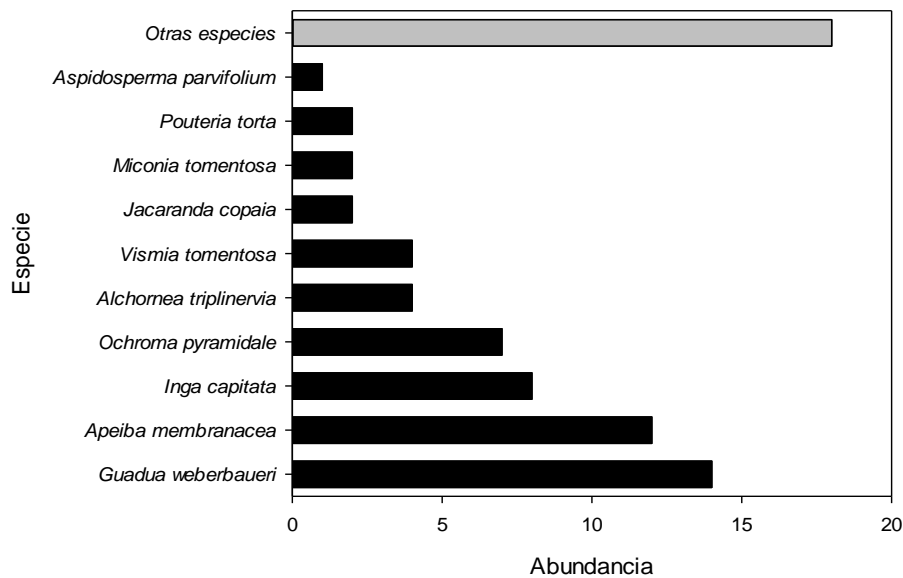
**Figura 11.** Gráfico de barras de las 10 especies más abundantes en los bosques en planicies no inundables

En los bosques de planicies no inundables, la especie más abundante fue *Tachigali paniculata*, seguida por *Ochroma pyramidale* y *Euterpe precatoria* (Figura 12).



**Figura 12.** Gráfico de barras de las 10 especies más abundantes en los bosques en planicies no inundables

En los bosques de planicies inundables, la especie más abundante fue *Guadua weberbaueri* seguida por *Apeiba membranacea*, *Inga capitata* y *Ochroma pyramidale* (Figura 13).



**Figura 13.** Gráfico de barras de las 10 especies más abundantes en la comunidad vegetal de complejo purma chacra

### Índice de importancia de las especies según clúster

De la Tabla 4 a la Tabla 7 se muestran a las 15 especies con mayor importancia ecológica en los clúster evaluados. En el aguajal las especies con mayor importancia ecológica fueron *Mauritia flexuosa*, *Tapirira guianensis*, *Siparuna decipiens* y *Handroanthus serratifolia* (Tabla 4). En el clúster 5, las especies con mayor importancia ecológica fueron *Oenocarpus mapora*, *Miconia tomentosa*, *Eschweilera coriacea* y *Heliconia rostrata* (Tabla 5). En la Tabla 6, sin embargo en el clúster las especies con mayor importancia ecológica fueron *Guadua weberbaueri*, *Apeiba membranacea* y *Inga capitata*. Por otro lado, en la el cluster 10 las especies más importantes ecológicamente fueron *Tachigali paniculata*, *Euterpe precatória* y *Oenocarpus mapora*.

**Tabla 4.** 15 especies más importantes en el Clúster 4, en los aguajales, de acuerdo al índice de importancia.

N	Cluster 4	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (%)	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)	IVI (%)
1	<i>Mauritia flexuosa</i>	91	44.0	10	14.3	29.1
2	<i>Tapirira guianensis</i>	21	10.1	6	8.6	9.4
3	<i>Siparuna decipiens</i>	9	4.3	4	5.7	5.0
4	<i>Handroanthus serratifolia</i>	9	4.3	4	5.7	5.0
5	<i>Euterpe precatória</i>	7	3.4	4	5.7	4.5
6	<i>Guarea macrophylla</i>	9	4.3	3	4.3	4.3
7	<i>Dendropanax cuneatus</i>	6	2.9	4	5.7	4.3
8	<i>Luehea cymulosa</i>	8	3.9	3	4.3	4.1
9	<i>Sloanea guianensis</i>	7	3.4	3	4.3	3.8
10	<i>Alchornea triplinervia</i>	5	2.4	3	4.3	3.4
11	<i>Ficus precatória</i>	3	1.4	3	4.3	2.9
12	<i>Lueheopsis hoffnii</i>	5	2.4	2	2.9	2.6
13	<i>Qualea grandiflora</i>	4	1.9	2	2.9	2.4
14	<i>Pachira aquatica</i>	2	1.0	2	2.9	1.9
15	<i>Ouratea iquitosensis</i>	4	1.9	1	1.4	1.7
	Otras especies	17	8.2	16	22.9	15.5

Fuente: Elaboración propia, en base a datos e campo, 2019

**Tabla 5.** 15 especies más importantes en el clúster 5, de acuerdo al índice de importancia.

N	Cluster 5	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (%)	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)	IVI (%)
1	<i>Oenocarpus mapora</i>	45	16.8	10	5.6	11.2
2	<i>Miconia tomentosa</i>	26	9.7	9	5.0	7.4
3	<i>Eschweilera coriacea</i>	18	6.7	9	5.0	5.9
4	<i>Heliconia rostrata</i>	14	5.2	5	2.8	4.0
5	<i>Tachigali paniculata</i>	9	3.4	8	4.4	3.9
6	<i>Virola calophylla</i>	9	3.4	7	3.9	3.6
7	<i>Nectandra globosa</i>	8	3.0	7	3.9	3.4
8	<i>Handroanthus serratifolia</i>	8	3.0	7	3.9	3.4
9	<i>Pouteria torta</i>	8	3.0	6	3.3	3.2
10	<i>Guarea macrophylla</i>	7	2.6	6	3.3	3.0
11	<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	2.6	6	3.3	3.0
12	<i>Matisia malacocalyx</i>	7	2.6	5	2.8	2.7
13	<i>Iryanthera juruensis</i>	5	1.9	5	2.8	2.3
14	<i>Inga capitata</i>	6	2.2	4	2.2	2.2
15	<i>Alchornea triplinervia</i>	4	1.5	4	2.2	1.9
	Otras especies	87	32.5	82	45.6	39.0

Fuente: Elaboración propia, en base a datos e campo, 2019

**Tabla 6.** 15 especies más importantes en el clúster 7, de acuerdo al índice de importancia.

N	Cluster 7	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (%)	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)	IVI (%)
1	<i>Guadua weberbaueri</i>	14	19.4	5	11.9	15.7
2	<i>Apeiba membranacea</i>	12	16.7	5	11.9	14.3
3	<i>Inga capitata</i>	8	11.1	5	11.9	11.5
4	<i>Ochroma bataua</i>	7	9.7	2	4.8	7.2
5	<i>Alchornea triplinervia</i>	4	5.6	2	4.8	5.2
6	<i>Vismia tomentosa</i>	4	5.6	2	4.8	5.2
7	<i>Pouteria torta</i>	2	2.8	2	4.8	3.8
8	<i>Jacaranda copaia</i>	2	2.8	1	2.4	2.6
9	<i>Miconia tomentosa</i>	2	2.8	1	2.4	2.6
10	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	1	1.4	1	2.4	1.9
11	<i>Cecropia sciadophylla</i>	1	1.4	1	2.4	1.9
12	<i>Cordia nodosa</i>	1	1.4	1	2.4	1.9
13	<i>Euterpe precatória</i>	1	1.4	1	2.4	1.9
14	<i>Himatanthus sucuuba</i>	1	1.4	1	2.4	1.9
15	<i>Iriartea deltoidea</i>	1	1.4	1	2.4	1.9
	Otras especies	11	15.3	11	26.2	20.7

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de campo, 2019

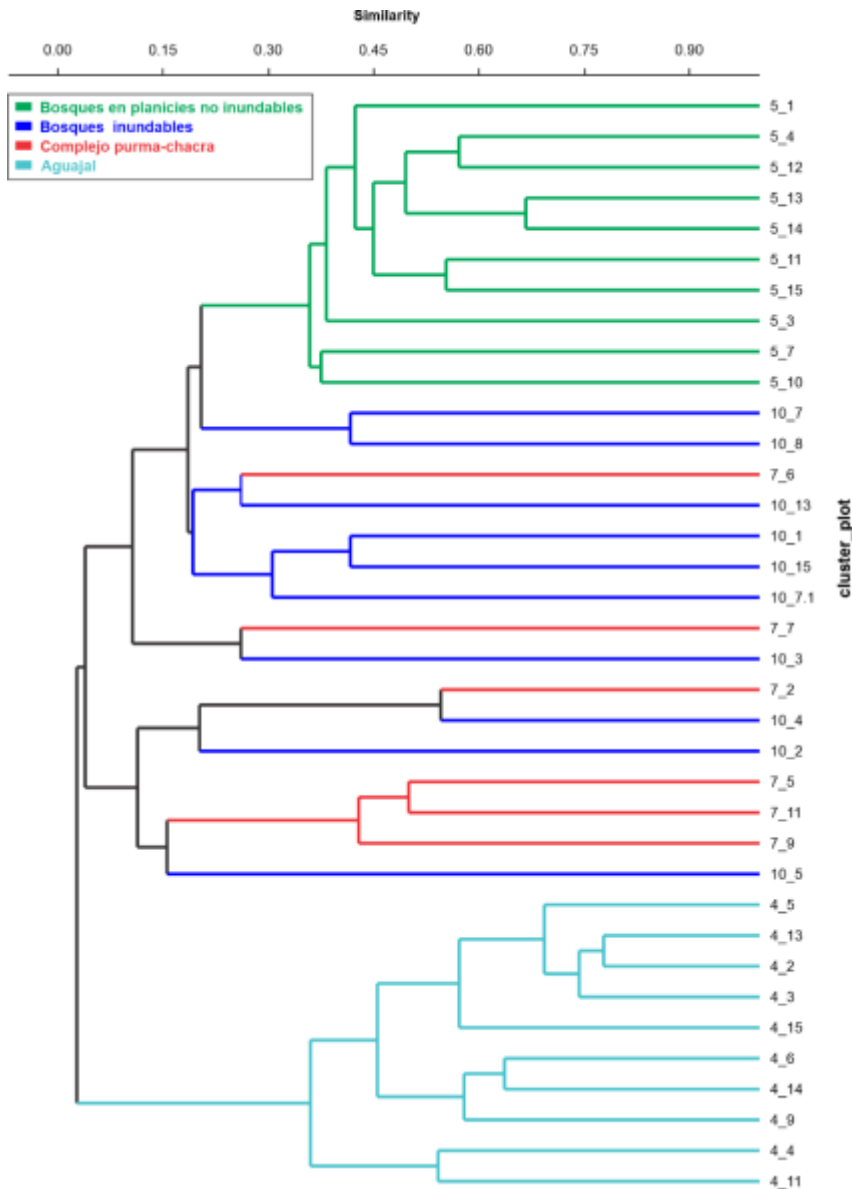
**Tabla 7.** 15 especies más importantes en el clúster 10, de acuerdo al índice de importancia.

