



**Facultad de
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE
BOSQUES TROPICALES**

TESIS

**“RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN Y EL
SUELO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS –NAUTA,
LORETO - PERU”**

Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales

Autor

Luis Andrés Valles Pérez

Iquitos – Perú

2016



UNAP

Facultad de
Ciencias Forestales

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 580

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por el Bachiller **LUIS ANDRES VALLES PEREZ** titulado "**RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN Y EL SUELO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS - NAUTA, LORETO - PERÚ**", formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos:

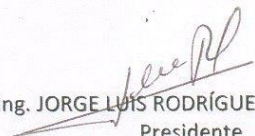
Con el calificativo de:


En consecuencia queda en condición de ser calificado:

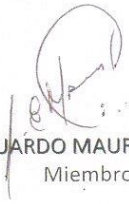
Y, recibir el Título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

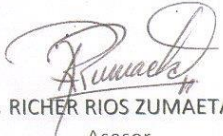
APROBADO
BUENO
APTO

Iquitos, 5 de Setiembre de 2014


Ing. JORGE LUIS RODRÍGUEZ GÓMEZ, Dr.
Presidente


Ing. JORGE ELÍAS ALVÁN RUÍZ, Dr.
Miembro


Ing. ÁNGEL EDUARDO MAURY LAURA, M.Sc.
Miembro


Ing. RICHER RÍOS ZUMAETA, Dr.
Asesor

Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!

Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú

www.unapiquitos.edu.pe

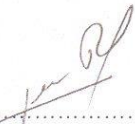
Teléfono: 065-225303

TESIS

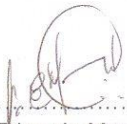
“RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN Y EL
SUELO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS –NAUTA,
LORETO - PERU”

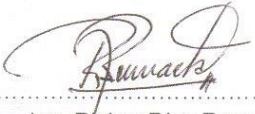
(Aprobado el día 05 de setiembre del 2014, según acta de sustentación N° 580)

MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR


.....
Ing. Jorge Luis Rodríguez Gómez
Presidente


.....
Ing. Jorge Elías Alvan Ruiz
Miembro


.....
Ing. Ángel Eduardo Maury Laura
Miembro


.....
Ing. Richer Ríos Zumaeta
Asesor

Dedicatoria

*A Dios por acompañarme en este
proceso de aprendizaje y levantarme
cada vez que me deprimía en esta vida.*

*A mi madre..."Juana María Pérez Pérez"....
Quién me brindó su apoyo emocional e
Incondicional para seguir avanzando
en la elaboración de la tesis y así alcanzar
el sueño anhelado....*

A mi hermano...."Marcos"....

*A mi maestro....."Blgo. Ricardo Zárate Gómez".... por confiar en mí y guiarme en cada
momento de mi vida.*

Agradecimiento

- ✓ Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana por permitirme el desarrollo de la presente tesis dentro de su Proyecto de Micro Zonificación Ecológica y Económica del Ámbito de la carretera Iquitos-Nauta, ejecutado por el Programa de Investigación en Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente (**PROTERRA**).
- ✓ Ing. Richer Ríos Zumaeta por su constante asesoramiento durante la ejecución del presente proyecto.
- ✓ Ing. Roger Escobedo Torres, Ing. Giuissepe Torres Reyna y Blgo. Ricardo Zárate Gómez por sus aportes científicos que contribuyen a mi formación profesional.
- ✓ Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina por los análisis de suelos realizados. Al Herbario Amazonense (AMAZ) de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana por las facilidades brindadas en el uso de sus instalaciones para la determinación de las muestras botánicas.
- ✓ Tony Mori, Clelia Rengifo, Joannela Reyna, Diego Macedo, Daniel Escobedo, Pablo Pisco, Elmer Flores Raquel Ramírez, Raúl García, Eloy Pacaya, Abelardo Ritz, y Luis Pérez por su valiosa ayuda durante el muestreo en campo de la vegetación del presente proyecto.
- ✓ Ing. Juan Palacios Vega por su colaborar en la elaboración del mapa de vegetación y suelo.
- ✓ Ing. Fredy Ramírez Arévalo por los materiales de campo facilitados.

CONTENIDO

Contenido.....	i
Lista de cuadro y tabla.....	iv
Lista de figura.....	vi
Resumen.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Problema.....	3
2.1. Descripción del problema.....	3
2.2. Definición del problema.....	3
III. Hipótesis.....	4
3.1. Hipótesis general.....	4
3.2. Hipótesis alterna.....	4
3.3. Hipótesis nula.....	4
IV. Objetivos.....	5
4.1. Objetivo general.....	5
4.2. Objetivos específicos.....	5
V. Variables.....	6
5.1. Identificación de variables, indicadores e índices.....	6

5.2. Operacionalización de variables.....	7
VI. Marco teórico.....	8
6.1. Suelo.....	8
6.1.1. Formación del suelo.....	8
6.1.2. Alteración de los minerales de las rocas originales.....	10
6.1.3. El perfil del suelo, horizontes y capas.....	13
6.2. Vegetación.....	16
6.2.1. Vegetación.....	16
6.2.2. Formaciones vegetales.....	16
6.2.3. Tipos de vegetación.....	17
6.2.4. Mapa de vegetación.....	18
6.2.5. Inventario florístico.....	19
6.2.6. Diversidad vegetal.....	20
6.2.7. Estructura de la vegetación.....	20
VII. Marco conceptual.....	22
VIII. Materiales y método.....	25
8.1. Lugar de ejecución.....	25
8.2. Acceso.....	25

8.3. Aspectos ecológicos.....	26
8.3.1. Geología.....	26
8.3.2. Clima.....	27
8.3.3. Suelo.....	27
8.3.4. Fisiografía.....	28
8.3.5. Vegetación.....	29
8.4. Materiales y equipos.....	33
8.4.1. Materiales de campo.....	33
8.4.2. Equipos de campo.....	33
8.5. Método.....	33
8.5.1. Tipo y nivel de investigación.....	33
8.5.2. Población y muestra.....	33
8.5.3. Diseño estadístico.....	34
8.5.4. Análisis estadístico.....	34
8.5.5. Procedimiento.....	36
8.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
8.7. Técnica de presentación de resultados.....	45
IX. Resultados.....	46

9.1. Vegetación.....	46
9.1.1. Diversidad Alfa.....	46
9.1.2. Especies.....	46
9.1.3. Shannon H.....	46
9.1.4. Simpson 1-D.....	46
9.1.5. Alfa Fisher.....	47
9.1.6. Estructura.....	47
9.2. Suelos.....	49
9.2.1. Porcentaje de saturación de bases.....	49
9.2.2. Capacidad de intercambio catiónico.....	49
9.2.3. Potasio K (ppm).....	49
9.2.4. Fósforo P (ppm).....	49
9.2.5. Materia orgánica.....	50
9.2.6. pH (concentración de iones hidronio).....	50
9.2.7. Arcilla.....	50
9.2.8. Limo.....	50
9.2.9. Arena.....	50
9.3. Relación entre las características de la vegetación y el suelo.....	54
9.3.1. Correlación.....	54
9.3.2. Coeficiente de determinación.....	57
9.3.3. Regresión lineal simple.....	58
X. Discusión.....	63
X.I. Conclusiones.....	66

X.II. Recomendaciones.....	67
X.III. Bibliografía.....	68
Anexo	75

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Indicadores e índices de las variables independientes y Dependientes.....	6
2.	Coordenadas geográficas de las calicatas establecidas.....	37
3.	Coordenadas geográficas de las parcelas para la evaluación de la vegetación.....	40
4.	Diversidad Alfa y Estructura de Parcelas de 50 m x 20 m en el área de influencia de la Carretera Iquitos – Nauta.....	48
5.	Características del suelo del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.....	51
6.	Índices de correlación entre el promedio de las variables del suelo y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.....	55
7.	Índices de correlación entre las variables del suelo superficial y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.....	56

8.	Coeficiente de determinación entre el promedio de las variables del suelo y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.....	57
9.	Coeficiente de determinación entre las variables del suelo superficial y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.....	58
10.	Ecuaciones de regresión lineal simple entre el promedio de las variables del suelo y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.....	60
11.	Ecuaciones de regresión lineal simple entre las variables del suelo superficial y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.....	62

LISTA DE FIGURAS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Pirámide textural del suelo.....	15
2.	Mapa de ubicación del área de estudio.....	31
3.	Mapa de ubicación de muestreo de suelo y vegetación.....	32
4.	Diseño de la parcela utilizada para el muestreo de la vegetación.	40
5.	Fotografía del Bosques de colinas fuertemente disectadas, cercanos al km 80 de la carretera Iquitos-Nauta.....	80
6.	Fotografía de <i>Dicymbe uayparuensis</i> , Especie abundante en el Varillal alto húmedo sobre arena, cerca del km 14 de la carretera Iquitos-Nauta.....	80
7.	Fotografía de la Vegetación riparia de aguas negras (Yanayacu y Nanay).....	81
8.	Fotografía de la Vegetación riparia del río Itaya.....	81
9.	Fotografía del Bosques de colinas fuertemente disectadas.....	82
10.	Fotografía del perfil del suelo calicata 32.....	82
11.	Fotografía del perfil del suelo calicata 17.....	82
12.	Fotografía del perfil del suelo de la calicata 12.....	83

13.	Fotografía del perfil del suelo de la calicata 102.....	83
14.	Fotografía del perfil del suelo de la calicata 23.....	83
15.	Fotografía del perfil del suelo de la calicata 100.....	83
16.	Fotografía del perfil del suelo de la calicata 60.....	84
17.	Fotografía del inventario florístico del bosque sobre terrazas altas.....	84
18.	Fotografía del inventario de la Vegetación riparia de aguas, negras (Yanayacu y Nanay).....	85
19.	Fotografía del proceso de prensado de las muestras botánicas.....	85
20.	Fotografía del proceso de prensado de las muestras botánicas.....	86
21.	Fotografía del proceso de transporte hacia los lugares de muestreo.....	86

Resumen

El presente de estudio comprendió el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, con el objetivo de investigar la relación entre las características de la vegetación y el suelo. Se relacionó la diversidad (riqueza, Shannon H, Simpson 1-D y alfa Fisher) y estructura (Área basal m^2 y cantidad de individuos) de las comunidades vegetales y las características químicas y físicas (Saturación de bases, Capacidad de intercambio catiónico, Potasio, Fósforo, Materia orgánica, pH, Arcilla, Limo y Arena) del suelo; la presente tesis se ejecutó dentro marco del Proyecto de Microzonificación Ecológica y Económica del ámbito de la Carretera Iquitos-Nauta. A partir de 37 parcelas de 50 x 20 m, y 102 calicatas. La relación se determinó con el índice de correlación, el coeficiente de determinación y la regresión lineal simple.

La correlación varió desde -0.0023 hasta -0.8011. Los valores más altos de correlación están desde -0.6511 a -0.8011, entre el índice de Shannon H y Capacidad de intercambio catiónico, e índice de Simpson 1-D y la cantidad de Materia orgánica, respectivamente. Los valores más bajos van desde -0.0023 hasta -0.1807 entre la cantidad de área basal y la cantidad de arcilla, y el índice de diversidad de alfa Fisher y la cantidad de limo, respectivamente. La cantidad de individuos esta correlacionada medianamente con la arena (0,5481), pH (0,4654), arcilla (-0,4909), y, limo (-0,4301). La cantidad de área basal esta correlacionada a la cantidad de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, arena y saturación de bases. La diversidad alfa esta correlacionada medianamente con el fósforo (-0,5423), potasio (-0,6978), capacidad de intercambio catiónico (-0,5349),

materia orgánica (-0,5135) y pH (-0,4348). El resto de variables del suelo tienen una baja correlación (-0,33).

Mientras que el coeficiente de determinación varió desde 0 (cero); entre la cantidad de potasio y de individuos, y, la cantidad de arcilla y el área basal; hasta 0.6418 entre la cantidad materia orgánica del suelo y el índice de diversidad alfa de Simpson 1-D de la comunidad vegetal.

I. Introducción

Las comunidades vegetales están correlacionadas al suelo (Janssens *et al.* 1998). Los trabajos que relacionan el suelo con las plantas tratan temas sobre el crecimiento, producción; relacionadas principalmente a la obtención de mayores ganancias en su cultivo. Por lo tanto, para la Amazonía peruana, existen pocos trabajos sobre la relación entre la vegetación y el suelo.

La vegetación se conceptualiza como el conjunto de individuos de plantas que forman una cubierta continua y conspicua en constante crecimiento y relacionada al ambiente con factores bióticos y abióticos Van Der Maarel, E (2004). Las características más conspicuas de la vegetación son la composición de especies, diversidad de especies, estructura, polinización, dispersión, predación de semillas, fenología (floración, fructificación, germinación, foliación), crecimiento, herbivoría, distribución, y otros.

El suelo es una unidad que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras, ocupa un espacio y se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural. El límite superior del suelo es el límite entre el suelo y el aire, aguas poco profundas, plantas vivas o materiales de plantas que no han empezado a descomponerse. Se considera que las áreas no tienen suelo si la superficie está cubierta en forma permanente por agua muy profunda (típicamente a más de 2,5 m) para no permitir el desarrollo de vegetación (USDA, 2010).

En la Amazonía peruana se ha ejecutado varios proyectos, tratando de contribuir al manejo adecuado de los recursos naturales pero se han enfrentado a la dificultad de estudiar los recursos de una forma independiente lo cual finalmente dificultó el manejo apropiado de los mismos. Entonces el presente trabajo tiene la finalidad de estudiar la relación entre el suelo y la vegetación en el área de influencia de la carretera Iquitos –Nauta, con el fin de obtener datos que suministre información científica y práctica, para mejorar, facilitar y administrar los recursos de estos dos componentes; y potenciar sus usos, para que sirva de apoyo a la formulación de planes, políticas y estrategias a seguir en la planificación del desarrollo de la zona, en relación armónica con el medio ambiente.

II. El problema

2.1. Descripción del problema

La mayoría de los estudios recursos naturales presentan investigaciones aisladas lo que contribuyen poco a resolver los problemas sobre los mismos; los recursos naturales deben ser estudiados de una forma que relacione sus variables, lo cual ayudará a contribuir en la solución a los problemas del mal uso de los recursos naturales. Entonces falta conocer la relación que existe entre el suelo y la vegetación en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.