N	cluster 10	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (%)	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)	IVI (%)
1	<i>Tachigali paniculata</i>	9	8.3	5	5.7	7.0
2	<i>Euterpe precatória</i>	5	4.6	4	4.6	4.6
3	<i>Oenocarpus mapora</i>	5	4.6	4	4.6	4.6
4	<i>Pourouma minor</i>	5	4.6	4	4.6	4.6
5	<i>Theobroma cacao</i>	5	4.6	4	4.6	4.6
6	<i>Cecropia sciadophyla</i>	4	3.7	4	4.6	4.2
7	<i>Pouteria torta</i>	4	3.7	4	4.6	4.2
8	<i>Ochroma pyramidale</i>	6	5.6	2	2.3	3.9
9	<i>Couratari macrosperma</i>	4	3.7	3	3.4	3.6
10	<i>Protium amazonicum</i>	4	3.7	3	3.4	3.6
11	<i>Virola calophylla</i>	4	3.7	3	3.4	3.6
12	<i>Miconia tomentosa</i>	3	2.8	3	3.4	3.1
13	<i>Handroanthus serratifolia</i>	3	2.8	3	3.4	3.1
14	<i>Vismia tomentosa</i>	5	4.6	1	1.1	2.9
15	<i>Jacaranda copaia</i>	3	2.8	2	2.3	2.5
	Otras especies	39	36.1	38	43.7	39.9

Fuente: Elaboración propia, en base a datos e campo, 2019

### **Análisis de conglomerados jerárquicos de la composición florística entre las comunidades vegetales estudiadas**

En los análisis conglomerados jerárquicos se observó que la composición florística de los bosques de planicies no inundables y los aguajales se diferencian claramente de las demás comunidades (Figura 14). Sin embargo, las comunidades de bosques inundables y del complejo Purma-Chacra tienen una elevada similitud en algunas parcelas (Figura 14).



**Figura 14.** Análisis de conglomerados jerárquicos de la composición florística de la comunidades evaluadas empleando el índice de similitud de Bray-Curtis (correlación cofenética de 0,92) y como método de agrupamiento UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages).

Para evaluar la similitud en la composición florística entre las comunidades evaluadas se utilizó la distancia de Bray-Curtis (Tabla 8). El mayor porcentaje de similitud se encontró entre las comunidades de bosques de planicies inundables y no inundables (31.8 %). Estas dos comunidades tienen 26 especies compartidas, las especies compartidas más abundantes fueron *Eschweilera*, *Miconia*, *Oenocarpus* y *Tachigali*. El porcentaje de similitud más bajo se encontró entre el aguajal y el bosque de planicies

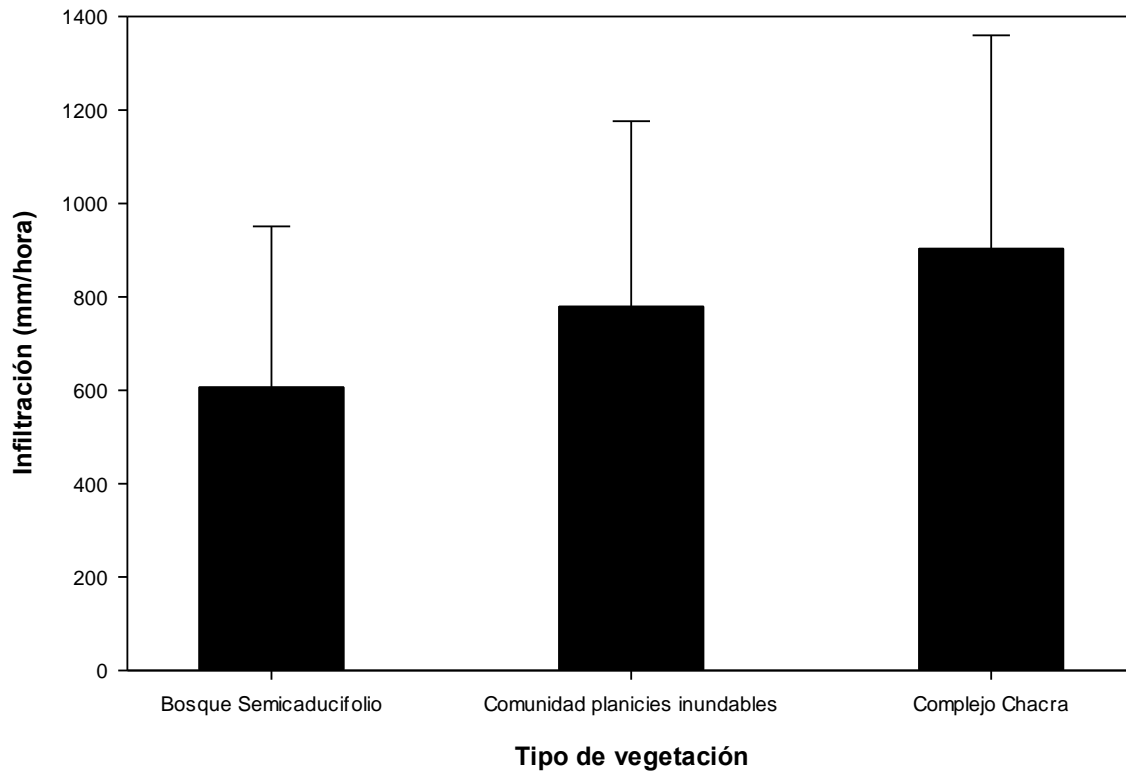
inundables (7.1 %), entre estas comunidades tienen 4 especies compartidas, las especies con mayor abundancia en estos cluster fueron Alchornea, Euterpe, Siparuna y Zygia. Interesantemente, se encontró un 30% de similitud en la composición florística entre el aguajal y el complejo purma-chacra (Tabla 8), entre estas comunidades tienen 10 especies compartidas, entre las más importante fueron Euterpe, Tapirira y Siparuna.

**Tabla 8.** Matriz de similitud en la composición florística entre las comunidades vegetales estudiadas, utilizando la distancia Bray-Curtis.

	<b>Aguajal (4)</b>	<b>Bosques no inundables (5)</b>	<b>Complejo de Chacras-Purmas (7)</b>	<b>Bosque inundable (10)</b>
<b>Aguajal (4)</b>	100 %			
<b>Bosques no inundables (5)</b>	13.3 %	100 %		
<b>Complejo de Chacras-Purmas (7)</b>	30.8 %	14.3 %	100 %	
<b>Bosque inundable (10)</b>	7.1 %	31.8 %	15.0 %	100 %

### 5.2.2 De la Infiltración

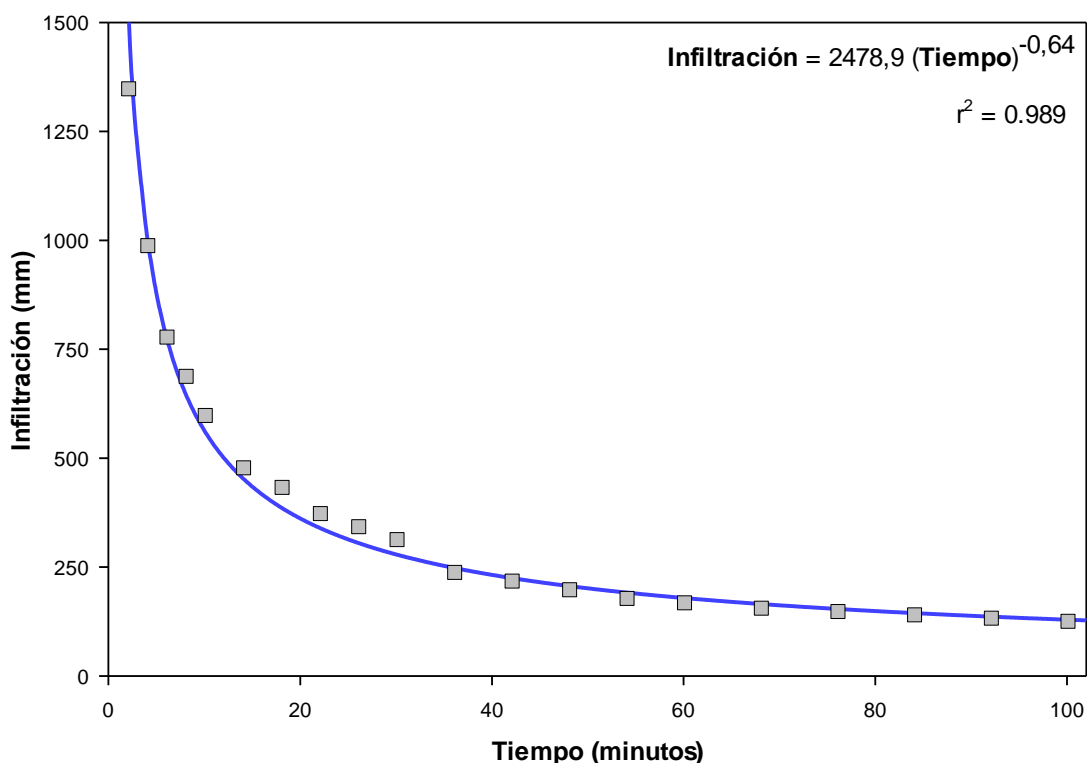
Los valores promedio de infiltración fueron inferiores en la comunidad vegetal de complejo de chacras y purmas (Figura 15). De acuerdo a la figura 15, no se muestra resultados de la prueba de infiltración de la comunidad vegetal de Aguajales, porque la comunidad vegetal es un ecosistema permanentemente inundado.



**Figura 15.** Gráfico de barras de la tasa de infiltración promedio (mm/hora) en 3 comunidades vegetales de Madre de Dios. Las líneas verticales y los bigotes representan el error estándar.

En la Figura 16 se muestra el comportamiento de la infiltración en los bosques no inundables del área de estudio.

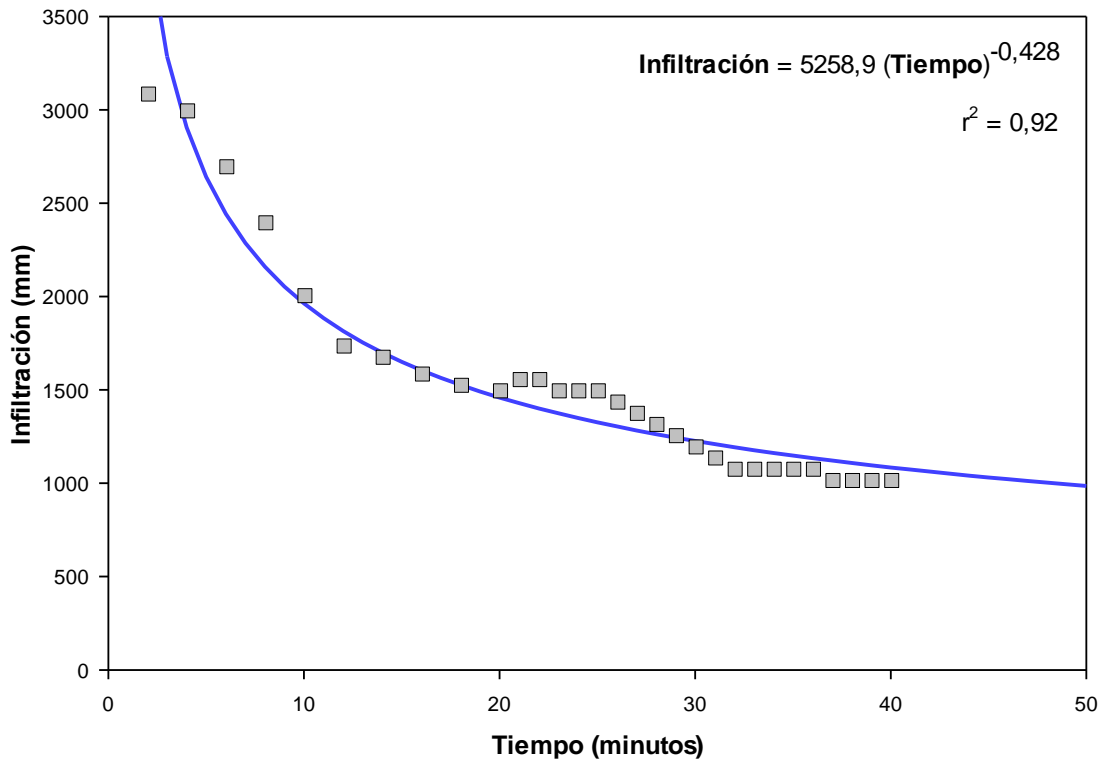




**Figura 16.** Curva de infiltración en la comunidad vegetal Bosque no inundables.

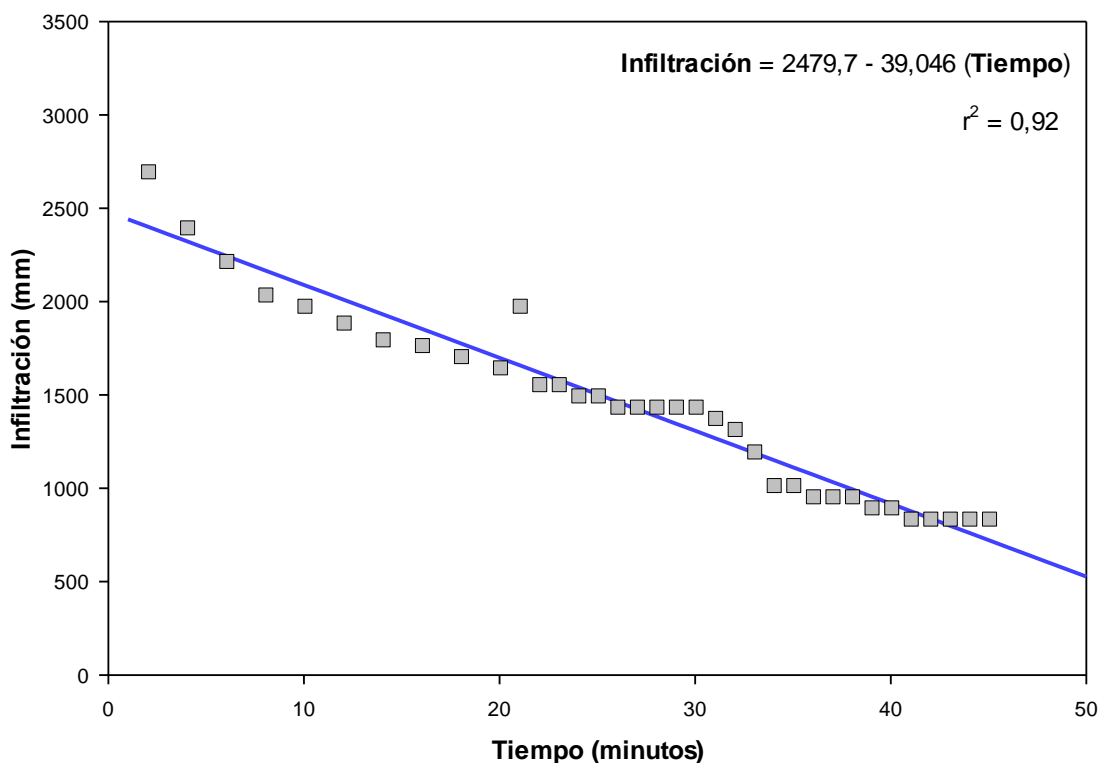
Se observa en la Figura 16, que la curva se ajusta a una curva exponencial, es decir las tasas de infiltración son casi constantes durante todo el periodo de evaluación de la infiltración, en el área de estudio, con una elevada infiltración los primeros 10 minutos.

En la Figura 17, se muestra el comportamiento de la infiltración en el complejo chacras-purmas del área de estudio. Se observa en la Figura 17, que la curva se ajusta a una relación lineal, en la cual hay una elevada tasa de infiltración durante los primeros 10 minutos, luego la tasa de infiltración son casi constantes durante todo el periodo de evaluación de la infiltración, en el área de estudio.



**Figura 17.** Curva de infiltración en la comunidad vegetal Complejo de Chacras y Purmas

En la Figura 18 se muestra el comportamiento de la infiltración en los bosques inundables del área de estudio. Se puede apreciar en los bosques inundables que se ajustan a una relación lineal, es decir las tasas de infiltración son casi constantes durante todo el periodo de evaluación de la infiltración.



**Figura 18.** Curva de infiltración en la comunidad vegetales densas de planicies inundables

En la Figura 19 se muestra la comparación en el comportamiento de la infiltración en las tres comunidades analizadas en el estudio. Se observa diferencias en el comportamiento de la infiltración de las tres comunidades estudiadas. Así, en los bosques no inundables se ajusta a una curva exponencial, con una elevada infiltración los primero 10 minutos. A diferencia de los bosques inundables que se ajustan a una relación lineal, es decir las tasas de infiltración son casi constantes durante todo el periodo de evaluación de la infiltración (Figura 19).

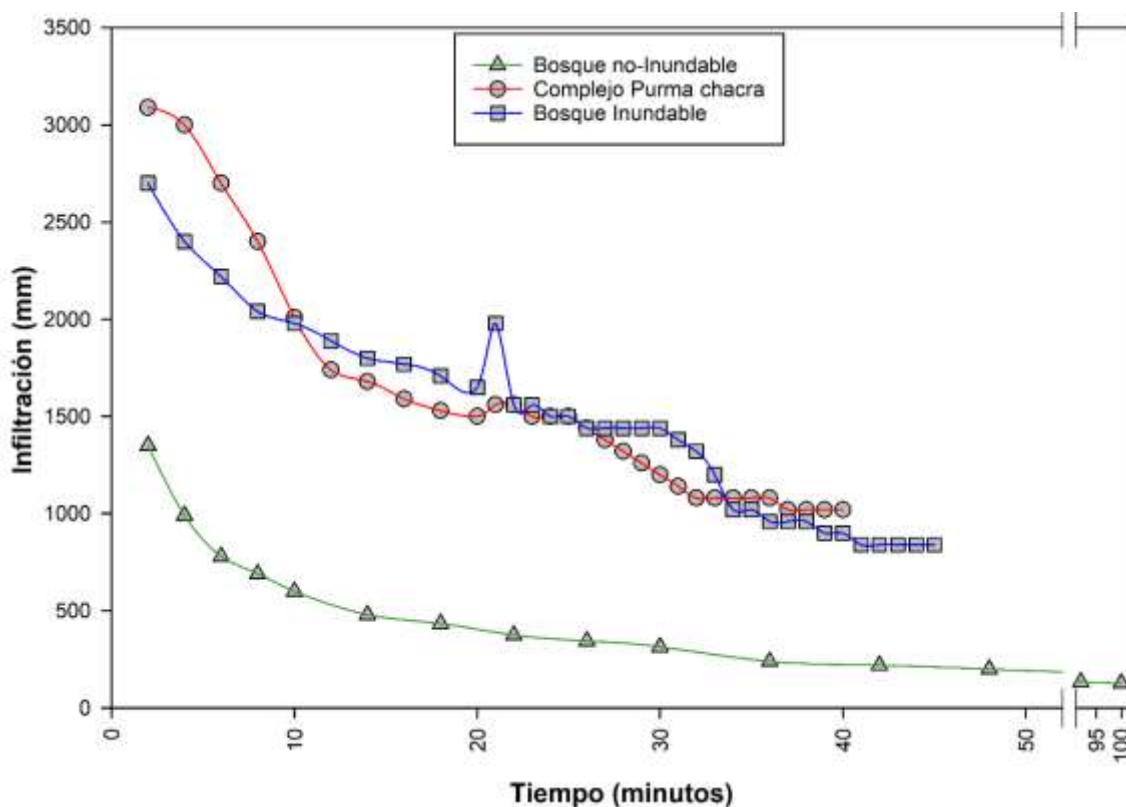


Figura 19. Comparación de curvas de infiltración en tres comunidades vegetales de Madre de Dios

### 5.2.2 Relación entre los atributos florísticos y la infiltración

Los resultados del análisis de correlación entre la infiltración de los suelos y los atributos florísticos encontrados en el área de estudio se detallan en la Tabla 8. En general, se encontró una relación inversa entre la infiltración y los atributos florísticos, con excepción del índice de diversidad de  $\alpha$ -Fisher. Es decir, en sitios con elevada infiltración se encontró una menor abundancia, riqueza y diversidad (correlación negativa). Sin embargo, esta relación solo fue significativa para la abundancia de especies ( $P$ -value < 0,05; Tabla 8).