Existe muy poca información sobre la relación entre el suelo y la vegetación en la Amazonía Peruana. En consecuencia no podremos manejar adecuadamente los recursos de suelo y vegetación, para evitar este problema es necesario investigar los componentes mencionados para un mejor manejo de los recursos de suelo y vegetación en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.

2.2. Definición del problema

¿Cuál es la relación que existe entre los componentes del suelo (características: físicas y químicas) y los componentes de la vegetación (características: diversidad alfa y estructura) en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta?

III. Hipótesis

3.1. Hipótesis general

Existe relación entre los componentes del suelo (características: físicas y químicas) y los componentes de la vegetación (características: diversidad alfa y estructura).

3.2. Hipótesis alterna

Los componentes del suelo (características: físicas y químicas) están influenciando en los componentes de la vegetación (características: diversidad alfa y estructura).

3.3. Hipótesis nula

No existe relación entre los componentes del suelo (características: físicas y químicas) y los componentes de la vegetación (características: diversidad alfa y estructura).

IV. Objetivos

4.1. Objetivo general

Investigar la relación entre las características de la vegetación y el suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos –Nauta, Loreto, Perú.

4.2. Objetivos específicos

Calcular las características de la vegetación (Diversidad alfa: Cantidad de especies, Índices de Shannon H, Simpson 1-D y α Fisher; y estructura: cantidad de área basal e individuos) del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.

Describir las características del suelo (físicas y químicas) del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.

Cuantificar la relación entre las variables del suelo y vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta, Loreto, Perú.

V. Variables

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices

Cuadro 01. Indicadores e índices de las variables independientes y dependientes

Variable	Indicadores	Índice	
Independiente	Componentes del Suelo	Arena muy gruesa (2.00 – 1.00 mm) Arena gruesa (1.00 – 0.50 mm) Arena media (0.50 – 0.25 mm) Arena fina (0.25 – 0.10 mm)	
Suelo	Características Físicas	Arena muy fina (0.10 – 0.05 mm) Limo grueso (0.050 – 0.020 mm) Limo medio (0.020 – 0.005 mm) Limo muy fino (0.005 – 0.002 mm) Arcilla (< 0.002 mm)	
	Textura		
	Características Químicas		
	pH	Ultra ácido (< 3.5) Extremadamente ácido (3.6 - 4.4) Muy fuertemente ácido (4.5 - 5.0) Fuertemente ácido (5.1 - 5.5) Moderadamente ácido (5.6 - 6.0) Ligeramente ácido (6.1 - 6.5) Neutro (6.6 - 7.3) Ligeramente alcalino (7.4 - 7.8) Moderadamente alcalino (7.9 - 8.4) Fuertemente alcalino (8.5 - 9.0) Muy fuertemente alcalino (> 9.0)	
	Fertilidad	Materia orgánica	Bajo (menos de 2%) Medio (2 – 4%) Alto (más de 4%)
		Fosforo	Bajo (menos de 7 ppm) Medio (7- 14 ppm) Alto (más de 14 ppm)
		Potasio	Bajo (menos de 300 kg/ha) Medio (300 – 600)

			kg/ha Alto (más de 600 kg/ha)
		Saturación de bases	Bajo: menos de 35% Medio: 35-80% Alto: Más de 80%
		Capacidad de Intercambio Catiónico	Muy bajo: menos de 5% Bajo: 5-15% Medio: 15-25% Alto: 25-40% Muy alto: más de 40%
Dependiente	Componentes de la vegetación		
Vegetación	Diversidad alfa	Diversidad de α Fisher (50 - 386) Diversidad de Shannon (1.5 - 4.5) Diversidad de Simpson (0 - 1) Riqueza (Cantidad de especies)	
	Estructura	Número de individuo Cantidad de área basal	

5.2. Operacionalización de variables

Las variables del presente estudio son: Suelo y la vegetación.- Y los indicadores son: Textura (arena – arcilla), pH (ultra ácido – muy fuertemente alcalino), Fertilidad (materia orgánica, fósforo, potasio, saturación de bases y capacidad de intercambio catiónico), Diversidad alfa (diversidad de alfa Fisher, diversidad de Shannon, diversidad de Simpson y riqueza) y Estructura (número de individuo, cantidad de área basal).

VI. Marco teórico

6.1. Suelo

El suelo es un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio y se caracteriza por uno o ambos de los siguiente: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural. Los suelos se clasifican de acuerdo con sus perfiles, los cuales se obtienen cortando secciones verticales a través del suelo desde su superficie hasta su materia adyacente. Tal sección se puede dividirse en horizontes, siendo los más importantes el horizonte A o superficie del suelo, el subsuelo u horizonte B, y el subsustrato erosionado u horizonte C (USDA, 2010; Escobedo y Torres, 2012).

Es difícil explicar la gran importancia que tiene el suelo para las plantas, pero la mayor parte de las plantas necesita del suelo para desarrollarse hasta la madurez. Debido a que el suelo es una parte muy importante del ambiente de las plantas, estas han sido clasificadas de acuerdo al tipo de suelo en la cual crece de forma natural. Los suelos varían en las proporciones que contienen nutrientes, así como la capacidad para retener aire y agua. A pesar de la exuberante vegetación de los bosques tropicales lluviosos, por lo general, sus suelos contienen pocos nutrientes (Escobedo y Torres, 2012).

6.1.1. Formación del suelo

El suelo procede de la roca madre, la cual se altera por la acción de los factores ambientales y en su formación se desarrollan una serie de procesos que transforman el material original hasta darle una morfología y propiedades propias. En la

formación del suelo intervienen un conjunto de procesos muy heterogéneos (Vickery, 1982). Esta complejidad se desprende si nos fijamos en la posición del suelo en la Naturaleza. El suelo está sometido a las leyes de la litosfera, hidrosfera, biosfera y atmósfera. De este modo, el suelo es el resultado de la acción de cinco factores formadores principales:

Litología. La naturaleza litológica del sustrato original condiciona las propiedades químicas (acidez, riqueza en nutrientes, etc.) y físicas del suelo (permeabilidad, consistencia, textura, etc.). La influencia del material original se pone de manifiesto en propiedades como el color, la textura, la estructura, la acidez y otras muchas propiedades del suelo (Escobedo y Torres, 2012).

Clima. El clima influye directamente sobre el suelo mediante la humedad y la temperatura, y de manera indirecta mediante la vegetación y el relieve. El clima es el principal agente de alteración química del suelo, así como de la fragmentación mecánica de determinados tipos de sustratos. El clima controla los procesos que tienen lugar en el suelo y su intensidad. La disponibilidad y el flujo de agua regulan la velocidad de desarrollo de la mayoría de los procesos edáficos. Muchas propiedades de los suelos presentan determinadas tendencias relacionadas con las características del clima (Escobedo y Torres, 2012).

Relieve. El relieve condiciona el desarrollo del suelo, fundamentalmente desde el punto de vista de la profundidad y la diferenciación de horizontes. El relieve influye sobre el transporte por gravedad. Los relieves abruptos favorecen la erosión, originando suelos lépticos, poco profundos. En los valles, por el contrario, se favorece el desarrollo en profundidad del suelo (Escobedo y Torres, 2012).

Seres vivos. Los seres vivos afectan al suelo de diversas maneras. Las plantas constituyen la principal fuente de materia orgánica del suelo. Los seres vivos

condicionan tanto procesos de tipo químico como físico, favoreciendo en general la fertilidad del suelo. Los animales excavadores trituran y mezclan el material del suelo, lo que influye sobre la estructuración, la permeabilidad y la aireación. En general, los vertebrados y algunos invertebrados, como los artrópodos, son responsables de la bioturbación del suelo (Escobedo y Torres, 2012).

Edad. El tiempo constituye un factor importante en el suelo, de tal modo que los suelos más antiguos son los que muestran un mayor desarrollo en profundidad del perfil y una mayor diversificación de horizontes. La velocidad de formación del suelo va desde 1 mm/año hasta 0,001 mm/año (Escobedo y Torres, 2012).

La formación del suelo tiene lugar como consecuencia de la actuación de estos cinco factores formadores, y en ella desde el punto de vista didáctico se pueden distinguir dos etapas: la etapa inicial que representa la diferenciación de los constituyentes del suelo y una etapa final en la que los constituyentes se reorganizan y evolucionan para formar el suelo.

Comienza, lógicamente, con la fragmentación de las rocas originales y también de los restos de los organismos que poco a poco han ido colonizando el material. La desagregación del material facilitará la circulación del aire y del agua, y también favorecerá la actividad biótica, todo lo cual conducirá a la subsiguiente alteración química del material.

6.1.2. Alteración de los minerales de las rocas originales

Dependiendo de la estabilidad, se alteran en mayor o menor medida, apareciendo en el suelo más o menos transformados. Los iones liberados en la alteración mineral pasarán a la solución del suelo formando geles o se recombinarán para dar lugar a nuevos minerales.

Los vegetales y animales sufren al morir unas intensas transformaciones químicas, desarrollándose un nuevo material orgánico que evoluciona para alcanzar un equilibrio en las condiciones edáficas, llamado humus. Durante estos procesos de transformación del material orgánico se desprenderán compuestos sencillos que irán a engrosar la solución del suelo y también se pueden desprender como consecuencia de estas reacciones determinados gases, además de agua, pero el agua y los gases del suelo proceden fundamentalmente de la atmósfera (Escobedo y Torres, 2012).

Todos los constituyentes formados o liberados en la etapa inicial (minerales, humus, geles, gases, agua y soluciones) sufren una serie de procesos de mezcla y diferenciaciones que si evolucionan in situ conducen a la formación del suelo, mientras que si son arrastrados a otros lugares, dan lugar a los sedimentos (los cuales pueden sufrir posteriormente nuevos procesos de edafización). En la fase final la transformación es tan intensa que el material adquiere una morfología y unas características químicas propias. Las sustancias minerales originales se han transformado física y químicamente, se han reorganizado y unido entre sí y a la fracción orgánica y han formado nuevos agregados estructurales. Las movilizaciones de sustancias adquieren en esta fase un papel predominante.

Se refiere a la organización natural de las partículas del suelo en unidades que están separadas por superficies de fractura. Una unidad individual se llama ped. Algunos suelos carecen de estructura y son denominados sin estructura. En suelos que tienen estructura, se describe la forma, tamaño y grado (claridad) de los peds. Cada una de estas características posee un juego de términos los cuales por combinación forman el nombre de la estructura (Escobedo y Torres, 2012).

Laminar. Los peds son aplanados y semejantes a platos. Están orientados horizontalmente y generalmente sobrepuestos. Característica de materiales depositados por el agua (como ocurre en llanuras de inundación). Está originada por el impacto de las gotas de lluvia sobre las costras superficiales. Impide la penetración de las raíces, así como el intercambio de aire entre suelo y atmósfera o la infiltración del agua.

Prismática. Los peds individuales están limitados por caras verticales planas o ligeramente redondeadas. Los extremos de los prismas están poco definidos y son normalmente planos. Característica de horizontes enriquecidos en arcilla (Bt). Las superficies de debilidad coinciden con las grietas de retracción que se producen tras la desecación. Los agregados son muy duros y las raíces tienen una gran dificultad para penetrar en ellos.

Columnar. Los peds son similares a prismas y están limitados por caras verticales, planas o ligeramente redondeadas. La parte superior de las columnas son muy precisas y normalmente redondeadas. Prismas con su parte superior redondeada. Es una estructura típica de horizontes arcillosos enriquecidos en sales.

Blocosa. Los peds son semejantes a bloques o poliedros y están limitados por superficies planas o ligeramente redondeadas que son moldes de las caras que los rodean. La estructura se describe como blocosa angular, si las caras se intersectan en ángulos relativamente agudos y como blocosa subangulares si es una mezcla de caras redondeadas y planas y los ángulos son generalmente redondeados.

Blocosa angula. Agregados poliédricos, con superficies planas de aristas marcadas y con vértices patentes. Las caras del agregado se ajustan muy bien a las de agregados vecinos. Es una estructura típica de horizontes cámbicos (Bw).

Blocosa subangulares. Agregados poliédricos con superficies no muy planas, con aristas romas y sin vértices. Las caras del agregado se ajustan poco a las de los agregados vecinos. Es un tipo de estructura frecuente en horizontes A ócricos y horizontes cámbicos (Bw) o cálcicos de suelos áridos o semiáridos.

Granular. Los pedos son aproximadamente esféricos o poliedros y están limitados por caras curvadas o muy irregulares que no son moldes de pedos adyacentes. Agregados poco porosos, con poros distribuidos no homogéneamente por su superficie, que no se ajustan a los agregados vecinos. Estructura propia de medios biológicamente activos, ricos en bases y con materia orgánica. Típica de horizontes superficiales (Escobedo y Torres, 2012).

6.1.3. El perfil del suelo, horizontes y capas

A. El Perfil

Al conjunto de horizontes del suelo se le llama perfil. Los horizontes están tanto más diferenciados cuanto más evolucionado es el perfil del suelo (Jordán, 2005). El mismo autor menciona que se puede describir los siguientes tipos de suelos: **a)** Suelos jóvenes, son muy superficiales, están todavía muy próximos a la roca madre, no se diferencia ningún tipo de horizonte. **b)** Suelos poco evolucionados, se caracterizan por una capa rica en humus sobre el horizonte C, el perfil es de tipo AC, si este suelo sigue evolucionando, se forma un horizonte resultante de la alteración de la roca madre, aunque pobre en materia orgánica; el horizonte B incipiente que se presenta como (B). **c)** Suelos evolucionados, el perfil es de tipo ABC y corresponde al máximo grado de evolución, los horizontes superiores se

empobrecen en elementos finos o solubles, como consecuencia de su arrastre (eluviación). Se llaman horizontes eluviales o lavados. Al horizonte inferior B se le llama al contrario iluvial o de acumulación, por ser el enriquecido.

B. Horizontes y capas

En el suelo se observa la existencia de capas paralelas a la superficie, llamadas horizontes, de textura, estructura y colores diferentes, que se producen durante la formación y evolución del suelo por la influencia de los factores ecológicos. Los horizontes están tanto más diferenciados cuanto más evolucionado está el perfil. Su designación se realiza por las letras: A, B y C, etc. Podemos distinguir según su posición dos tipos de horizontes: superficiales y de profundidad o subsuperficiales (USDA, 2010).