**Tabla 9.** Matriz de correlación entre la tasa de infiltración y los atributos florísticos de los sitios evaluados. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Los valores del triángulo inferior de la matriz representan a los coeficientes de correlación de Pearson. \* *P-value* < 0.10; \*\* \* *P-value* < 0.05 y \*\*\* *P-value* < 0.01.

	Infiltración	Riqueza de especies	Abundancia	Diversidad Shannon_H	Diversidad Margalef
Riqueza de especies	-0.64	-			
Abundancia	-0.71 *	0.98	-		
Diversidad Shannon_H	-0.29	0.88	0.77	-	
Diversidad Margalef	-0.51	0.98	0.92	0.96	-
Diversidad $\alpha$ -Fisher	0.00	0.50	0.35	0.71	0.62

### 5.3. De la tasa de infiltración de agua y su influencia en los suelos en las comunidades vegetales.

#### 5.3.1 Análisis de suelos

Los resultados de los análisis físico-químicos del suelo en las comunidades vegetales estudiadas en el presente estudio (Tabla 9).

**Tabla 10.** Resultados de la caracterización físico-química del suelo en los bosques no inundables (clúster 5), complejo de chacra-purmas (clúster 7) y los bosques inundables (clúster 10).

Cluster	Plot	CE (dS/m)	Arena	Limo	Arcilla	Textura	pH	M.O. (%)	P (ppm)	K (ppm)	CaCO <sub>3</sub> (%)	CIC total (Cmol (+) / Kg)	Ca <sup>++</sup> (Cmol (+) / Kg)	Mg <sup>++</sup> (Cmol (+) / Kg)	Na <sup>+</sup> (Cmol (+) / Kg)	K <sup>-</sup> (Cmol (+) / Kg)	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup> (Cmol (+) / Kg)
10	9	0.11	78.42	14.62	6.96	Franco - arenoso	4.22	1.05	1.05	34.80	-	1.57	0.58	0.29	0.06	0.05	0.60
10	15	0.17	58.42	29.62	11.96	Franco - arenoso	3.65	2.20	1.15	73.60	-	4.51	0.62	0.31	0.14	0.15	3.30
10	7	0.22	71.20	16.84	11.96	Franco arenoso	3.62	1.64	2.44	53.40	-	2.94	0.70	0.30	0.10	0.09	1.75
5	3	0.20	43.84	40.20	15.96	Franco	3.82	3.68	0.04	51.40	-	5.84	0.60	0.21	0.06	0.07	4.90
5	10	0.23	45.84	24.20	29.96	Franco arcillo-arenoso	3.52	4.47	2.53	97.60	-	9.80	0.59	0.32	0.06	0.14	8.70
5	6	0.23	46.20	31.84	21.96	Franco	3.32	2.27	2.44	79.40	-	6.30	0.37	0.29	0.11	0.14	5.40
7	11	0.15	48.20	39.98	11.82	Franco	4.55	2.23	0.96	114.60	-	2.53	1.17	0.41	0.07	0.18	0.70
7	1	0.29	62.20	21.98	15.82	Franco - arenoso	5.17	2.73	0.31	52.40	-	5.46	4.61	0.60	0.08	0.13	0.05
7	3	0.21	59.20	18.84	21.96	Franco-arcillo-arenoso	4.29	1.31	1.79	87.20	-	3.44	2.02	0.35	0.12	0.15	0.80

Fuente: (Laboratorio de Suelos, UNALM, 2019)

Los resultados de la comparación de las características físico-químico del suelo entre las comunidades evaluadas, utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis o ANOVA, según corresponda, se muestran en la Tabla 10. Para el CE, % de limo, % de arcilla, materia orgánica, P, K, Mg<sup>++</sup>, Na y K<sup>-</sup> no encontramos diferencias significativas entre las comunidades vegetales evaluadas (*P-value* > 0,05). Sin embargo, como se esperaba los porcentajes de materia orgánica, limo y arcilla fueron superiores en los bosques de planicies no inundables, en comparación con los bosques inundables y el complejo purma chacra.

Los bosques inundables presentaron los porcentajes más elevado de arena en el suelo, y significativamente diferente de los bosques no inundables. En los bosques densos no inundables, los suelos fueron más ácidos que las otras dos comunidades estudiadas. Mientras que el complejo purma-chacra presentó niveles superiores de pH (> 4,5).

**Tabla 11.** Comparación de las características físico-químicas del suelo de 3 comunidades vegetales estudiadas en Madre de Dios. Los asteriscos diferencian a las pruebas estadísticas utilizadas, \* = ANOVA y \*\* = Kruskal-Wallis. Letras diferentes indican una diferencia estadísticamente significativa.

Plot	Estadístico	P-Value	Tipo de Vegetación		
			Bosque inundable 10	Bosques en planicies no inundables 5	Complejo de Chacras y Purmas 7
CE (dS/m) **	Kruskal-Wallis, H = 1.9	0.390	0.17 ± 0.06 A	0.22 ± 0.03 A	0.22 ± 0.02 A
Arena *	ANOVA, F = 8.2	0.020	69.35 ± 10.13 A	45.29 ± 13.69 B	56.53 ± 15.25 AB
Limo *	ANOVA, F = 1.2	0.370	20.36 ± 8.1 A	32.08 ± 11.7 A	26.93 ± 11.94 A
Arcilla *	ANOVA, F = 4.1	0.080	10.29 ± 2.89 A	22.63 ± 2.31 A	16.53 ± 9.45 A
pH *	ANOVA, F = 7.9	0.020	3.83 ± 0.34 AB	3.55 ± 0.11 B	4.67 ± 0.15 A
M.O. (%) *	ANOVA, F = 3.9	0.080	1.63 ± 0.58 A	3.47 ± 1.05 A	2.09 ± 1.46 A
P (ppm)	ANOVA, F = 0.34	0.720	1.55 ± 0.78 A	1.67 ± 1.2 A	1.02 ± 1.41 A
K (ppm)	ANOVA, F = 1.20	0.360	53.93 ± 19.41 A	76.13 ± 12.28 A	84.73 ± 26.12 A
CIC total (Cmol (+) / Kg)	ANOVA, F = 5.19	0.035	3.01 ± 1.47 B	7.31 ± 1.45 A	3.81 ± 3.44 AB
Ca <sup>++</sup> (Cmol (+) / Kg)	Kruskal-Wallis, H = 5.9	0.011	0.63 ± 0.06 B	0.52 ± 0.05 B	2.6 ± 0.06 A
Mg <sup>++</sup> (Cmol (+) / Kg)	ANOVA, F = 4.17	0.070	0.3 ± 0.01 A	0.27 ± 0.06 A	0.45 ± 0.06 A
Na <sup>+</sup> (Cmol (+) / Kg)	Kruskal-Wallis, H = 1.1	0.570	0.1 ± 0.04 A	0.08 ± 0.04 A	0.09 ± 0.02 A
K <sup>-</sup> (Cmol (+) / Kg)	Kruskal-Wallis, H = 2.1	0.349	0.1 ± 0.05 A	0.12 ± 0.04 A	0.15 ± 0.04 A
Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup> 1 (Cmol (+) / Kg)	ANOVA, F = 13.29	0.006	1.88 ± 1.35 B	6.33 ± 1.58 A	0.52 ± 3.48 B

## Aguajal

Para el aguajal solo se realizaron los análisis mostrados en la Tabla 11, debido a que sólo se colectó materia orgánica en este tipo de comunidad vegetal.

**Tabla 12.** Resultados de la caracterización físico-química del suelo del aguajal.

Cluster	Plot	CE (dS/m)	pH	N (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	Ca O (%)	MgO (%)
4	9	0.36	4.64	1.97	0.35	0.05	0.42	0.4
4	8	0.34	4.75	2.65	0.42	0.04	0.3	0.28
4	14	0.31	4.2	2.34	0.37	0.14	0.18	0.17
<b>Promedio</b>		0.34	4.53	2.32	0.38	0.08	0.30	0.28
<b>Desviación estándar</b>		0.03	0.29	0.34	0.04	0.06	0.12	0.12

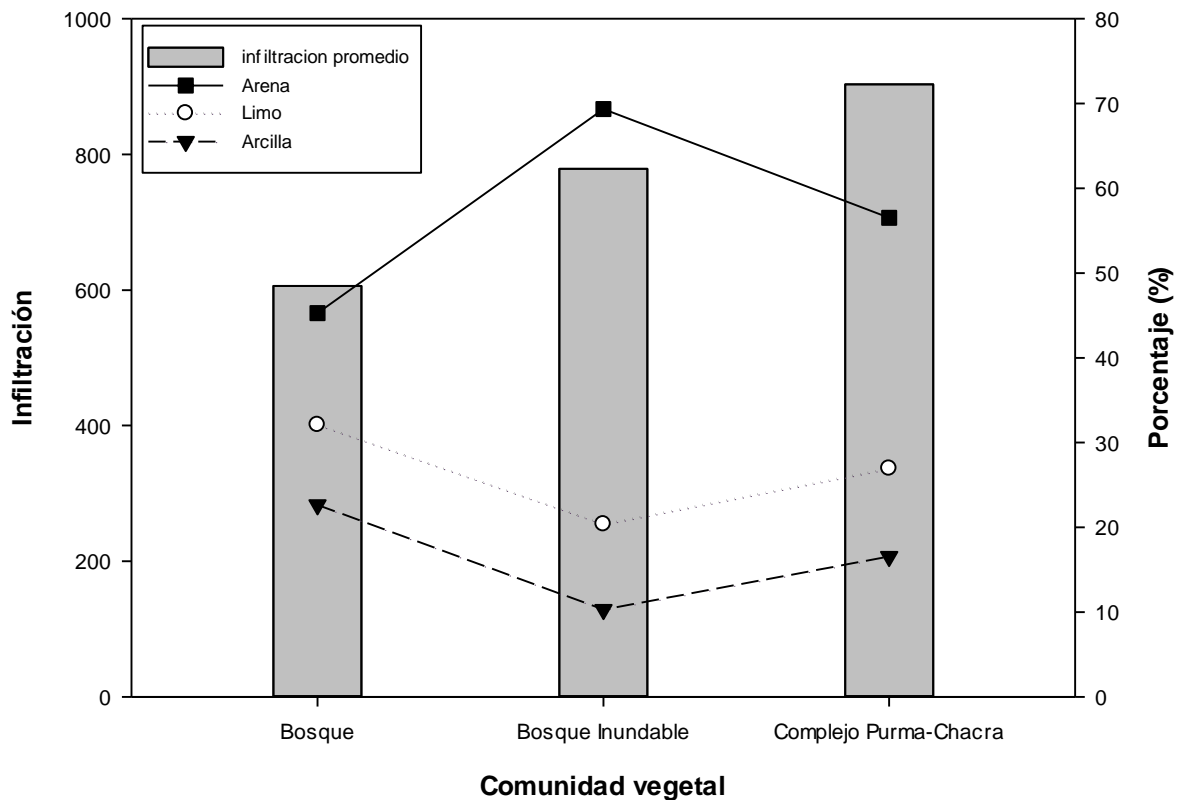
El contenido de materia orgánica está relacionado con la estabilidad de agregados (Evans, 1980; Tisdell and Oades, 1982; Chaney and Swift, 1984; Marshall and Holmens, 1988; Benito Rueda y Díaz Fierros, 1989; Moyano *et al.* 1989). El contenido de materia orgánica influye directamente en el comportamiento físico de los suelos y aporta a la formación y estabilidad de los agregados y como se conoce que la agregación aumenta la porosidad, aireación, infiltración y percolación del agua, y minimiza la escorrentía y riesgo a erosión (Van Beers, 1980). También tenemos que mencionar el humus por sus características coloidales, presenta una gran capacidad de absorción de agua que excede, incluso, a la de la arcilla (Koorevaar *et al.* 1983).



### 5.3.2 Suelos e Infiltración

EL promedio de infiltración fue inferior en los bosques no inundables (Figura 20). Los niveles de infiltración más altos se encontraron en el complejo purma chacra. Las diferencias entre estas comunidades estarían relacionadas con la textura del suelo. Es decir, en los sitios con menos infiltración los suelos tienen un menor porcentaje de arena y los niveles más altos de limo y arcilla (bosques no inundables). Sin embargo, en el complejo purma chacra los elevados niveles de infiltración estarían relacionado a los altos porcentajes de arena.

**Figura 20.** Gráfico de barras para la comparación de la infiltración promedio en el suelo según el porcentaje de arena, limo y arcilla.



#### **5.4. De la relación que existe entre la diversidad, composición florística y las características físico-químicas del suelo en comunidades vegetales.**

Los resultados de la correlación entre las características físico-químicas del suelo y los atributos de la vegetación de las parcelas en las comunidades estudiadas se muestran en la Tabla 12. Se encontró una relación directa y significativa entre la materia orgánica del suelo y todos los atributos florísticos (abundancia, riqueza y diversidad) ( $r > 0,7$  y  $P\text{-value} < 0,05$ ; Tabla 12); es decir, las parcelas que contienen un mayor porcentaje de materia orgánica se puede esperar una mayor abundancia, riqueza y diversidad de especies. Entre el CIC, la riqueza de especies y el índice de diversidad  $\alpha$ -Fisher se encontró una relación directa y significativa (Tabla 12). Por otro lado, se encontró una relación inversa entre los iones de  $\text{Ca}^{++}$  y los atributos florísticos en las parcelas evaluadas ( $r > -0,75$ ;  $P\text{-value} < 0,05$ ); es decir, que en las parcelas que presentaron los niveles más altos de iones  $\text{Ca}^{++}$  se encontraron los valores más bajos de abundancia, riqueza y diversidad de especies.

**Tabla 13.** Matriz de correlaciones entre los atributos florísticos y las características físico-químicas del suelo en las comunidades vegetales estudiadas.

		Características físico-químicas del suelo													
		CE	Arena	Limo	Arcilla	pH	M.O.	P	K	CIC total	Ca++	Mg++	Na	K-	Al+3+H+1
Características físico-químicas del suelo	CE														
	Arena	0.19													
	Limo	-0.68	-0.74*												
	Arcilla	0.66	-0.38	-0.32											
	pH	-0.59	-0.17	0.34	-0.23										
	M.O.	0.28	-0.76*	0.37	0.56	-0.45									
	P	0.61	0.51	-0.86**	0.45	-0.34	-0.10								
	K	-0.38	-0.38	0.17	0.30	0.57	0.05	0.17							
	CIC total	0.53	-0.55	0.00	0.79*	-0.60**	0.90	0.21	0.06						
	Ca++	-0.07	0.16	-0.27	0.13	0.74*	-0.61	0.07	0.39	-0.46					
	Mg++	-0.43	0.10	-0.09	-0.01	0.63	-0.41	0.33	0.86**	-0.35	0.52				
	Na	-0.16	0.68	-0.46	-0.33	-0.04	-0.72	0.15	-0.17	-0.46	0.31	0.15			
	K-	-0.53	-0.11	0.05	0.08	0.55	-0.23	0.16	0.90**	-0.15	0.45	0.90**	0.24		
	Al+3+H+1	0.50	-0.53	0.05	0.68	-0.69	0.92***	0.16	-0.04	0.98***	-0.61	-0.44	-0.48	-0.25	
Atributos florísticos	Riqueza	0.28	-0.52	0.35	0.25	-0.69	<b>0.88**</b>	-0.22	-0.38	<b>0.75*</b>	<b>-0.84**</b>	<b>-0.73*</b>	-0.52	-0.56	<b>0.85**</b>
	Abundancia	0.19	-0.63	0.50	0.20	-0.51	<b>0.90**</b>	-0.29	-0.26	0.68	<b>-0.79*</b>	-0.62	-0.72	<b>-0.52*</b>	0.77
	Shannon_H	0.11	-0.33	0.34	0.00	<b>-0.73*</b>	<b>0.74*</b>	-0.14	-0.36	0.58	<b>-0.98***</b>	-0.59	-0.41	-0.47	0.72
	Margalef	0.25	-0.41	0.30	0.16	<b>-0.76*</b>	<b>0.82**</b>	-0.17	-0.41	0.71	-0.90**	-0.71	-0.41	-0.53	<b>0.82*</b>
	Fisher_alpha	0.59	-0.51	0.13	0.53	-0.55	<b>0.88**</b>	0.03	-0.26	<b>0.80*</b>	-0.58	-0.61	<b>-0.76*</b>	-0.59	<b>0.84**</b>

## CONCLUSIONES

**Primera:** El grado de degradación de suelos y el índice de infiltración de agua en las comunidades vegetales influyen en el estado actual de conservación de las comunidades vegetales.

**Segunda:** Existe relación positiva entre la degradación del suelo y en el estado actual de las comunidades vegetales.

**Tercera:** La relación que se presenta entre la vegetación y la infiltración de agua en las comunidades vegetales es inversa. Los sitios con mayor abundancia, riqueza y diversidad de especies tienen los valores más bajos de infiltración.

**Cuarta:** La tasa de infiltración de agua y su influencia en los suelos en las comunidades vegetales, es directa, inversa, positiva (Bosque inundable, Bosque no inundable, complejo chacras o purmas. No se ha analizado en los aguajales.

**QUINTA:** La relación que existe entre la diversidad, composición florística y las características físico-químicas del suelo (materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y iones de  $\text{Ca}^{++}$ ) en comunidades vegetales es altamente significativa.

**SEXTA:** La estructura de la vegetación se relaciona directamente con la riqueza, diversidad, abundancia, frecuencia y dominancia en comunidades vegetales.

## RECOMENDACIONES

Los resultados encontrados indican una estrecha relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica del suelo, indicándonos así, que cuando es más densa la cobertura del suelo y a más contenido de materia orgánica, la degradación física y biológica del suelo se disminuye. Las propiedades que tuvieron mayor relación con la degradación de los suelos de las parcelas estudiadas fueron la porosidad, estabilidad de los agregados y la materia orgánica, entonces podemos recomendar que para recuperar los suelos degradados y conservar los que ahora están vulnerables, se realicen prácticas que ayuden a mejorar la porosidad y estabilidad de los agregados, lo que garantiza un buen nivel de materia orgánica en el suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARAZ F. Fundamentos de la clasificación de la vegetación; Geobotánica, Tema 10; Universidad de Murcia España; febrero 2013.

BENITO RUEDA, E. y DIAZ FIERROS, F. Estudio de los principales factores que intervienen en la estabilidad estructural de los suelos de Galicia. *An. Edaf. Agrobiol.* 48: 229-253. 1989.

BRAUN-BLANQUET, J. Y JENNY, H. Vegetation sent wicklung und Bodenbildung in der alpine Stufe der Zentralapen. *Schweiz. Ges.*, 63 (2): 181-349. 1926

BLUM, W.E.H. Basic concepts: degradation, resilience, and rehabilitation. pp. 1- 16 In: R. Lal et al (eds.) *Methods for Assessment of Soil Degradation. Advances in Soil Science.* CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1998.

CABRIA, F., M. CALANDRONI Y MONTERUBBIANESI. Tamaño y estabilidad de agregados y su relación con la conductividad hidráulica saturada en suelos bajo labranza convencional y praderas. *Cienc. Suelo* 20: 69-80. 2002.

COLINVAUX, P. A. y P. E. DE OLIVEIRA. Amazon plant diversity and climate through the Cenozoic. *Paleography, Paleoclimatology, Paleoecology* 166: 51-63. 2001.