Los horizontes genéticos no son el equivalente a los horizontes diagnóstico de la taxonomía de suelos (USDA, 2010). Las designaciones de horizontes genéticos expresan un juicio cualitativo acerca de la clase de cambios que se cree que hayan tenido lugar. Los horizontes diagnóstico son características definidas cuantitativamente y empleados para establecer diferencias entre taxas. Los horizontes diagnóstico pueden abarcar varios horizontes genéticos, y los cambios implicados por las designaciones de horizontes genéticos, pueden no ser lo suficientemente grandes como para justificar el reconocimiento de diferentes criterios diagnósticos.

Tres clases de símbolos son empleados en varias combinaciones para describir los horizontes y capas: las letras mayúsculas, empleadas para designar los horizontes principales y capas; las letras minúsculas son empleadas como sufijos para indicar características específicas del horizonte principal y de las capas; y los números arábigos, son usadas tanto como sufijos para indicar subdivisiones

verticales dentro de un horizonte o capa así como prefijos para indicar discontinuidades (Escobedo y Torres, 2012).

C. Textura del suelo

Se refiere a la composición física del suelo definida en términos de las proporciones relativas, por peso, de cada fracción más fina que 2 mm. La grava y otros materiales de tamaño mayor que 2 mm no se consideran como parte del suelo a la hora de evaluar su textura u otros aspectos. La textura hace referencia a la composición granulométrica de la fracción inorgánica del suelo. El conocimiento de la composición granulométrica del suelo es importante para cualquier estudio, ya sea desde el punto de vista genético o aplicado. Los constituyentes tienen la siguiente sensación: **a) Arcilla**, se adhiere a los dedos, es cohesivo (pegajoso), es moldeable, tiene una alta plasticidad y tiene una superficie brillante luego de apretar entre los dedos. **b) Limo**, se adhiere a los dedos, no es pegajoso, es débilmente moldeable, tiene una superficie áspera y rasposa luego de apretarlo entre los dedos. **c) Arena**, no se puede moldear, no se adhiere a los dedos y se siente muy granuloso (USDA, 2010).

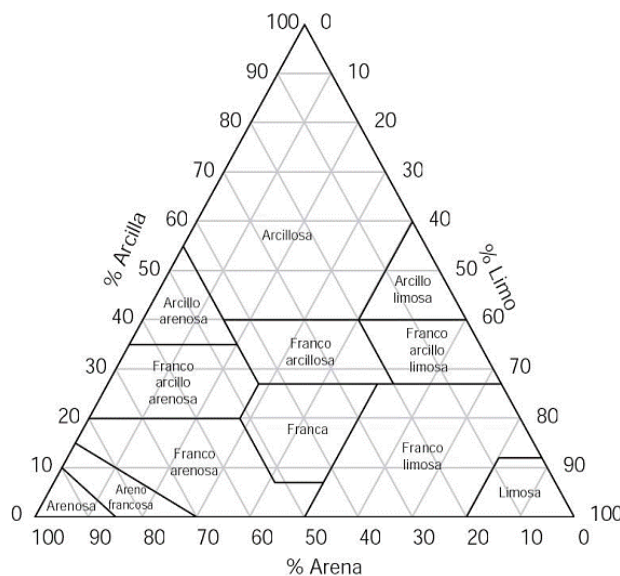


Figura 01. Pirámide textural del suelo

6.2. Vegetación

6.2.1. Vegetación

Comprende la “cobertura verde” de la tierra, en sentido amplio, ya sea de origen natural o plantado, sean bosques, selvas, pastizales, jardines, plantas ornamentales urbanas, matorrales, cultivos, entre otros (Etter, 1990). Significa la forma, la estructura y funciones o las interrelaciones ecológicas entre los componentes de la cubierta vegetal de un área determinada. En ecología, la vegetación es un concepto funcional y dinámico ligado a las características y condiciones ambientales determinadas por el substrato como del clima, los pisos altitudinales y la latitud. Estos definen la predominancia de una de las formas vegetales, de modo que cuando el ambiente es favorable como en las selvas tropicales, permite un gran número de especies y de una gran riqueza de formas de vida. Contrariamente, en ambientes desfavorables, el número de especies es menor, las comunidades vegetales son pobres con escaso número de especies, como en los desiertos costeros, donde están representadas únicamente por *Tillandsia werdermannii* (Lindorf *et al.* 1999).

6.2.2. Formaciones vegetales

Formación, del latín *formatio*, de forma biológica, introducido en sentido claramente fisionómico): La formación se define “como una cohabitación botánica individualizada por la forma biológica que en ella domina, igual a la *sinecia* o *fitocenosis* desde el punto de vista biotípico. En ese sentido se puede expresar en términos vulgares, como bosque, prado, estepa, sabana, espinar, chaparral, entre otros; por términos científicos, en lengua viva, como bosque perennifolio esclerófilo; o por términos científicos latinos, p.ej. añadiendo la terminación *etum* a

la radical de la palabra que expresa el biotipo: como arbor, -oris = arboretum; de frutex, -icis = fruticetum; de herba, -ae = herbetum; entre otros” (Font, 1985), (Beard, 1946) y (Shimwell, 1971), exponen el concepto de “formación tipo” como una unidad fisionómica que contiene un número de asociaciones o comunidades florísticas, las que están unidas por estructura y formas de vida comunes. Estas unidades son geográficamente amplias y mayormente relacionadas a las condiciones climáticas y otras de tipo ambiental. (Du Rietz, 1957), citado por (Braun-Blanquet, 1979), afirma que entiende “por formación una comunidad de formas vitales de orden superior compuesta por varios o muchos grupos de formas vitales, la cual tiene una fisionomía de conjunto homogénea, a pesar de su estructura compleja”. Shimwell (1971), precisa que “formación” comprende a un grupo de comunidades de una sola región o continente, de fisionomía similar y relacionada con las condiciones climáticas y ambientales. Entonces, estas dos categorías son las principales para los geógrafos de plantas interesados en los tipos de vegetación del mundo. En el sentido fisionómico ecológico, se denomina formación vegetal a las comunidades de plantas que presentan una similitud fisionómica, pese a las diferencias en la composición florística. Estas formaciones vegetales, en la llanura amazónica, en el concepto sucesional y climático, determinan los ecosistemas, los que son conocidos por topónimos y fitónimos vernáculos que hacen posible una explicación de las variedades de bosques, como variedades de ecosistemas correspondientes (Encarnación, 1985).

6.2.3. Tipos de vegetación

“Unidad fitogeográfica muy amplia de tipo ecológico fisionómico”, (Font, 1985), p.ej. varillal, aguajal, pacal, bosque de tahuampa, entre otros. Se explica porque

la vegetación presenta carácter local como expresión de los factores geológicos, geomorfológicos, edáficos, de dinámicas fluviales e hidrográficas, climáticos y de las influencias humanas, sean nulas o muy activas. Por tanto, se infiere la presencia de los más variados tipos de vegetación Braun-Blanquet, (1979), según la escala de análisis o de estudio. En el conjunto, entre las diferencias y similitudes tanto en la estructura y composición, es fácil determinar gradientes basados en un patrón o tipología, el mismo que exige una nomenclatura ordenada y sistematizada.

6.2.4. Mapa de vegetación

Equivale a la cartografía de las unidades de vegetación, caracterizada por el conjunto de variables conformadas por la fisionomía y la estructura de la vegetación, ambas definidas por la composición florística de un área con poblaciones de plantas. Para la Amazonía, un mapa de vegetación debe proveer la información ecológica útil que demuestre el grado de interrelación espacial entre la vegetación y el clima ligado al origen del suelo y la altitud. En la ecología aplicada constituye una herramienta indispensable en el manejo de las tierras, particularmente sin opción agrícola, que requieren información detallada y precisa acerca de los mosaicos de vegetación, que funcionan como hábitats; además, los mapas deben reflejar las comunidades o formaciones vegetales existentes, en tipos de cobertura vegetal, considerando exactamente la dominancia actual presente como los estados sucesionales (Daubenmire, 1968). Estas unidades pueden ser cartografiadas a partir del delineado de las imágenes de satélite. Para las regiones de bosques húmedos tropicales, como la región amazónica, aún no se dispone de estudios en detalle de la flora, en particular para las distintas cuencas y/o subcuencas, por lo que las unidades de vegetación incluyen

formaciones zonales y azonales, donde todas indican condiciones ambientales (UNESCO, 1973).

6.2.5. Inventario florístico

También denominado inventario botánico. Según Font (1985), consiste en la anotación de la composición florística y de los demás caracteres geobotánicos que presenta una población vegetal homogénea concreta. El inventario constata la lista completa de las especies que existen en una superficie en estudio, expresando para cada una de ellas la cantidad, sociabilidad, la vitalidad con que se presenta, así como las condiciones geográficas y ecológicas del área en estudio, la fisionomía, altura, estratificación, grado de cobertura y otros datos de la vegetación.

El mismo autor menciona que la comparación de los inventarios entre áreas estudiadas es la base para llegar al conocimiento de los tipos abstractos de vegetación (asociaciones, entre otros); de modo que la realización de inventarios en buenas condiciones es una operación de fundamental importancia en la práctica de la investigación fitosociológica. Campbell (1988), sostiene que el inventario botánico es perfecto cuando se realiza estudios sistemáticos y taxonómicos, cuyos objetivos son la determinación de todas las especies de plantas de un área geográfica dada e incluye la colecta de las especies como muestras de herbario y archivadas en los herbarios, con asignación de números de colectas disponible para que los futuros estudiosos (investigadores) los ubiquen. El inventario es además un requisito para todas disciplinas en biología, evolución y fitogeografía.

6.2.6. Diversidad vegetal

La Amazonía está conformada por diferentes tipos de bosques compuestos y ensamblados por especies diferentes, de alguna manera relacionados con los factores ambientales como relieve, inundación, contenido de nutrientes y drenaje. Es de conocimiento tradicional, reforzado por estudios recientes, que los bosques de zonas inundables son diferentes a los de tierra firme, tanto en la composición como en la riqueza de especies (Huber, 1906; Balslev *et al.* 1987; Duivenvoorden & Lips, 1995; Grández *et al.* 2001). También se sabe que dentro de las áreas inundables, la duración de la inundación afecta la vegetación en tal forma que una mayor duración de la inundación reduce la estatura de la vegetación (Klinge *et al.* 1990; Kalliola *et al.* 1991b, Ruokolainen y Tuomisto, 1993). Además, áreas inundadas por aguas pobres en nutrientes y baja carga de material en suspensión parecen tener otro tipo de flora, en comparación con áreas inundadas por aguas ricas en nutrientes (Encarnación, 1985, 1993; Gentry, 1988).

6.2.7. Estructura de la vegetación

Domois (1972), define la estructura de la vegetación como “la organización en el espacio de los individuos que forman una posición, (y por extensión una vegetación tipo o asociación de plantas), y dice que “los elementos primarios de la estructura son la forma de vida, estratificación y cobertura”.

Braun-Blanquet (1979), dice por otro lado, que “el estudio estructural se ocupa de la agrupación y de la valoración sociológica de las especies dentro de la comunidad y de la distribución de las mismas según formas vitales”.

A. Estructura horizontal

Domois (1972), define como cobertura la proyección vertical de la copa o de los brotes a la superficie del suelo, expresado en una fracción del porcentaje del área

de referencia. Es una medida que tiene mayor significancia ecológica que la densidad. Da una mejor medida de la biomasa que del número de individuos. El mismo autor menciona que la densidad es un parámetro que está relacionado al conteo de individuos por unidad de área. Este conteo se realiza usualmente en pequeños cuadrados ubicados en diferentes veces dentro de una comunidad. También, indica que la frecuencia está relacionada con el número de veces que se encuentra una especie en un determinado número de pequeñas parcelas de muestreo ubicadas repetidamente o en puntos muestrales. Es expresado como una fracción del total, usualmente en porcentaje.

B. Estructura vertical

Área basal. Es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo. Se expresa en m de material vegetal por unidad de superficie de terreno (Mateucci y Colma, 1982).

VII. MARCO CONCEPTUAL

Bosque. Extensión de terreno poblado de árboles y matas (mata: planta perenne de tallo bajo, leñoso, y más o menos ramificado). Asociación vegetal con predominio de plantas arbóreas. Las hierbas, matas y arbustos que se encuentran en él constituyen el sotobosque (Font, 1985).

Flora. “conjunto de especies de plantas de un territorio”, es decir todas las plantas que habitan un área determinada. También se denomina así a la “obra o texto que enumera y describe las especies de plantas de un territorio” (Lindorf *et al.* 1999).

Selva. (del latín silva = bosque): Terreno extenso, inculto y poblado de árboles de muy variadas especies (Font, 1985).

Vegetación. La vegetación es el conjunto total de los vegetales que viven en un territorio o la suma de las comunidades vegetales de un área geográfica (Font, 1985).

Diversidad. El número total de especies en una comunidad (frecuentemente llamado riqueza de especies) (Bravo, 1991).

Diversidad alfa. Es la riqueza en especies de una muestra territorial (Whittaker, 1972).

Riqueza florística. Es número total de especies de cualquier tamaño y forma de vida que viven en un área dada (Whittaker, 1972).

Composición florística. Estudia a las familias y especie que vive en un determinado lugar o área (Font, 1985).

Biodiversidad. Es la totalidad de los genes, las especies y los ecosistemas de una región (Whittaker, 1972).

Suelo. Capa superficie de la tierra en las que crecen las plantas, y que consiste en materiales de roca desintegrados usualmente con una mezcla de restos orgánicos (Kalliola y Flores, 1998).

Calicatas. Las calicatas o catas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno (Escobedo y Torres, 2012).

Horizonte del suelo. Capa de suelo diferenciada por uno o más riesgos morfológicos, tales como color, estructura, distribución de raíces, distribución de tamaño de partículas, compactación y consistencia (Kalliola y Flores, 1998).

Perfil del suelo. Es una sección vertical dentro del suelo (Escobedo y Torres, 2012).