COLWELL, R. K. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. s.l., s.e., Vol. Version 9. 2013.

CLUTTER, R. L.; FORTOW, J. C.; PIENNAR, L. V.; BRISTER, G. H.; BAILEY, R. L. *Timber Management: A Quantitative Approach.* N. Y. (USA): J. Wiley. 1983. 31 pp.

DANIEL F. Y JARAMILLO J. "Introducción a la ciencia del suelo"; Universidad Nacional de Colombia Facultad de ciencias Medellín año 2002. (pag. 224, 225).

CHANEY, K. y SWIFT, R.S. The influence of organic matter on aggregate stability in some British soil. *J. Soil. Sci.*, 35: 223-230. 1984-

EVANS, R. Mechanics of water erosion and their spatial and temporal controls: an empirical viewpoint. In: M.J. Kirkby and R.P.C. (Eds.), *Soil erosion*. Chichester, Wiley, 109-128. 1980.

FISHER, A. A., A. S. CORBET y C. B. WILLIAMS. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* 12: 42-58. 1943.

GENTRY, A. H. Changes in Plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75 (1): 1-34. 1988.

GENTRY, A. H. Tropical forest biodiversity distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63: 19-28. 1992.

HAMMER, Ø; HARPER, D A T. *Paleontological Data Analysis*. 1st edition. Oxford, Blackwell Publishing. 351 p. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470750711>.

HERNÁNDEZ, R; FERNANDEZ, C; Y BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill-Interamericana Editores. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIA (INIA). *Manual de Identificación de Especies Forestales de la Subregión Andina*. Proyecto PD 150/91. 1era Ed. NIA- Perú. 1997. Rev. V:1 N°I; p142-144.

JARAMILLO, C., M. J. RUEDA y G. MORA. Cenozoic Plant Diversity in the Neotropics. *Science* 311: 1893-1896.2006.

KREBS, C. J. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman, INC. California. 1999.

KOOREVAAR, P., MENELIK, G. y DIEKSEN, C. *Elements of soil physics*. Elsevier Ed. 227 p. 1983.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Guía Para La Elaboración De Estudios De Evaluación De Riesgos A La Salud Y El Ambiente (Ersa) En Sitios Contaminados; Lima, Perú (2015). Pag. 112.

NARS, H. M. AND F. SELES. Seedling emergence as influence by aggregate size, bulk density, and penetration resistance of the seedbed. *Soil Tillage Res.* 34: 61-76. 1995.

MARSHALL, T. J. y HOLMES, J. W. *Soil Physics*. Cambridge University Press, 344 pp.1988.

MATTEUCCI, S. D; COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico Washington, EUA. 72 p. 1982.

MOYANO, A., GALLARDO J. F. y PRIETO, A. Evaluación del contenido de materia orgánica y su relación con los factores incidentes. *Options Mediterr.*, 3: 179-182. 1989.

MUÑOZ, DANIEL JESÚS, I; FERREIRA, R; ESCALANTE, A; LÓPEZ, G. Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida. *Terra Latinoamericana Volumen 31 Número 3*, 2013.



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN – FAO; Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010, Términos y definiciones; Departamento Forestal, Programa de Evaluación de los Recursos forestales; Documento de trabajo 144/S; Roma 2010.

OSCANOA L. Y FLORES E.; Influencia de técnicas de mejora de suelos sobre la función hídrica de pastos naturales altoandinos; Ecología Aplicada; ISSN 1726-2216; Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú; 2016.

PITMAN, N. C. A., J. W. TERBORGH, M. R. SILMAN, V. P. NUÑEZ, D. A. NEILL, C. E. CERÓN, W. A. PALACIOS y M. AULESTIA. A comparison of the tree species diversity in two upper amazonian forests. *Ecology* 83(11): 3210-3224. 2002.

PROYECTO ABES; Restauración y conservación de la biodiversidad en El Salvador mediante la adaptación y diseminación de un sistema agroforestal de tala y cobertura; Proyecto de agroforestería para la biodiversidad y servicios Ecosistémicos; 2017

SERRANO M., NADAL R. Y LANA R.; La relación suelo – vegetación y su influencia en el comportamiento hidrológico de distintos ambientes vegetales; Zaragoza, España; 2014.

STROPP, J., H. TER STEEGE, Y. MALHI, ATDN y RAINFOR. Disentangling regional and local tree diversity in the Amazon. *Ecography* 32: 46-54. 2009.

TÁCUNA R., AGUIRRE L. Y FLORES E.; Influencia de la Revegetación con Especies Nativas y la Incorporación de Materia Orgánica en la Recuperación de Pastizales Degradados; *Ecología Aplicada*, 14(2), 2015; ISSN 1726-2216; Depósito

legal 2002-5474; Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú; 2015.

TERBORGH, J. y E. ANDRESEN. The composition of Amazonian forests: patterns at local and regional scale. *Journal of Tropical Ecology* 14: 645-664. 1998.

TER STEEGE, H., D. SABATIER, H. CASTELLANOS, T. VAN ANDEL, J. DUIVENVOORDEN, A. A. DE OLIVEIRA, R. EK, R. LILWAH, P. MAAS y S. MORI. An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana Shield. *Journal of Tropical Ecology* 16: 801-828. 2000.

TISDALL, J. M. y OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soils Sci.*, 33:141-163.1982.

VAN BEERS, W. F. J. Soils and soil properties. In *Drainage Principles and Applications*, ILRI. *Wageningen*. 1: 33-73. 1980.

WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 1972. 21(2/3): 213-251.

ZAPATA, S. Y MANZANO, A.; Influencia de Seis Especies Arbóreas en la Infiltración de Agua en el Suelo; Escuela Politécnica Superior, Universidad de Almería, 2008.

ZAVALETA H., CRUZ J. Y MÁRQUEZ R; Potencial de Infiltración de Agua de Lluvia a partir de la Retención de una Plantación Forestal; Recursos Genéticos Forestales, Xalapa – México; Agosto 2012.

OSCAR DELGADILLO, LUÍS PÉREZ; Medición de la infiltración del agua en el suelo; Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA); Universidad Mayor de San Simón; Cochabamba, Bolivia; 2016

R. LOPEZ; Degradación del Suelo, Causas, Procesos, Evaluación e Investigación; Universidad de los Andes; Mérida, Venezuela; 2002.

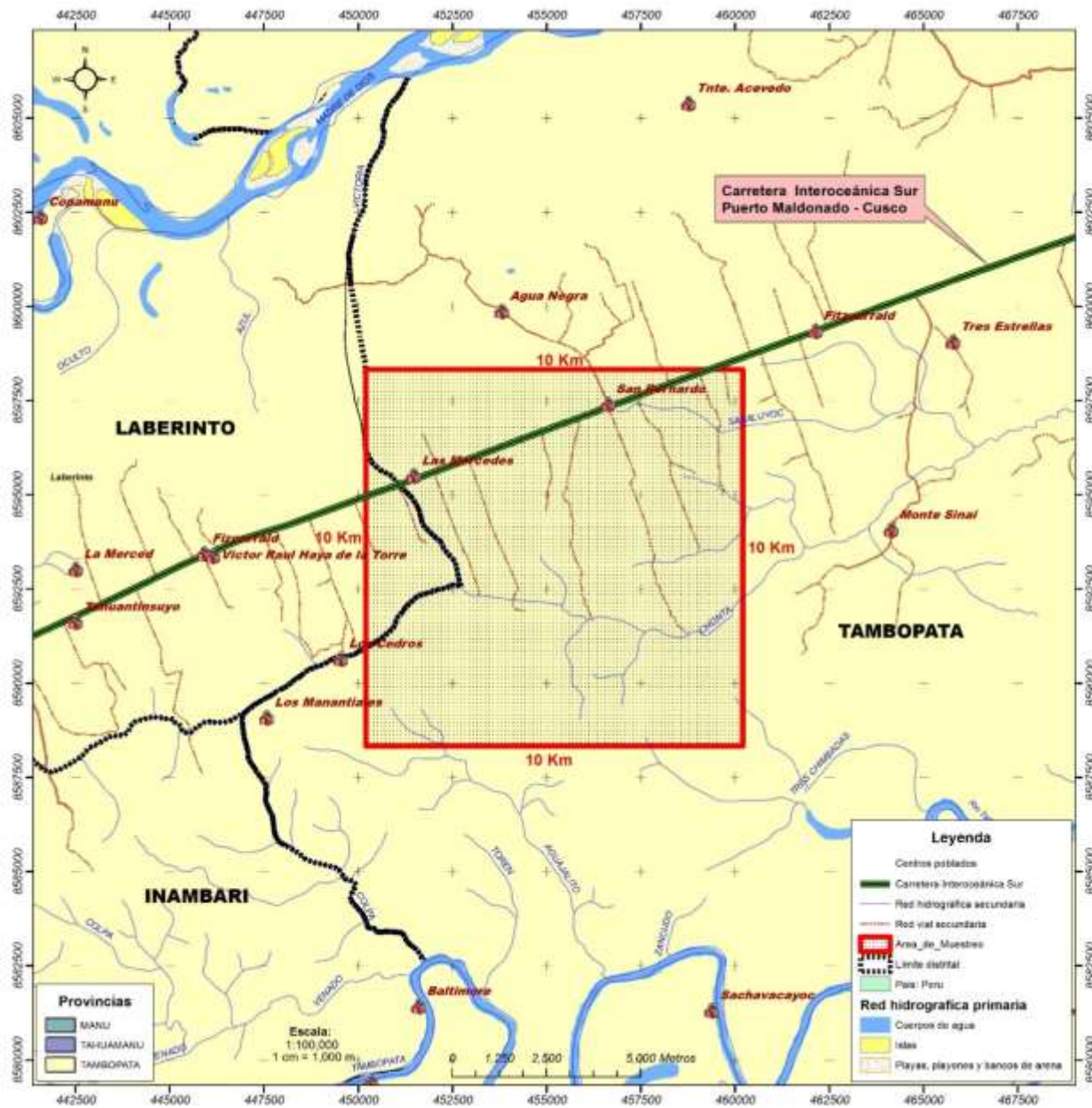
E. OTAROLA, L. FREITAS, C. LINARES y J. BALUARTE; Estimación De La Calidad De Sitio Mediante «Índices De Sitio» para *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Tornillo) En Plantaciones de JENARO HERRERA, LORETO (PERÚ); Folia Amazónica, IIAP; 2001

DUEÑEZ-ALANÍS, JOSÉ; GUTIÉRREZ, JULIÁN; PÉREZ, LUIS; NÁVAR, JOSÉ Manejo silvícola, capacidad de infiltración, escurrimiento superficial y erosión Terra Latinoamericana, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México; 2006.

JUAN CAMILO VILLEGAS; Análisis del Conocimiento en la Relación Agua-Suelo-Vegetación Para El Departamento de Antioquia; Escuela de Ingeniería de Antioquia; Medellín, Colombia; Febrero 2004.

FRANCISCO J. APARICIO; “Fundamentos de Hidrología de Superficie”, diciembre del 2012.

# ANEXOS



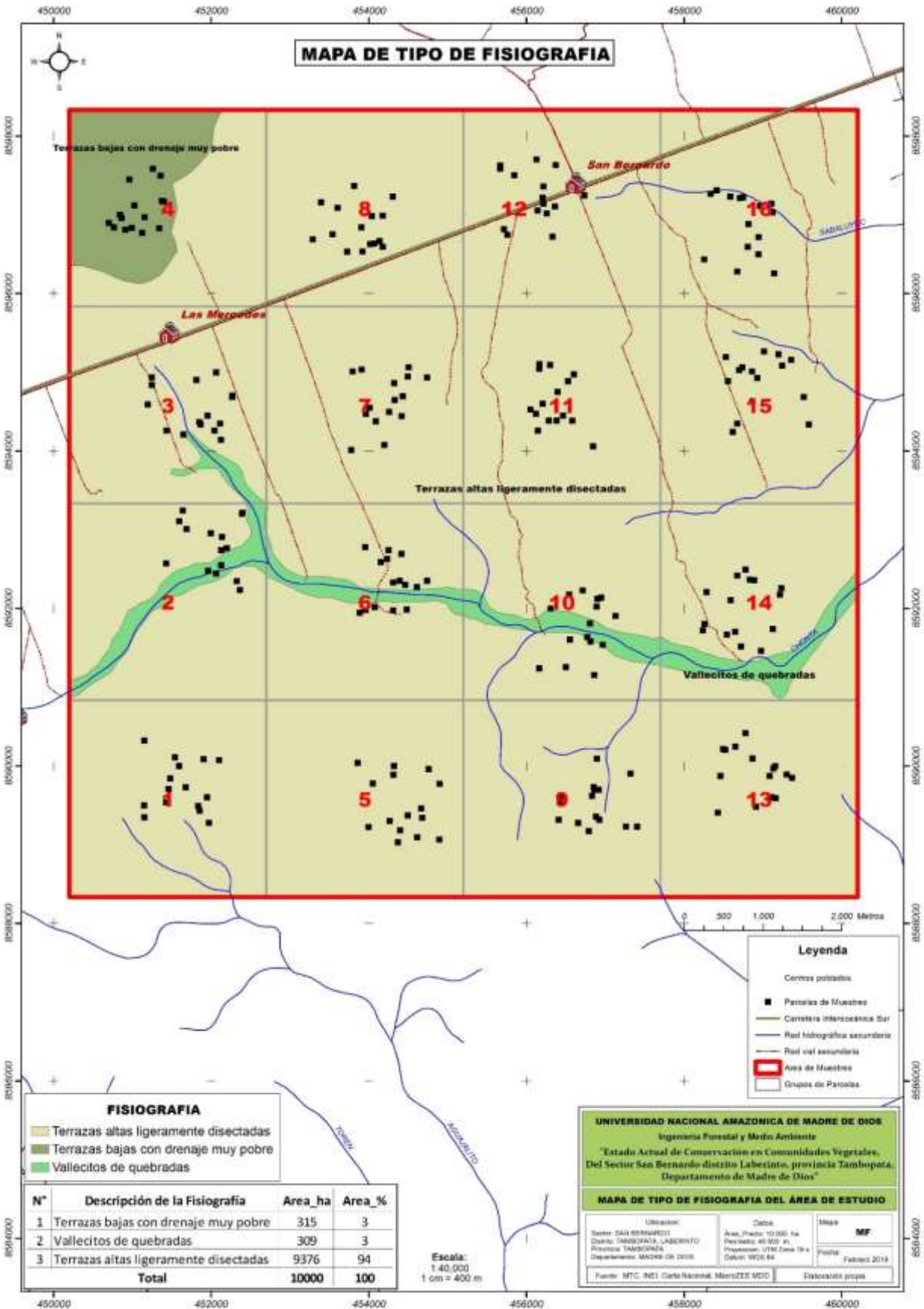
**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS**  
 Ingeniería Forestal y Medio Ambiente  
 "Estado Actual de Conservación en Comunidades Vegetales, Del Sector San Bernardo distrito Laberinto, provincia Tambopata, Departamento de Madre de Dios"

**MAPA DE UBICACION DEL AMBITO DE ESTUDIO**

Ubicación	Coord.	Mapa
Sector SAN BERNARDO	Área: Plano: 10.000 ha	<b>MUAE</b>
Distrito: TAMBOPATA, LABERINTO	Perímetro: 80.000 m	Fecha: Febrero 2019
Provincia: TAMBOPATA	Proyección: UTM Zona 19 s	
Departamento: MADRE DE DIOS	Datums: WGS 84	

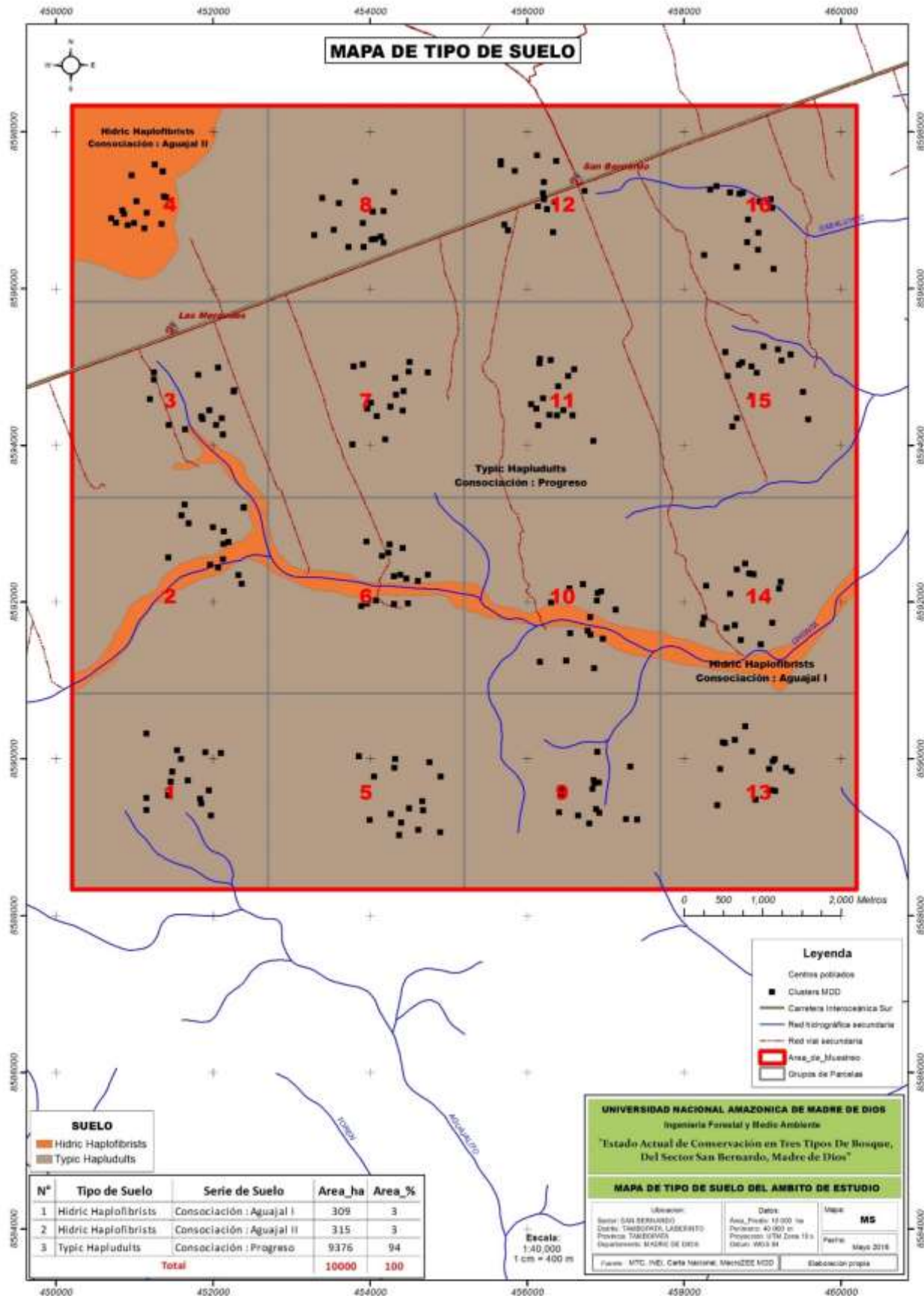
Fuente: MTC, INEI, Carta Nacional | Elaboración propia

Anexo 1. Mapa de ubicación del ámbito de estudio.