Propiedades físicas del suelo. Las principales propiedades físicas del suelo son el color, textura, la estructura y las relacionadas con la capacidad de retención de agua en el suelo (Whittaker, 1972).

Propiedades químicas del suelo. Son aquellas que nos permiten reconocer ciertas cualidades del suelo cuando se provocan cambios químicos o reacciones que alteran la composición y acción de los mismos (Whittaker, 1972).

Textura del suelo. Se refiere a la distribución de tamaño de partículas en la masa del suelo (Kalliola y Flores, 1998).

Estructura del suelo. Agregados de partículas primarias del suelo (arena, limo, arcilla) llamados "peds", descritos de acuerdo el grado, tamaño y tipo (Kalliola y Flores, 1998).

Acidez del suelo. La acidez del suelo mide la concentración de hidrogeniones (H_2). En los suelos los hidrogeniones están en la solución, pero también existen en el complejo de cambio (Kalliola y Flores, 1998).

Catión. Ion de un elemento cargado positivamente (Kalliola y Flores, 1998).

pH. Es un indicador muy útil para deducir algunas propiedades del suelo, tales como el grado de meteorización, el estado de las bases, la cantidad del lavado, la disponibilidad de algunos nutrientes y la toxicidad de otros (Kalliola y Flores, 1998).

Regresión lineal. Es un índice que mide la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. A diferencia de la covarianza, la correlación de Pearson es independiente de la escala de medida de las variables (Dytham, 2011).

Coefficiente de correlación. Mide el grado de relación entre dos variables (Dytham, 2011).

Coefficiente de determinación. Cuantifica la bondad del ajuste de un modelo lineal (Dytham, 2011).

VIII. Materiales y método

8.1. Lugar de ejecución

El área de estudio comprendió el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta. Cubrió un área total de 2 618,38 km² y un perímetro de 363,39 Km. Políticamente está ubicado en parte de los distritos de Iquitos, Punchana, San Juan Bautista y Fernando Lores, en la provincia de Maynas y parte del distrito de Nauta en la provincia de Loreto, Departamento de Loreto de la República del Perú. El área del estudio limita hacia el Norte con los ríos Nanay y Amazonas; hacia el Sur con el río Marañón; hacia el Oeste colinda con parte de la margen izquierda del río Nanay, Reserva Nacional Allpahuayo- Mishana, hasta el centro poblado “Villa Belén”; y hacia el Este limita con la margen izquierda del río Amazonas (ver figura N° 02 y 03). Se encuentra entre las coordenadas geográficas UTM: X=693108, Y=9591717 en el sector norte; hasta X=640789, Y=9494119 en el sector sur.

8.2. Acceso

El acceso al área de estudio es por la carretera Iquitos-Nauta y las diferentes carreteras secundarias, el transporte fue en una camioneta con tracción en las cuatro llantas (ver fotografía 21). También hemos accedido por el río Amazonas, desde la ciudad de Iquitos hasta la ciudad de Nauta en un bote con motor de 60 Hp y por el río Itaya el transporte fue en un bote de 15 Hp. Luego del transporte en los vehículos se realizaba trochas para finalmente acceder a los lugares de muestreos, algunas veces las trochas ya existían.

8.3. Aspectos ecológicos

8.3.1. Geología

El área presenta formaciones sedimentarias consolidadas, semiconsolidadas a inconsolidadas, cuyas edades datan desde el Neógeno (Mioceno) al Cuaternario reciente. Los ambientes de depositación por los que han pasado estos elementos sedimentarios han variado desde continentales de tipo fluvial, palustre y lacustre a marino transicional, con lagos marinos someros. Existen trece unidades geológicas: Formación Pebas, de edad Mioceno de origen marino-continental, cuyos materiales corresponden a sedimentos fosilíferos de arcillas, lignitos, turbas y esporádicamente areniscas lenticulares; Formación El Porvenir, compuesta por arcillita, lodolita y arenitas con ritmitas de edad Mioceno-Plioceno; Formación Nauta, del Plioceno – Pleistoceno, de ambiente continental lacustre y fluvial, identificadas con dos miembros (inferior y superior), la primera con predominancia de sedimentos arcillosos y la segunda con mayor porcentaje de sedimentos areniscosos, de edad Plioceno; Formación Iquitos (miembros inferior y superior), de ambiente continental fluvial, el miembro inferior presenta sedimentos de arenitas rojizas a marrones con alternancia de lodolitas y materia orgánica y carbón y el miembro superior compuesta principalmente con sedimentos de arenitas cuarzosas, ambos de edad Pleistoceno; también se encuentran distribuidas los Depósitos Palustres antiguos y recientes, Depósitos fluviales canalizados antiguos y recientes, Depósitos Aluviales antiguos; Depósitos Fluviolacustres y Depósitos fluviales recientes; estos últimos depósitos sedimentarios se desarrollan principalmente en las cuencas de los ríos Amazonas, Marañón, Nanay e Itaya (Castro, 2012).

8.3.2. Clima

No existe diferenciación marcada de las estaciones astronómicas del año. Está fuertemente influenciada por la circulación atmosférica tropical, determinada a su vez por los centros de alta presión sobre el Océano Pacífico y Atlántico, la presencia de los vientos alisios y la convergencia de ellos en la llamada Zona de Convergencia Inter Tropical, así como por perturbaciones frontales y líneas de inestabilidad de corta duración. Se caracteriza por ser cálida, tropical y húmeda durante todo el año. La precipitación varía de 2600 a 3000 mm/año, distribuidos de tal forma que no hay un período seco extenso, y casi ningún mes con precipitación menor de 100 mm. Las mayores precipitaciones ocurren en el mes de abril y las menores en julio-agosto. Los meses más calientes ocurren a finales del invierno, con mínimas medias de 20-23°C y máximas entre 30 - 33°C. Las medias anuales oscilan en torno a los 27 °C, y las máximas absolutas históricas llegan alcanzar los 40°C. La humedad relativa es casi constante a lo largo del año, y es cercano al 85% (Paredes, 2012).

8.3.3. Suelo

Taxonómicamente se han identificado cuatro órdenes de suelos entisoles, inceptisoles, spodosoles e histosoles; de las cuales se determinaron siete subórdenes, 10 grandes grupos y 10 subgrupos de suelo. Edáficamente se identificaron 30 series de suelos divididos en 24 consociaciones y 5 asociaciones de suelos, además se ha reconocido una unidad de áreas misceláneas (Escobedo y Torres, 2012).

8.3.4. Fisiografía

Presenta una fisiografía bastante heterogénea, la misma que se caracteriza por presentar geoformas definidas por las características del macrorelieve, identificándose tres grandes paisajes: llanura aluvial, superficies plano onduladas, y relieve colinoso. Gran paisaje de llanura aluvial se caracteriza por su relieve plano, con pendientes de 0 a 2%; está formado por la acumulación de sedimentos aluviales recientes de los ríos. Incluye dos paisajes: Paisaje de llanura aluvial de los ríos de origen andinos que comprende superficies planas, formadas por la acumulación de sedimentos aluviales en diferentes épocas del Holoceno, de ríos provenientes de la Cordillera de los Andes, como el Amazonas y el Marañón. Consta de ocho subpaisajes que abarcan playones, islas, complejos de orillares y terrazas bajas, y de 11 elementos de paisaje definidos por su patrón de drenaje y forma. El Paisaje de llanura aluvial de los ríos de origen amazónicos presenta características propias, tanto por su origen como por la composición de los materiales que acarrea, y comprende superficies planas y cóncavas de los ríos Itaya y Nanay. Presenta un subpaisaje y cuatro elementos del paisaje definidos por su patrón de drenaje. Gran paisaje de superficies plano onduladas. Este gran paisaje fue formado por corrientes antiguas del Cuaternario (pleistoceno), previa a los ríos actuales. Estas corresponden a terrazas altas y medias; aunque su relieve original fue plano hoy se presenta como ligeramente ondulado a moderadamente disectado, con pendientes entre 3 y 15%. Se ubican entre los ríos Itaya y Nanay, el suelo está constituido por arenas cuarzosas y arcillas. Incluye un paisaje y dos subpaisajes definidos por su altitud; presenta ocho elementos de paisaje caracterizados por el material parental que los conforma, la pendiente y el patrón de drenaje. El Gran paisaje colinoso fue formado por superficies onduladas y

fuertemente onduladas producto de la disección de una antigua planicie fluvio-marina. Los materiales de origen corresponden a sedimentos del Terciario, del Mioceno, en diferentes ambientes de depositación. Los materiales más comunes son del tipo arcilloso, arcillo arenoso y de arenas arcillosas de las formaciones Iquitos, Ipururo, Pebas y Nauta. Incluye un paisaje y tres subpaisajes definidos por su forma y pendiente; presenta seis elementos de paisaje caracterizados por la disección y formas de la cima (Escobedo y Torres, 2012).

8.3.5. Vegetación

La vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta se puede segregar en dos grandes grupos, el primero “sin intervención” humana y el segundo “con intervención humana”, dentro del primer grupo se pueden considerar dos conjuntos en razón a su relación con el agua: Vegetación de tierra firme y vegetación inundable estacional o inundada. Las comunidades vegetales más importantes de acuerdo a su extensión son: Bosques de colinas ligeramente disectadas, Bosques de colinas fuertemente disectadas y Comunidad de *Mauritia flexuosa* (Aguajal denso); y las comunidades vegetales más peculiares son: Varillales cercanos a la Reserva Nacional Allpahuayo - Mishana, vegetación varillalesca del alto río Itaya y el Varillal Pantanoso; la diversidad α varía de alta a baja. En total presentan 24 comunidades vegetales con al menos 1 160 especies (y 747 mofoespecies) de plantas, incluidas en 520 géneros y 130 familias botánicas, con 11 especies endémicas. Las familias más importantes por su abundancia de individuos son: Bombacaceae (1099 ind., 11,60%), Arecaceae (836 ind., 8,82%), Myristicaceae (485 ind., 5,12%), Lecythidaceae (476 ind., 5,02%), Mimosaceae (344 ind., 3,63%), Rubiaceae (326 ind., 3,44%), Euphorbiaceae (309 ind., 3,26%), Asteraceae (280 ind., 2,95%), Caesalpinaceae (264 ind., 2,79%), entre otras; entre los géneros

tenemos: *Pachira* (1025 ind., 10,82 %), *Eschweilera* (417 ind., 4,40 %), *Tessaria* (253 ind., 2,67 %), *Virola* (229 ind., 2,42 %), *Inga* (193 ind., 2,04 %), *Protium* (169 ind., 1,78 %), *Iryanthera* (167 ind., 1,76 %), *Montrichardia* (158 ind., 1,67 %), *Bactris* (155 ind., 1,64 %), *Cecropia* (141 ind., 1,49 %), *Calathea* (138 ind., 1,46 %), *Dendropanax* (131 ind., 1,38 %), entre otros; y entre las especies: *Pachira brevipes* (1017 ind. 10,73%), *Tessaria integrifolia* (253 ind. 2,67%), *Montrichardia arborescens* (158 ind. 1,67%), *Eschweilera coriacea* (154 ind. 1,62%), *Virola pavonis* (135 ind. 1,42%), *Mauritia flexuosa* (119 ind. 1,26%), *Socratea exorrhiza* (109 ind. 1,15%), *Dendropanax umbellatus* (107 ind. 1,13%), *Lepidocaryum tenue* (102 ind. 1,08%), *Calophyllum brasiliense* (88 ind. 0,93%), *Dicymbe uayparauensis* (85 ind. 0,90%), *Oenocarpus batahua* (76 ind. 0,80%), *Cecropia distachya* (51 ind. 0,54%), *Attalea racemosa* (48 ind. 0,51%), entre otras (Zárate y Mori, 2012).

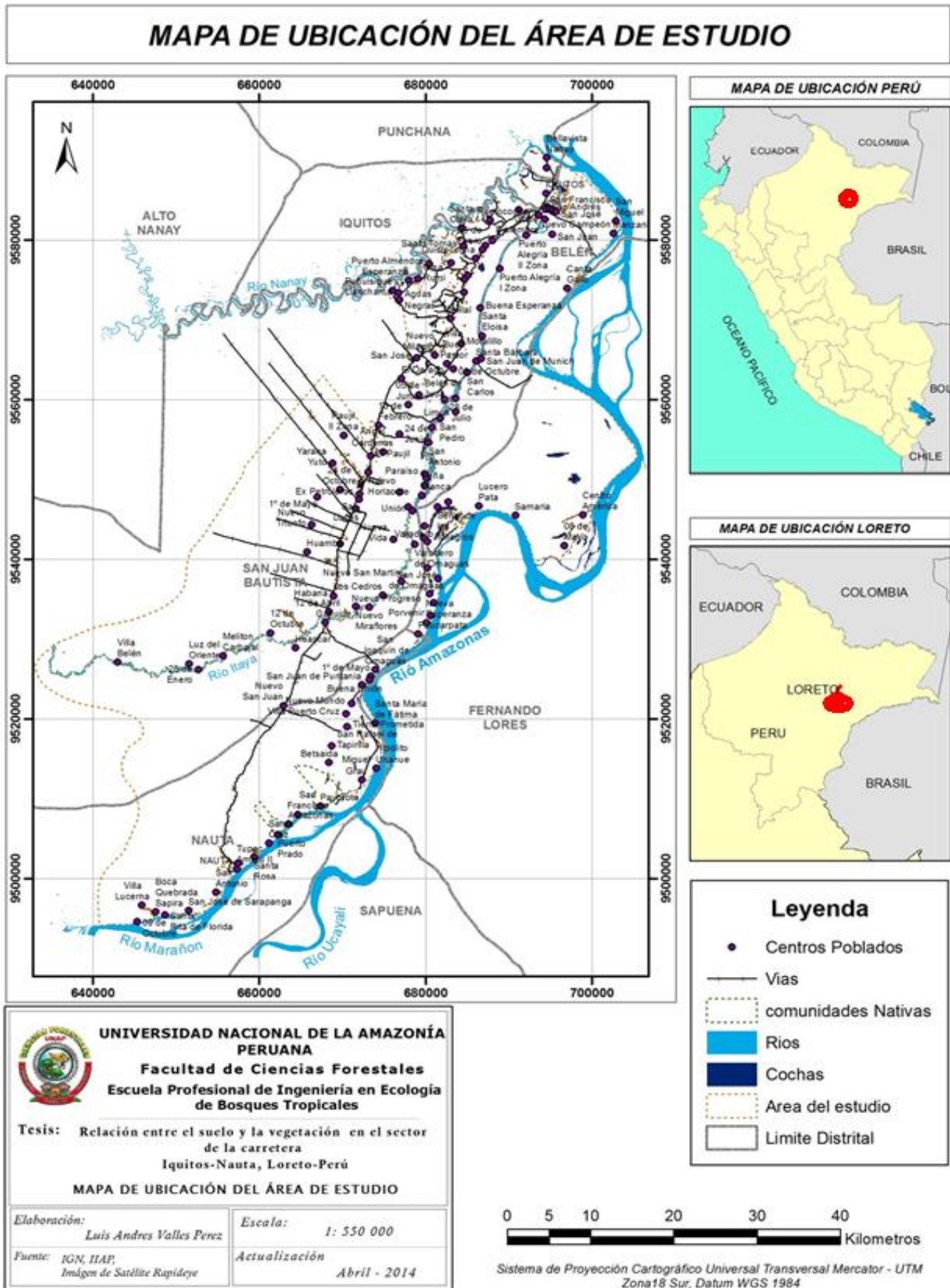


Figura 02. Mapa de ubicación del área de estudio.

MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTREO DE SUELO Y VEGETACIÓN

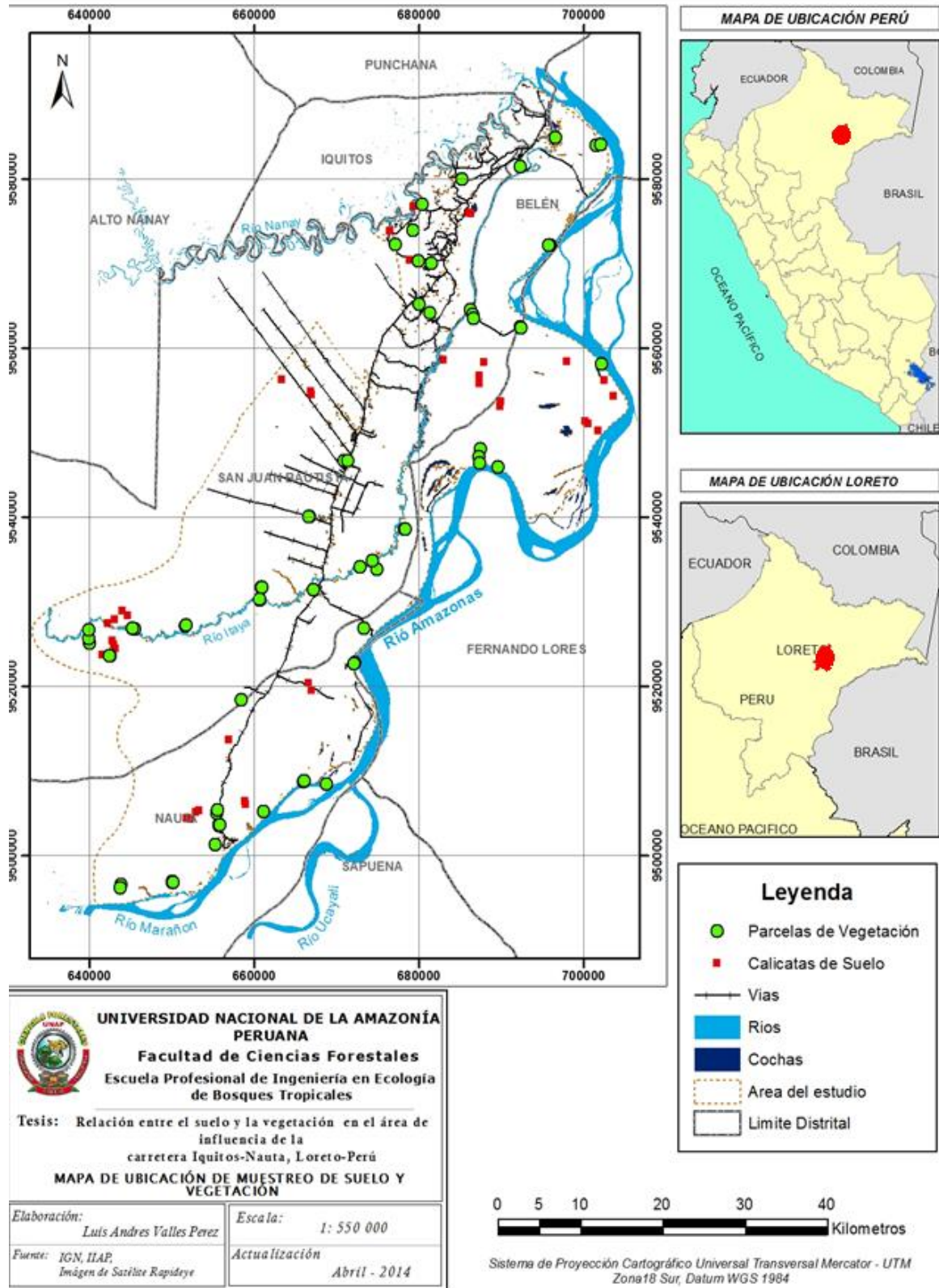


Figura 03. Mapa de ubicación de muestreo de suelo y vegetación.

8.4. Materiales y equipos

8.4.1. Materiales de campo

Palas, machete, botas, pico, etiquetas, plumón indeleble, cuaderno de apuntes, cinta metrada, puñal, estaquilla, wincha de 50 m, barreno, ficha de campo, tabla Munsell, bolsa de polietileno, mapa de suelo y fisiográfico, compás, transportador mapas, lápiz, cuaderno de apuntes, soquilla, cinta flagir, tijera telescópica, tijera podadora de mano, costa, formato de campo, placas, cinta métrica, martillo, clavo de aluminio, alcohol industrial, papel periódico usado, subidores de árboles, hondas, rafia, canicas, bolsa plásticas, Capa de lluvia, baladoras, binoculares, pilas AA, mapas de vegetación.

8.2.2. Equipos de campo

Cámara digital, GPS, eclímetro, brújula.

8.5. Método

8.5.1. Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo y relacional, a un nivel semidetallado.

8.5.2. Población y muestra

A. Población

La diversidad alfa y la estructura que forman todos los individuos de las especies de plantas mayores o iguales a 10 cm de DAP de las unidades de vegetación; y las características físicas y químicas de las unidades de suelo del área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto, Perú.

B. Muestra

Las características del suelo de 102 calicatas y las características de la vegetación de 37 parcelas.

8.5.3. Diseño estadístico

Se utilizó el índice de correlación de Pearson para determinar la relación entre las variables independientes del suelo con las variables dependientes de la vegetación.

8.5.4. Análisis estadístico

Las características de la vegetación se relacionaron con las características del suelo de las siguientes maneras:

Diversidad alfa de la vegetación se relacionó con las características físicas del suelo y la composición química del suelo.

Estructura de la vegetación se relacionó con las características físicas del suelo y la composición química del suelo.

A. Correlación

La correlación indica la fuerza y la dirección lineal y proporcional entre dos variables estadísticas. Para la correlación se calculó con la siguiente fórmula (**Dytham, 2011**):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) * (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Dónde:

X = Variable independiente. (Textura, Estructura, pH, Fertilidad).

Y = Variable dependiente. (Diversidad alfa, Estructura, Composición florística).

Interpretación

El valor del índice de correlación varía en el intervalo [-1,1]:

Si $r = 1$, existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante.

Si $0 < r < 1$, existe una correlación positiva.

Si $r = 0$, no existe relación lineal. Pero esto no necesariamente implica que las variables son independientes: pueden existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables.

Si $-1 < r < 0$, existe una correlación negativa.

Si $r = -1$, existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante.

B. Coeficiente de determinación

Sirve para cuantificar la bondad del ajuste de un modelo lineal, se utiliza una medida que se denomina coeficiente de determinación lineal R^2 , que es la proporción de variabilidad de la variable Y que queda explicada por el modelo de entre toda la presente (Dytham, 2011), cuya expresión es:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Dónde:

Y= Variable dependiente.

Los cálculos de los datos se realizaron en el programa de Excel para Windows.

Interpretación

Este coeficiente determina la calidad del modelo para predecir los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo, sus valores van desde 0 hasta 1. Tiene mayor calidad el modelo si tiende a 1.

C. Regresión Lineal Simple

Es un concepto estadístico estrechamente vinculado al concepto de correlación; mientras la regresión estudia la naturaleza de la relación entre dos variables dependientes, la correlación estudia la estrechez de la relación entre esas dos variables una dependiente de la otra (Little y Hills, 1978). Este modelo puede ser expresado como:

$$Y = ax + b$$

Dónde:

Y = variable independiente

x = variable dependiente

a = constante 1

b = constante 2

Interpretación

Es una función de relación entre las dos variables.

8.5.5. Procedimiento

A. Levantamiento de información de suelos

1. Realización de las calicatas

Las zonas de muestreo se determinaron en el gabinete utilizando imágenes de satélite Rapid Eye del año 2010. Las unidades de suelo se determinaron a partir de información fisiográfica, la escala de trabajo fue de 1:25 000. Las calicatas se

realizaron de forma sistemática, mediante transecto, considerando en caso las colinas, las cima, clase y extensión, hombro, parte media pie de ladera y fondo de valle. Las calicatas se realizaron utilizando palas y picos, con orientación Este - Oeste. Las dimensiones de las calicatas fueron de 1.5 m de largo x 1 m de ancho y 1.5- 2 m de profundidad (ver fotografías N° 10 - 16). Teniendo en cuenta de no alterar la vegetación.

2. Ubicación de las calicatas

Las calicatas fueron ubicadas según la siguiente Tabla:

Tabla 01. Coordenadas geográficas de las calicatas establecidas.

Calicata	X	Y	Calicata	X	Y	Calicata	X	Y
1	642571	9523570	35	643809	9496496	69	655452	9505050
2	642542	9523559	36	643822	9496494	70	655450	9505014
3	642533	9523565	37	643763	9496158	71	655443	9505000
4	642502	9523584	38	650028	9496842	72	655570	9505321
5	642482	9523556	39	650046	9496842	73	655281	9501216
6	640043	9525077	40	650056	9496831	74	655273	9501230
7	639957	9525606	41	650116	9496809	75	655262	9501241
8	639957	9525606	42	650159	9496810	76	655256	9501250
9	639959	9526688	43	661121	9505125	77	658469	9518361
10	645469	9526731	44	661130	9505143	78	658468	9518340
11	645238	9526858	45	661140	9505156	79	658451	9518339
12	651646	9527105	46	661148	9505186	80	658432	9518339
13	651659	9527110	47	665981	9508693	81	655734	9503489
14	651685	9527145	48	666121	9508798	82	655766	9503502
15	651732	9527181	49	668763	9508406	83	655780	9503531
16	660656	9530171	50	672207	9522794	84	655804	9503543
17	660673	9530281	51	672131	9522680	85	667174	9531416
18	660860	9531710	52	673310	9526841	86	666724	9540085
19	660884	9531706	53	673319	9526855	87	666715	9540089
20	660901	9531700	54	673345	9526866	88	666708	9540083
21	660925	9531718	55	673390	9526892	89	666680	9540092
22	672840	9534119	56	687484	9548055	90	670969	9546714
23	674891	9533810	57	687305	9547164	91	671420	9546711
24	674943	9533807	58	687438	9546403	92	681372	9564170
25	674955	9533819	59	689632	9545905	93	681386	9564174
26	674373	9534853	60	692373	9562521	94	680068	9565163
27	678278	9538607	61	692455	9562394	95	659919	9675080
28	678292	9538613	62	702184	9558116	96	679988	9570322

Calicata	X	Y
29	678310	9538614
30	678346	9538618
31	686301	9564589
32	686575	9564031
33	686638	9563566
34	643804	9496489

Calicata	X	Y
63	695954	9572181
64	695790	9572166
65	701506	9583983
66	702114	9584088
67	696639	9584976
68	655462	9505067

Calicata	X	Y
97	681500	9570007
98	679319	9573918
99	680410	9577016
100	685301	9580035
101	692305	9581466
102	677122	9572280

3. Separación de horizontes y capas

Una vez abierta la calicata, se realizó la separación de horizontes o capas. Para ello se colocó una cinta métrica de 1,5 m o más, con el extremo de cero (0) en la parte superior al nivel de la superficie del suelo. A simple vista la diferencia de colores o las moteaduras y manchas pudieron ayudar en la separación de horizontes o capas, asimismo una forma práctica de separarlos es incrustando suavemente la punta de una navaja o puñal hasta percibir diferencias en la resistencia a la penetración del puñal. La resistencia en la penetración es mayor cuando las partículas son más finas, ejemplo horizonte arcilloso. El contenido de otros materiales como raíces, concreciones de Fe, grava, gravillas. Para facilitar la lectura y toma de muestras en el límite de cada horizonte se colocaron estaquillas de 10 cm.

La información sobre el suelo se registró de acuerdo a la ficha para la descripción del suelo (ver anexo).

4. Toma y acondicionamiento de muestras

Una vez realizada la descripción morfológica del perfil del suelo, se procedió a la toma de muestras. La muestra extraída fue representativa tanto de la unidad de suelo como del horizonte. Las muestras fueron extraídas de manera ascendente en el perfil, empezando por el horizonte más profundo, con la finalidad de no contaminar o mezclar suelos de diferentes horizontes.

La muestra fue extraída de parte central del horizonte utilizando una navaja de acero inoxidable. De cada horizonte o capa se extrajo aproximadamente de 800 a 1000 g de suelo, luego se colocaron en bolsas plásticas transparentes de polietileno. Cada muestra fue etiquetada, con una ficha de identificación, que se rotularon con marcadores de color negro y azul de tinta indeleble. Las etiquetas se colocaron dentro de otra bolsa plástica junto con la bolsa de muestra ya sellada (Escobedo y Torres, 2012).

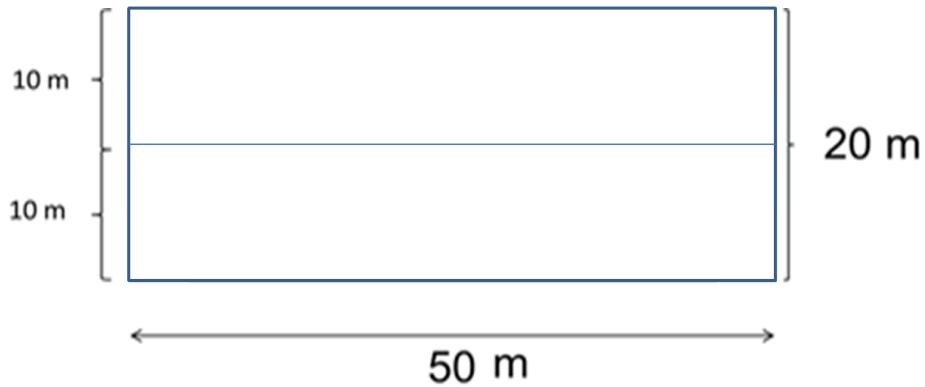
5. Análisis de laboratorio

El análisis de laboratorio del suelo se realizó en el Laboratorio de suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Molina, donde se realizó el procesamiento y análisis del suelo para obtener las características químicas de las muestras.

B. Levantamiento de información de Vegetación

1. Delimitación de las parcelas

La ubicación aproximada de las parcelas se predeterminó en el gabinete a través de imágenes de satélite en sus bandas 3, 4, 5; de acuerdo a las diferentes comunidades vegetales. El establecimiento de las parcelas se ejecutó con la ayuda de trochas, que estuvo a cargo del brujulero y jalonero; la delimitación de las parcelas se realizó a cargo del brujulero que le guiaba el rumbo al trochero donde midieron con wincha la distancia de las parcelas establecida en el gabinete. Las parcelas tuvieron forma rectangular de 20 x 50 m. Las parcelas se dividieron en dos subparcelas de 10 x 50 m (ver fotografía 17).



Figura

04. Diseño de la parcela utilizada para el muestreo de la vegetación.

2. Ubicación de las parcelas

Las parcelas para la evaluación de la vegetación fueron ubicadas según la siguiente

Tabla:

Tabla 02. Coordenadas geográficas de las parcelas para la evaluación de la vegetación.

Parcela	X	Y	Parcela	X	Y
RTC-1	642853	9525313	RTC-31	702541	9556200
RTC-2	643021	9524899	RTC-33	698057	9558370
RTC-4	643141	9524421	RTC-37	652284	9504255
RTC-8	643088	9527887	RTC-38	651839	9504359
RTC-9	644065	9528903	RTC-39	653291	9505248
RTC-10	644653	9528355	RTC-40	652963	9505055
RTC-11	641556	9523674	RTC-41	659011	9505961
RTC-12	642232	9527419	RTC-42	658958	9506376
RTC-14	682990	9558571	RTC-44	656999	9513669
RTC-15	687438	9555769	RTC-47	667023	9519476
RTC-16	687413	9556763	RTC-48	666672	9520330
RTC-17	690040	9553633	RTC-49	678923	9570395
RTC-18	687995	9558281	RTC-51	663412	9556310
RTC-19	689907	9553101	RTC-52	666928	9554892
RTC-27	701838	9550189	RTC-53	667010	9554456
RTC-28	703710	9554269	RTC-54	679357	9576786
RTC-29	700240	9551288	RTC-55	676488	9573893
RTC-30	700649	9551065	RTC-56	686335	9575916
			RTC-57	686119	9576045

3. Levantamiento de la vegetación

En las parcelas ya establecidas se midieron e identificaron a todos los árboles con DAP ≥ 10 cm donde se evaluaron las características de la vegetación para luego determinar la diversidad alfa, cantidad de individuos y área basal. Además se midió el DAP (a la altura 1,30 m del suelo), la altura del árbol (estimación ocular). Seguidamente se colectaron tres muestras botánicas por especie, donde se le asignaron un código. Posteriormente las muestras fueron preservadas, presadas y colocadas en un costal para ser transportadas a la ciudad de Iquitos donde se realizó el proceso de secado y determinación de especie (ver formatos en Anexo y fotografía 18). Las muestras botánicas están depositadas en el Herbario Herrerenense.

4. Calculo de los parámetros

Diversidad alfa

(Whittaker, 1972), Considera a la diversidad alfa que es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos Homogénea. Se empleó las siguientes fórmulas:

Índice de Diversidad de α Fisher (Magurran, 1988).

$$S = \alpha \cdot \ln\left(1 + \frac{N}{\alpha}\right)$$

Dónde:

S = es el número total de especies.

N = es el número total de individuos.

α = es el índice de diversidad de Fisher

Índice de Diversidad de Shannon (**Magurran, 1988**).

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$$

Donde:

$$p_i = n_i/N$$

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos

Este índice es máximo cuando los números de individuos son iguales para todas las especies presentes en la muestra.

Índice de Diversidad de Simpson (**Magurran, 1988**).

$$D = \sum (n_i(n_i-1)) / (N(N-1))$$

Dónde:

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos

El índice de diversidad de Simpson es máximo cuando los números de individuos son iguales para todas las especies presentes en la muestra.

Los diferentes análisis de la diversidad alfa se realizaron en el programa PAST para Windows.

5. Herborización o colecta de muestras botánicas

Colecta de muestras botánicas. Al menos se colectaron tres muestras botánicas de cada especie dentro del área de muestreo. La toma de las muestras botánicas se realizó con la ayuda de tijeras telescópicas y podadoras de mano, subidores de árboles y hondas (ver fotografías 19 y 20).

Registro. Se evaluó varias características del individuo de la planta. Los datos se registraron en una libreta de campo, se registraron datos como: altura del individuo, diámetro a la altura de 1,30 m del suelo, para la cual se utilizó una cinta métrica, y otras características del tallo, como color de flores y o frutos, entre otros.

Codificación. Se colocó códigos correlativo del 01 hasta la última colecta anteponiendo las iniciales LV (Iniciales del nombre de los colectores), dicho código se colocó en la parte inferior del periódico y en la etiqueta.

Prensado. Las muestras luego de haber sido colectada y registrada, se colocaron dentro del papel periódico, dichas muestras fueron cortadas del tamaño adecuado, también se agruparon unas sobre otras hasta formar grupo de 20–30 muestras, posteriormente se amarró con rafia. Las muestras se colocaron por ambos lados de las hojas (haz y envés).

Preservación. Los paquetes de muestras botánicas se colocaron dentro de bolsas plásticas y luego se le añadió alcohol industrial al 60-75%, para evitar el ataque de hongos e insectos, luego se amarró cuidadosamente, seguidamente se colocaron dentro del costal.

Transporte. Posteriormente las muestras fueron empaquetadas y trasladada a las inmediaciones de la oficina del IIAP.

Secado. Las muestras prensadas fueron llevadas al secador y colocadas de perfil, a fin de obtener un buen secado, se utilizaron entre dos y tres días para completar este proceso a 60 °C aproximadamente. Posteriormente se debe realizó el secado en ambientes especializados.

Identificación taxonómica. La identificación de la especie se ha inicio en el momento de la colecta. Luego de secadas las muestras se corroboró la determinación o se continúa aumentando la resolución taxonómica. Se separó las

colectas por familias botánicas. La identificación de las familias se realizó a través del seguimiento de las claves taxonómicas.

Montaje. Varias de las colecciones del presente proyectos fueron montadas para formar parte de las colecciones del Herbario Herrerense.

6. Análisis de la Estructura de la vegetación

Para el análisis de la estructura se incluyó a los organismos vegetales como los; Gimnosperma (plantas sin flores) y Angiosperma (plantas con flores). Posteriormente para obtener el análisis se utilizó los datos DAP, se incluirán a todos los individuos \geq 10 cm de DAP. Para obtener el DAP se midió el diámetro a la altura del pecho del mediador a 1,30 m sobre el terreno. De todas las parcelas a trabajar. La medición de la circunferencia se realizara con una cinta métrica.

Se determinó la cantidad de individuos de especies de plantas mayores o iguales a 10 cm de DAP por parcela de 50 x 20 m. Y la cantidad de área basal por parcela de 50 x 20 m.

C. Relación entre el suelo y la vegetación

La relación entre el suelo y la vegetación se realizó con el análisis de correlación de Pearson entre las características del suelo y la vegetación. Entre las características del suelo tenemos la física y las químicas. La física fue: Textura. Las químicas fueron: pH y Fertilidad. Las características de la vegetación fueron: Diversidad alfa y Estructura.

8.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la técnica del muestreo diagnóstico, descritas por autores como: Whitaker (1972), Encarnación y Zárate (2011), modificando la parcela Whittaker

(1972), Escobedo y Torres (2012), entre otros. Los instrumentos para la recolección de datos serán formatos de campo.

8.7. Técnica de presentación de resultados

Se presentan los resultados en forma de tablas, figuras, diagramas, etc., seguido de un análisis e interpretación de los mismos. Enfatizando los resultados más relevantes del estudio.

IX. Resultados

9.1. Vegetación

La diversidad alfa y la estructura de las comunidades vegetales del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta variaron de baja a alta (ver Tabla 03).

9.1.1. Diversidad Alfa

Los bosques del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta la diversidad alfa varió de baja a alta de acuerdo a los índices utilizados en la presente tesis (Shannon H, Simpson 1-D, y α Fisher).

9.1.2. Especies (Riqueza)

La cantidad de especies varió de 2 a 58 para árboles, arbustos y palmeras ≥ 10 cm de DAP para parcelas de 50 m x 20 m. Con un promedio de 29,16 y una desviación estándar de 15,21 (Coeficiente de variación 52,16). Indicando al menos una media variación en cuanto a la cantidad de especies por 0,1 ha para los bosques del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.

9.1.3. Shannon H

La diversidad alfa, de acuerdo a Shannon H, varió de 0,27 a 3,9, con un promedio de 2,89 y una desviación estándar de 0,91 (Coeficiente de variación = 31,8%) para parcelas de 50 m x 20 m, evaluando Angiospermas ≥ 10 cm de DAP. Este resultado indica una baja a alta diversidad de especies de plantas con un mediano a bajo rango de variación, para los bosques del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.

9.1.4. Simpson 1-D

La diversidad alfa en cuanto a Simpson 1-D varió de 0,142 a 0,978, con un promedio de 0,88 y desviación estándar de 0,17 (Coeficiente de variación de 19,38%) para parcelas de 50 m x 20 m, y Angiospermas ≥ 10 cm de DAP, para

los bosques del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta. Este resultado indica que la diversidad alfa de acuerdo a Simpson 1-D es de baja a alta con un mediano a bajo coeficiente de variación, entonces los datos están levemente concentrados.

9.1.5. α Fisher

La diversidad alfa de acuerdo a α Fisher vario de 0,41 a 138,6, con un promedio de 42,88 y una desviación estándar de 35,86 (coeficiente de variación de 83,63%). Para parcela de 50 m x 20 m. incluyendo Angiospermas \geq 10 cm de DAP, para los bosques del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta. Indicando una baja a alta diversidad de especies con una alta variación de los valores de diversidad.

9.1.6. Estructura

A. Área Basal

El área basal para parcelas de 50 m x 20 m incluyendo Angiospermas \geq 10 cm de DAP, vario de 0,5515 m² a 3,5326 m² con un promedio de 2,29 m² y una desviación estándar de 0,79 (coeficiente de variación = 34,64%), indicando que hay una baja a alta cantidad de área basal con una baja a mediana variación de la cantidad de dicha variable.

B. Individuos

La cantidad de individuos varia de 19 a 141 para Angiospermas \geq 10 cm de DAP, en las parcelas de 50 m x 20 m, con un promedio de 55,62 y una desviación estándar de 23,35 (coeficiente de variación = 41,99). Indicando una baja a alta cantidad de individuos con una mediana dispersión de los datos.

Tabla 03. Diversidad Alfa y Estructura de Parcelas de 50 m x 20 m en el área de influencia de la Carretera Iquitos-Nauta.

Id	Parcela	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	αFisher	Área basal m²	Individuos
1	RTC-19	6	1,512	0,7424	3,02	1,013813	19
2	RTC-42	22	2,968	0,9383	55,48	0,551548	27
3	RTC-12	16	2,269	0,8133	13,93	0,904845	30
4	RTC-17	12	2,176	0,8554	7,182	1,70712	31
5	RTC-55	21	2,936	0,9407	28,6	2,574632	31
6	RTC-18	21	2,684	0,8882	22,17	1,620707	35
7	RTC-57	9	1,653	0,7403	3,668	1,914239	39
8	RTC-15	19	2,611	0,8928	14,62	2,499983	39
9	RTC-28	31	3,304	0,9562	49,82	2,899741	43
10	RTC-14	28	3,051	0,9287	33,14	0,921115	44
11	RTC-53	28	3,182	0,9521	31,67	3,196721	45
12	RTC-31	29	3,161	0,947	32,26	1,984093	47
13	RTC-39	31	3,338	0,9606	39,66	2,556966	47
14	RTC-40	31	3,304	0,9579	39,66	1,942948	47
15	RTC-16	30	3,238	0,9531	34,23	1,754253	48
16	RTC-11	41	3,633	0,9704	118,3	2,116302	49
17	RTC-33	2	0,2712	0,142	0,4129	0,678779	52
18	RTC-38	36	3,474	0,9652	51,77	3,060425	52
19	RTC-2	40	3,557	0,9652	79,42	2,231983	52
20	RTC-56	13	1,258	0,4763	5,498	3,463436	53
21	RTC-52	30	3,251	0,9555	28,64	3,039755	53
22	RTC-51	34	3,307	0,9498	40,93	2,975556	53
23	RTC-37	37	3,415	0,9547	51,83	2,347463	54
24	RTC-48	38	3,497	0,9636	57,06	2,155546	54
25	RTC-47	36	3,417	0,9605	43,53	3,236121	56
26	RTC-54	35	3,354	0,956	38,58	2,827972	57
27	RTC-10	44	3,588	0,9608	83,14	2,365625	58
28	RTC-41	48	3,819	0,9767	120,2	1,791484	59
29	RTC-27	24	2,65	0,8918	13,75	3,532605	65
30	RTC-9	56	3,929	0,9771	138,6	3,261897	69
31	RTC-44	46	3,561	0,9575	50,59	2,3084	75
32	RTC-8	50	3,732	0,97	65,56	2,125895	75
33	RTC-1	56	3,905	0,9765	96,13	2,871659	76
34	RTC-4	58	3,884	0,9738	88,32	3,095127	82
35	RTC-49	8	1,303	0,6384	2,147	1,908255	87
36	RTC-29	8	1,468	0,7158	1,961	3,11104	114

Id	Parcela	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	αFisher	Área basal m²	Individuos
37	RTC-30	5	1,292	0,6688	1,011	2,229542	141
	Promedio	29,16	2,89	0,88	42,88	2,29	55,62
	Desviación estándar	15,21	0,92	0,17	35,86	0,79	23,35
	Coficiente de variación	52,16	31,77	19,38	83,63	34,64	41,99

9.2. Suelos

Las características físicas y químicas del suelo del área de influencia de la carretera IQUITOS-Nauta variaron generalmente de baja a alta (ver Tabla 04 y 05).