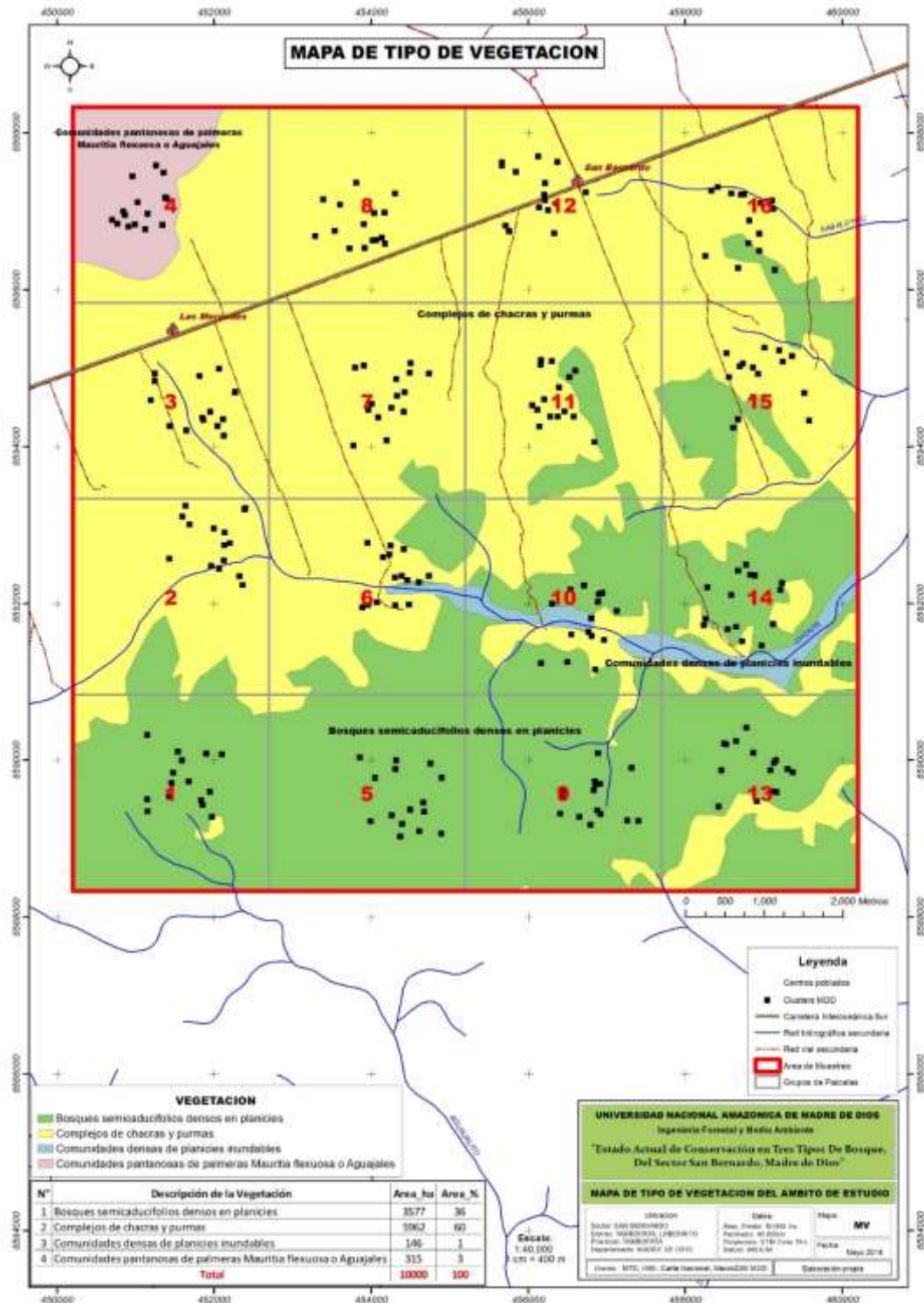


Anexo 2. Mapa de tipo de fisiografía del área de estudio.





Anexo 3. Mapa de tipo de suelo del área de estudio.



Anexo 4. Mapa de tipo de vegetación del área de estudio.





**Anexo 5.** Ubicación del área de estudio.



**Anexo 6.** Ubicación del área de estudio en campo.



**Anexo 7.** Muchos de los plots de estudio se ubicaron en predios agrícolas aledaños a la carretera interoceánica, en la fotografía se observa el desplazamiento a un clúster.





**Anexo 8.** En el área de estudio se identificó la fisiografía Terrazas Altas Ligeramente Disectadas (fuente: MacroZEE MDD) con un 94 % del total del área de estudio, como se observa en la fotografía.



**Anexo 9.** En el área de estudio dentro de la vegetación se identificó comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o aguajales con un 3 %.





**Anexo 10.** Para la configuración de la trama se empleó una wincha métrica de 25 metros, para medir desde el punto central de la parcela hasta el centro de la subparcela.



**Anexo 11.** Para la toma de datos de vegetación se empleó una escala de calificación según Braun Blanquet (1928)





**Anexo 12.** Para el muestreo de suelo se empleó un barreno metálico marcado a 20, 50, 80 y 110 cm.



**Anexo 13.** Para separar las muestras de 20, 50, 80 y 110 cm., se empleó baldes para luego hacer las pruebas de textura y poder llevar a un laboratorio.





**Anexo 14.** Para las pruebas de infiltración se empleó un infiltrómetro de un solo anillo, una regla milimetrada, un reloj cronómetro, una hoja de registro de campo de infiltración, galoneras de 5 gl.y un martillo.



**Anexo 15.** Realizando la prueba de infiltración, en la fotografía se aprecia el llenado con agua del infiltrómetro para el inicio de la prueba.





**Anexo 16.** En el inventario de la flora se empleó el método T – Cuadrado, que consiste en medir las distancias de los individuos de árboles y arbustos para conocer la distribución de la vegetación.



**Anexo 17.** Es importante la determinación de especie de los individuos y conocer la taxa correspondiente, esto permite un buen procesamiento de la información para obtener los índices de diversidad y composición florística.

**Anexo 18.** Análisis de caracterización físico-química del suelo

**ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

**SOLICITANTE** : NERY MERCEDES PILLCO SARDÓN

**PROCEDENCIA** : ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA TESIS DEL SECTOR SAN BERNARDO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

**RESP. ANÁLISIS** : Ing. Elizabeth Monterrey Porras

**FECHA DE ANÁLISIS** : La Molina, 16 de octubre de 2019

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>-</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
												Cmol (+) / Kg					
15589	Cluster 10 Plot 9 20 cm	0.11	78.42	14.62	6.96	Arena franca	4.22	1.05	1.05	34.80	-	1.57	0.58	0.29	0.06	0.05	0.60

**ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

**SOLICITANTE** : NERY MERCEDES PILLCO SARDÓN

**PROCEDENCIA** : ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA TESIS DEL SECTOR SAN BERNARDO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

**RESP. ANÁLISIS** : Ing. Elizabeth Monterrey Porras

**FECHA DE ANÁLISIS** : La Molina, 16 de octubre de 2019

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>-</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
												Cmol (+) / Kg					
15590	Cluster 10 Plot 15 20 cm	0.17	58.42	29.62	11.96	Franco arenoso	3.65	2.20	1.15	73.60	-	4.51	0.62	0.31	0.14	0.15	3.30



### ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

**SOLICITANTE** : NERY MERCEDES PILLCI SARDÓN

**PROCEDENCIA** : ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA TESIS DEL SECTOR SAN BERNARDO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

**RESP. ANÁLISIS** : Ing. Elizabeth Monterrey Porras

**FECHA DE ANÁLISIS** : La Molina, 16 de octubre de 2019

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>-</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
												Cmol (+) / Kg					
15591	Cluster 10 Plot 7 20 cm	0.22	71.20	16.84	11.96	Franco arenoso	3.62	1.64	2.44	53.40	-	2.94	0.70	0.30	0.10	0.09	1.75

### ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

**SOLICITANTE** : NERY MERCEDES PILLCI SARDÓN

**PROCEDENCIA** : ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA TESIS DEL SECTOR SAN BERNARDO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

**RESP. ANÁLISIS** : Ing. Elizabeth Monterrey Porras

**FECHA DE ANÁLISIS** : La Molina, 16 de octubre de 2019

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>-</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
												Cmol (+) / Kg					
15595	Cluster 5 Plot 3 20 cm	0.20	43.84	40.20	15.96	Franco	3.82	3.68	0.04	51.40	-	5.84	0.60	0.21	0.06	0.07	4.90

**ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

**SOLICITANTE** : NERY MERCEDES PILLCI SARDÓN

**PROCEDENCIA** : ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA TESIS DEL SECTOR SAN BERNARDO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

**RESP. ANÁLISIS** : Ing. Elizabeth Monterrey Porras

**FECHA DE ANÁLISIS** : La Molina, 16 de octubre de 2019

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>-</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
													Cmol (+) / Kg				
15596	Cluster 5 Plot 10 20 cm	0.23	45.84	24.20	29.96	Franco arcillo arenoso	3.52	4.47	2.53	97.60	-	9.80	0.59	0.32	0.06	0.14	8.70

**ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

**SOLICITANTE** : NERY MERCEDES PILLCI SARDÓN

**PROCEDENCIA** : ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA TESIS DEL SECTOR SAN BERNARDO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

**RESP. ANÁLISIS** : Ing. Elizabeth Monterrey Porras

**FECHA DE ANÁLISIS** : La Molina, 16 de octubre de 2019

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>-</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
													Cmol (+) / Kg				
15597	Cluster 5 Plot 6 20 cm	0.23	46.20	31.84	21.96	Franco	3.32	2.27	2.44	79.40	-	6.30	0.37	0.29	0.11	0.14	5.40

## ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : NERY MERCEDES PILLCI SARDÓN

PROCEDENCIA : ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA TESIS DEL SECTOR SAN BERNARDO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras

FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 16 de octubre de 2019

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>-</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
													Cmol (+) / Kg				
15598	Cluster 7 Plot 11 20 cm	0.15	48.20	39.98	11.82	Franco	4.55	2.23	0.96	114.60	-	2.53	1.17	0.41	0.07	0.18	0.70

## ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : NERY MERCEDES PILLCI SARDÓN

PROCEDENCIA : ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA TESIS DEL SECTOR SAN BERNARDO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras

FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 16 de octubre de 2019

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>-</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
													Cmol (+) / Kg				
15599	Cluster 7 Plot 1 20 cm	0.29	62.20	21.98	15.82	Franco arenoso	5.17	2.73	0.31	52.40	-	5.46	4.61	0.60	0.08	0.13	0.05

## ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

**SOLICITANTE** : NERY MERCEDES PILLCI SARDÓN

**PROCEDENCIA** : ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA TESIS DEL SECTOR SAN BERNARDO, DISTRITO TAMBOPATA, PROVINCIA TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS

**RESP. ANÁLISIS** : Ing. Elizabeth Monterrey Porras

**FECHA DE ANÁLISIS** : La Molina, 16 de octubre de 2019

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>-</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
												Cmol (+) / Kg					
15600	Cluster 7 Plot 3 20 cm	0.21	59.20	18.84	21.96	Franco arcillo arenoso	4.29	1.31	1.79	87.20	-	3.44	2.02	0.35	0.12	0.15	0.80