9.2.1. Porcentaje de saturación de bases

El porcentaje de saturación de bases varía de 1,44 a 100 %, con un promedio de 24,31%, indicando valores bajos a altos, con una desviación estándar de 24,01 y coeficiente de variación de 98,76%, indicando una alta variación.

9.2.2. Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico varía de 1,6 a 116, con un promedio de 15,78, indicando valores bajos a altos con una desviación estándar de 16,44 y coeficiente de variación de 104,18 %, indicando una muy alta variación.

9.2.3. Potasio K (ppm)

El contenido de potasio varió de 9,2 ppm a 200,5 ppm, con un promedio de 52,29, indicando valores bajos, con una desviación estándar de 33,55 y coeficiente de variación de 64,17%, indicando una mediana variación.

9.2.4. Fósforo P (ppm)

La cantidad de partes por millón de fósforo vario de 1,32 a 50,65, con un promedio de 4,26, indicando valores bajos a altos, con una desviación estándar de 5,46 y coeficiente de variación de 128,14%, indicando una muy alta variación.

9.2.5. Materia orgánica

El porcentaje de materia orgánica varió de 0,41 a 87,23, con un promedio de 4,3%, indicando valores bajos a altos, con una desviación estándar de 13.47 y coeficiente de variación de 313,5%, indicando una muy alta variación.

9.2.6. pH (concentración de iones hidronio)

La concentración de iones hidronio varió de 3,12 a 7,67, con un promedio de 4,29, indicando valores de extremadamente ácidos a ligeramente alcalino, con una desviación estándar de 0,97 y coeficiente de variación de 22,49%, indicando una baja variación.

9.2.7. Arcilla

El porcentaje de arcilla varió de 2 a 68,33, con un promedio de 29,12, indicando valores bajos a altos, con una desviación estándar de 14,41 y coeficiente de variación de 49,49%, indicando una mediana variación.

9.2.8. Limo

El porcentaje de limo varió de 2,84 a 66.0, con un promedio de 28,75, indicando valores bajos a altos, con una desviación estándar de 13,83 y coeficiente de variación de 48,09%, indicando una mediana variación.

9.2.9. Arena

El porcentaje de arena varió de 2,15 a 92,33, con un promedio de 41,61, indicando valores bajos a altos, con una desviación estándar de 19,41 y coeficiente de variación de 46,63 %, indicando una mediana variación.

Tabla 04. Características del suelo del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.

Calicata	Porcentaje de saturación de bases	Capacidad de intercambio catiónico	Potasio K (ppm)	Fósforo P (ppm)	Materia orgánica (%)	pH	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)
1	15,55	7,68	30,60	3,08	2,28	4,00	19,60	18,00	62,40
2	14,38	6,98	33,40	2,86	1,86	3,94	21,00	17,60	61,40
3	16,87	7,62	39,40	3,08	2,22	3,87	12,80	23,20	64,00
4	20,26	5,41	26,60	2,84	0,61	4,28	22,00	16,40	61,60
5	30,25	5,28	26,50	2,63	0,45	4,25	25,00	17,00	58,00
6	13,02	8,86	33,40	3,12	2,63	3,95	20,80	22,00	57,20
7	12,26	10,21	33,60	3,06	1,74	4,09	26,40	24,00	49,60
8	19,36	5,96	22,75	3,13	0,64	4,25	9,00	15,50	76,00
9	17,92	7,82	21,25	2,25	1,37	4,31	6,00	34,00	60,00
10	10,37	9,63	24,40	2,22	1,60	4,08	29,40	24,80	45,80
11	5,20	20,08	31,00	2,05	0,84	4,05	44,50	38,25	17,25
12	6,56	21,86	57,00	2,32	1,60	4,20	40,00	36,00	24,00
13	6,57	19,87	46,80	2,70	1,94	3,99	39,20	37,60	23,20
14	8,87	14,98	55,20	3,10	2,32	3,82	35,40	39,60	25,00
15	8,22	16,54	46,60	2,58	0,87	3,94	40,80	36,40	22,80
16	5,89	32,43	131,00	4,72	7,09	3,71	65,20	18,00	16,80
17	7,74	21,49	69,00	2,03	3,36	3,75	44,67	21,33	34,00
18	10,86	18,14	62,40	3,32	1,17	4,08	43,60	31,60	24,80
19	11,95	15,90	51,00	4,22	1,24	3,99	35,20	34,00	30,80
20	11,34	15,78	47,20	3,74	0,98	4,11	35,00	38,40	26,60
21	29,53	16,48	63,00	3,05	2,05	4,14	30,50	32,50	37,00
22	15,33	7,92	31,75	3,93	1,35	3,70	11,50	35,00	53,50
23	23,94	5,73	30,20	3,00	1,01	4,43	28,60	17,60	53,80
24	13,80	6,30	20,40	2,66	0,92	4,10	24,80	19,60	55,60
25	37,72	10,99	46,00	3,50	10,30	4,42	6,00	13,00	81,00
26	8,58	15,80	59,50	3,43	2,58	4,03	41,25	29,00	29,75
27	7,76	19,14	70,20	2,42	1,52	4,19	42,40	31,20	26,40
28	8,40	19,78	79,60	2,54	1,34	4,21	44,80	31,00	24,60
29	8,67	13,20	38,75	1,85	0,93	4,19	29,50	29,50	41,00
30	34,09	10,35	37,67	3,27	3,89	4,41	13,33	37,33	49,33
31	50,83	20,03	60,60	3,28	1,56	4,78	30,20	38,20	31,60
32	45,18	10,61	30,33	3,87	0,85	5,08	10,67	40,67	48,67
33	56,96	20,61	92,00	2,82	5,68	5,19	32,00	38,00	30,00
34	14,53	20,83	76,80	2,16	2,88	4,09	39,60	29,00	31,40
35	15,20	9,87	32,17	2,07	0,91	4,10	28,67	30,33	41,00
36	14,21	9,82	82,80	2,06	0,69	4,19	26,40	27,80	45,80
37	11,93	13,50	41,00	2,58	0,44	4,27	34,80	41,00	24,20
38	6,19	16,99	56,80	1,86	1,35	4,08	37,60	27,80	34,60
39	11,32	16,80	55,50	2,10	1,79	4,02	35,00	26,00	39,00

Calicata	Porcentaje de saturación de bases	Capacidad de intercambio catiónico	Potasio K (ppm)	Fósforo P (ppm)	Materia orgánica (%)	pH	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)
40	10,45	11,14	34,80	1,98	0,62	4,20	31,20	30,20	38,60
41	10,52	18,46	68,60	2,14	0,79	4,32	42,80	23,00	34,20
42	9,81	10,72	35,40	1,32	0,66	4,25	22,40	33,00	44,60
43	9,34	9,70	22,80	2,78	1,54	4,20	30,80	19,00	50,20
44	11,63	8,83	22,40	2,14	1,02	4,19	30,00	20,00	50,00
45	13,08	10,50	14,60	1,84	1,06	4,29	32,00	19,60	48,20
46	13,87	8,80	27,57	1,90	0,90	4,27	24,43	21,43	54,14
47	77,60	18,34	108,80	8,68	1,13	6,37	35,20	50,40	14,20
48	71,09	31,25	146,33	19,23	7,72	5,66	33,67	43,33	23,00
49	100,00	10,62	58,40	5,80	0,65	7,67	7,40	51,60	41,00
50	100,00	11,09	70,00	15,07	1,36	7,56	8,33	56,67	35,00
51	100,00	10,03	62,67	10,67	2,04	7,60	7,00	39,33	53,67
52	13,31	8,83	16,80	2,26	1,23	4,86	33,80	13,60	52,60
53	22,21	8,90	14,00	2,28	1,49	4,17	32,60	12,80	54,60
54	10,06	9,82	15,00	2,44	1,38	4,22	28,80	16,00	55,20
55	9,70	8,45	13,60	2,14	0,80	4,43	31,00	16,00	53,00
56	3,56	70,80	68,00	9,60	68,13	3,79	0	0	0
57	1,44	116,00	35,00	9,40	87,23	3,60	0	0	0
58	2,33	112,00	78,00	11,20	81,03	3,51	0	0	0
59	44,06	15,96	46,00	9,50	0,97	5,31	17,50	54,75	27,50
60	45,53	14,61	39,83	8,58	0,75	5,21	15,00	55,33	29,67
61	51,90	16,86	83,40	10,00	8,58	5,34	23,00	50,50	26,50
62	79,14	14,96	74,25	2,83	1,42	7,22	15,00	66,00	19,00
63	67,98	15,76	90,50	4,70	0,57	5,91	24,00	56,50	19,50
64	76,18	18,24	69,00	3,03	0,89	6,05	20,33	59,67	20,00
65	85,36	10,13	41,33	4,45	0,53	6,28	8,33	28,83	62,83
66	80,03	14,08	68,80	7,04	1,12	6,39	18,40	45,00	36,60
67	76,01	11,68	75,50	7,65	1,22	6,55	17,50	55,50	27,00
68	6,40	15,41	68,33	2,95	2,15	3,31	68,33	2,95	2,15
69	8,26	15,90	58,20	2,84	2,37	3,17	58,20	2,84	2,37
70	9,99	9,50	20,20	2,56	1,60	3,22	30,40	18,20	51,40
71	20,28	5,60	20,60	2,76	0,72	3,63	16,00	13,40	70,60
72	19,76	8,67	28,50	4,22	1,06	3,65	24,00	33,00	43,00
73	14,95	15,07	82,00	2,64	0,99	3,84	43,60	22,20	34,20
74	11,10	15,68	93,00	2,84	0,97	3,68	43,60	21,80	34,60
75	12,14	14,88	73,20	3,14	1,01	3,71	35,60	30,20	34,20
76	61,20	14,62	79,00	5,06	4,03	4,72	14,00	30,00	56,00
77	13,77	8,08	36,17	2,82	0,69	3,51	33,33	31,00	35,67
78	17,10	7,09	24,14	2,80	0,58	3,40	32,43	26,43	41,14

Calicata	Porcentaje de saturación de bases	Capacidad de intercambio catiónico	Potasio K (ppm)	Fósforo P (ppm)	Materia orgánica (%)	pH	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)
79	13,65	9,52	34,67	2,33	0,47	3,66	28,33	26,33	45,33
80	17,44	16,99	69,80	2,96	1,38	3,65	33,40	27,40	39,20
81	12,10	9,48	30,50	3,10	1,59	3,90	41,00	21,00	38,00
82	12,70	8,03	9,20	2,76	1,74	3,73	35,40	19,80	44,80
83	17,53	6,24	46,20	2,88	0,83	3,82	28,40	14,60	57,00
84	18,26	6,72	20,75	3,35	1,33	3,55	36,50	15,50	60,50
85	10,25	11,33	43,20	2,82	1,35	3,53	28,00	35,00	37,00
86	9,04	29,36	144,50	3,13	1,24	3,57	48,00	31,00	21,00
87	13,28	22,66	109,60	2,18	1,46	3,35	46,00	35,00	19,00
88	15,16	26,11	129,00	2,58	1,10	3,39	49,20	30,20	20,60
89	9,65	18,08	74,40	1,90	1,39	3,61	41,20	39,00	19,80
90	5,69	14,18	46,60	2,88	2,52	3,23	38,40	30,20	31,40
91	10,88	20,68	106,00	2,30	2,21	3,59	50,00	28,25	21,50
92	14,10	7,36	28,83	2,67	1,32	3,63	35,33	14,67	50,00
93	10,38	7,65	22,40	2,02	1,14	3,12	36,80	13,80	49,40
94	24,26	2,69	15,80	2,30	0,74	4,19	7,60	7,40	85,00
95	38,75	1,60	14,33	2,37	0,93	3,59	2,00	5,67	92,33
96	27,38	3,36	15,80	2,38	1,06	3,78	8,80	14,20	77,00
97	30,14	2,40	12,33	2,23	0,41	4,02	2,00	6,33	91,67
98	18,59	5,12	16,40	2,32	1,14	3,92	13,20	19,40	67,40
99	7,58	28,64	70,33	2,60	12,67	3,50	54,00	27,00	19,00
100	21,22	7,52	21,80	8,86	0,76	3,94	27,60	18,20	54,20
101	45,31	15,04	71,25	4,23	1,28	4,70	33,00	37,00	30,00
102	17,30	34,28	200,50	50,65	26,26	3,39	6,00	41,00	53,00
Promedio	24,31	15,78	52,29	4,26	4,30	4,29	29,12	28,75	41,61
Desviación estándar	24,01	16,44	33,55	5,46	13,47	0,97	14,41	13,83	19,41
Coeficiente de variación	98,76	104,18	64,17	128,14	313,50	22,49	49,49	48,09	46,63

9.3. Relación entre las características de la vegetación y el suelo

9.3.1. Correlación

Al relacionar el promedio de las características del suelo de las muestras por calicata y por comunidad vegetal tenemos lo siguiente: La cantidad de individuos por parcelas de 50 x 20 m esta correlacionada positivamente con la cantidad de potasio (0,6532), porcentaje de arena (0,5481) y pH (0,4654); y esta correlacionada negativamente con el porcentaje de arcilla (-0,4909) y limo (-0,4301) con valores medios; el resto de características del suelo esta bajamente correlacionada con la cantidad de individuos. La cantidad de área basal esta correlacionada positivamente con el porcentaje de materia orgánica (0,5676) y capacidad de intercambio catiónico (0,4778) y negativamente con el porcentaje de arena (-0,4084) y saturación de bases (-0,3847), estos valores de correlación están considerados como valores medios. El resto de las variables del suelo están bajamente correlacionadas con el área basal (ver tabla 05).

La cantidad de especies esta correlacionada de forma negativa con fósforo (-0,6977), potasio (-0,6932), capacidad de intercambio catiónico (-0,5675), materia orgánica (-0,5655) y pH (-0,5015); alcanzando valores medios; el resto de variables del suelo están bajamente correlacionadas con la cantidad de especies. Los índices de diversidad alfa están correlacionadas negativamente con la capacidad de intercambio catiónico, potasio, fósforo y materia orgánica; con valores medios a altos y el resto de variables del suelo están correlacionadas con valores bajos a medios (ver tabla 05).

Tabla 05. Índices de correlación entre el promedio de las variables del suelo y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.

Suelo	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	α Fisher	Área basal (m ²)	Individuos
Saturación de bases (%)	-0,1546	-0,0074	0,0722	-0,1762	-0,3847	-0,3558
Capacidad de intercambio catiónico	-0,5675	-0,6511	-0,6998	-0,5349	0,4778	-0,1457
Potasio K (ppm)	-0,6932	-0,5276	-0,277	-0,6978	-0,148	-0,0064
Fósforo P (ppm)	-0,6977	-0,7659	-0,6963	-0,5423	0,0302	0,6532
Materia orgánica (%)	-0,5655	-0,7076	-0,8011	-0,5135	0,5676	0,0531
pH	-0,5015	-0,4724	-0,3529	-0,4348	-0,2638	0,4654
Arcilla (%)	0,2621	0,38	0,4694	0,1437	-0,0023	-0,4909
Limo (%)	-0,263	-0,2802	-0,4025	-0,1807	0,2158	-0,4301
Arena (%)	0,2612	0,2609	0,3084	0,2727	-0,4084	0,5481

El resultado entre las características de la primera muestra del suelo (profundidad: 28 cm aproximadamente) y la vegetación muestra que la diversidad alfa tiene a tener una correlación negativa y que la estructura una correlación positiva y negativa con las variables del suelo. En general la diversidad alfa esta correlacionada negativamente con la capacidad de intercambio catiónico, el potasio, el fósforo y la materia orgánica, alcanzando valores medios a altos y la estructura esta correlacionada positivamente con arena, fósforo, materia orgánica y potasio.

La cantidad de especies esta correlacionada negativamente con la capacidad de intercambio catiónico, potasio, fósforo, materia orgánica; alcanzando valores medios: -0,5897, -0,5198, -0,6295 y -0,5901; respectivamente. El resto de variables del suelo presentan una baja correlación con la cantidad de especies,

con una correlación negativa principalmente. Los índices de diversidad alfa de Shannon H, Simpson 1-D y α Fisher están correlacionadas negativamente con la capacidad de intercambio catiónico, potasio, fósforo y materia orgánica; alcanzando valores mediano a altos, desde -0,5123 a -0,7670 (ver Tabla 06).

El área basal esta correlacionada positivamente con la capacidad de intercambio catiónico y la materia orgánica, alcanzando valores medios de 0,4496 y 0,5430 respectivamente; asimismo el porcentaje de saturación de bases esta correlacionado negativamente (-0,4195), el resto de variables del suelo están bajamente correlacionadas con el área basal tanto de una forma positiva como negativa. La cantidad de individuos está altamente correlacionada positivamente con la arena y el fósforo (0,7296 y 0,7083, respectivamente), y está altamente correlacionada de forma negativa con el pH (-0,7227) y medianamente con el limo (-0,6384); las demás variables del suelo están bajamente correlacionadas de una forma negativa y positiva (ver tabla 06).

Tabla 06. Índices de correlación entre las variables del suelo superficial y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.

Suelo	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	α Fisher	Área basal (m ²)	Individuos
Saturación de bases (%)	-0,1492	0,0162	0,1168	-0,1864	-0,4195	-0,3233
Capacidad de intercambio catiónico	-0,5897	-0,6463	-0,6475	-0,5751	0,4496	-0,0977
Potasio K (ppm)	-0,5198	-0,3984	-0,1709	-0,5697	-0,0195	0,0061
Fósforo P (ppm)	-0,6295	-0,6588	-0,5269	-0,5123	-0,0659	0,7083
Materia orgánica (%)	-0,5901	-0,7088	-0,7670	-0,5478	0,5430	0,0586
pH	0,1859	0,3266	0,3465	-0,0679	-0,1049	-0,7227

Suelo	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	α Fisher	Área basal (m ²)	Individuos
Arcilla (%)	-0,1915	-0,0501	0,0087	-0,3394	0,0045	-0,3923
Limo (%)	-0,0207	0,0208	-0,0955	-0,0703	0,1739	-0,6384
Arena (%)	-0,0576	-0,1308	-0,0408	0,0713	-0,1081	0,7296

9.3.2. Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación vario desde 0, entre los valores medios de las muestras del suelo por calicatas del potasio y la cantidad de individuos y la cantidad de arcilla y el área basal, hasta 0,6418 entre la cantidad media de las muestras por calicata de la materia orgánica y el índice de diversidad alfa de Simpson 1-D; así mismo el índice de diversidad alfa de Shannon H tiene un coeficiente de determinación de 0,5866 con la cantidad promedio de fósforo y de 0,5007 con la cantidad media de materia orgánica. Indicando que un poco más del 50% de la diversidad alfa está influenciada por el fósforo y la materia orgánica. Contrariamente la cantidad de fósforo no está influenciando en la cantidad de individuos y la cantidad de arcilla también no está influenciando en la cantidad de área basal (ver tabla 07 y 08).

Tabla 07. Coeficiente de determinación entre el promedio de las variables del suelo y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.

Suelo	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	α Fisher	Área basal (m ²)	Individuos
Saturación de bases (%)	0,0239	0,0001	0,0052	0,0310	0,1480	0,1266
Capacidad de intercambio catiónico	0,3221	0,4239	0,4897	0,2861	0,2283	0,0212
Potasio K (ppm)	0,4805	0,2784	0,0767	0,4869	0,0219	0,0000

Suelo	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	α Fisher	Área basal (m ²)	Individuos
Fósforo (ppm)	0,4868	0,5866	0,4848	0,2941	0,0009	0,4267
Materia orgánica (%)	0,3198	0,5007	0,6418	0,2637	0,3222	0,0028
Ph	0,2515	0,2232	0,1245	0,1891	0,0696	0,2166
Arcilla (%)	0,0687	0,1444	0,2203	0,0206	0,0000	0,2410
Limo (%)	0,0692	0,0785	0,1620	0,0327	0,0466	0,1850
Arena (%)	0,0682	0,0681	0,0951	0,0744	0,1668	0,3004

Tabla 08. Coeficiente de determinación entre las variables del suelo superficial y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.

Suelo	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	α Fisher	Área basal (m ²)	Individuos
Saturación de bases (%)	0,0223	0,0003	0,0136	0,0347	0,1760	0,1045
Capacidad de intercambio catiónico	0,3477	0,4177	0,4193	0,3307	0,2021	0,0095
Potasio K (ppm)	0,2702	0,1587	0,0292	0,3246	0,0004	0,0000
Fósforo P (ppm)	0,3963	0,4340	0,2776	0,2625	0,0043	0,5017
Materia orgánica (%)	0,3482	0,5024	0,5883	0,3001	0,2948	0,0034
pH	0,0346	0,1067	0,1201	0,0046	0,0110	0,5223
Arcilla (%)	0,0367	0,0025	0,0001	0,1152	0,0000	0,1539
Limo (%)	0,0004	0,0004	0,0091	0,0049	0,0302	0,4076
Arena (%)	0,0033	0,0171	0,0017	0,0051	0,0117	0,5323

9.3.3. Regresión lineal simple

La regresión lineal resulto entre los valores medios de las muestras de las calicatas presentan una regresión negativa y positiva con las características de la diversidad alfa y la estructura de las comunidades vegetales del área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta. Se calculó los 54 funciones de la regresión lineal simple,

de los cuales la mayoría resulto ser funciones negativas, las combinaciones de variables entre el suelo y vegetación que resultaron ser positivas son: La cantidad de especies y la cantidad de arcilla; el índice de diversidad alfa de Shannon H con la cantidad de arcilla y arena; el índice de diversidad alfa de Simpson 1-D y el porcentaje de saturación de bases, la cantidad de arcilla y arena; el valor de α Fisher con la cantidad de arcilla y arena; la cantidad de área basal con la capacidad de intercambio catiónico, la concentración de fósforo, materia orgánica y limo; y la cantidad de individuos con la concentración de fósforo, materia orgánica, pH y cantidad de arena; el resto de combinaciones son negativas (ver tabla 09). La cantidad de especies con la cantidad de arcilla y arena; el índice de diversidad alfa de Shannon H con la cantidad de arcilla y arena; el índice de Simpson 1-D con el porcentaje de saturación de bases, la cantidad de arcilla y arena; el valor de α Fisher con la cantidad de arcilla y arena; el área basal con la capacidad de intercambio catiónico, concentración de fósforo, cantidad de materia orgánica y arena; y la cantidad de individuos y la concentración de fósforo, cantidad de materia orgánica, pH y la cantidad de arena (ver tabla 09).

Tabla 09. Ecuaciones de regresión lineal simple entre el promedio de las variables del suelo y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.

Suelo	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	α Fisher	Área basa m ²	Individuos
Saturación de bases	$Y=31,26-0,23X$	$Y=25,24-0,16X$	$Y=17,21+8,79X$	$Y=28,72-0,09X$	$Y=52,51-11,73X$	$Y=50,14-0,48X$
CIC	$Y=45,71-0,83X$	$Y=62,22-14,14X$	$Y=94,88-84,32X$	$Y=34,00-0,26X$	$Y=-11,96+14,43X$	$Y=32,44-0,20X$
K (ppm)	$Y=83,82-0,99X$	$Y=87,42-11,16X$	$Y=83,84-32,50X$	$Y=70,86-0,33X$	$Y=66,11-4,35X$	$Y=56,26-0,01X$
P (ppm)	$Y=12,72-0,24X$	$Y=17,03-3,95X$	$Y=23,02-19,90X$	$Y=8,70-0,06X$	$Y=5,34+0,22X$	$Y=-5,08+0,21X$
M, O, (%)	$Y=29,27-0,69X$	$Y=46,06-12,86X$	$Y=79,29-80,76X$	$Y=19,15-0,21X$	$Y=-24,27+14,34X$	$Y=6,50+0,06X$
Arcilla (%)	$Y=20,31+0,25X$	$Y=12,02+5,48X$	$Y=-4,84+37,53X$	$Y=25,41+0,05X$	$Y=27,64-0,05X$	$Y=50,52-0,44X$
pH (1:1)	$Y=5,85-0,045X$	$Y=6,36-0,633X$	$Y=6,83-2,62X$	$Y=5,16-0,01X$	$Y=5,73-0,49X$	$Y=2,54+0,04X$
Limo (%)	$Y=38,11-0,24X$	$Y=42,05-3,78X$	$Y=57,34-30,15X$	$Y=33,82-0,05X$	$Y=21,75+4,05X$	$Y=50,20-0,36X$
Arena (%)	$Y=24,12+0,40X$	$Y=18,64+5,96X$	$Y=1,82+39,08X$	$Y=29,17+0,14X$	$Y=66,18-12,97X$	$Y=-5,17+0,77X$

Teniendo en consideración los valores medios de la primera muestra de las calicatas resulta también funciones negativas y positivas. Muchas funciones son negativas pero las siguientes combinaciones son positivas: El índice de diversidad alfa de Shannon H con la cantidad de saturación de bases, arcilla y arena; el índice de Simpson 1-D con el pH y la cantidad de arcilla; el valor de Fisher con la cantidad de arena; la cantidad de área basal con la capacidad de intercambio catiónico, cantidad de materia orgánica, limo y pH; y la cantidad de individuos con la cantidad de potasio, fósforo, materia orgánica y arena (ver tabla 10).

Tabla 10. Ecuaciones de regresión lineal simple entre las variables del suelo superficial y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.

Suelo	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	α Fisher	Área basa m ²	Individuos
Saturación de bases	$Y=30,04-0,21X$	$Y=23,22+0,33X$	$Y=12,65+13,36X$	$Y=28,09-0,09X$	$Y=52,60-12,02X$	$Y=45,83-0,41X$
CIC	$Y=51,85-0,97X$	$Y=69,08-15,82X$	$Y=100,10-87,91X$	$Y=38,63-0,32X$	$Y=-11,89+15,30X$	$Y=32,06-0,15X$
K (ppm)	$Y=137,89-2,01X$	$Y=145,69-22,92X$	$Y=127,82-54,54X$	$Y=114,18-0,74X$	$Y=84,47-1,56X$	$Y=79,64+0,02X$
P (ppm)	$Y=16,24-0,31X$	$Y=21,13-4,86X$	$Y=25,96-21,57X$	$Y=11,22-0,09X$	$Y=8,96-0,68X$	$Y=-9,62+0,32X$
M, O, (%)	$Y=34,56-0,74X$	$Y=51-13,23X$	$Y=82,02-79,43X$	$Y=23,94-0,23X$	$Y=-19,80+14,09X$	$Y=9,97+0,07X$
pH	$Y=4,20-0,01X$	$Y=3,99-0,05X$	$Y=3,83+0,04X$	$Y=4,18-0,01X$	$Y=3,85+0,06X$	$Y=5,03-0,02X$
Arcilla (%)	$Y=34,56-0,74X$	$Y=9,77+2,24X$	$Y=4,74+13,20X$	$Y=16,60-0,01X$	$Y=18,49-1,00X$	$Y=32,25-0,31X$
Limo (%)	$Y=34,09-0,02X$	$Y=32,37+0,36X$	$Y=41,40-9,28X$	$Y=34,65-0,03X$	$Y=23,39+4,23X$	$Y=69,72-0,69X$
Arena (%)	$Y=52,64-0,08X$	$Y=58,32-2,85X$	$Y=54,50-4,93X$	$Y=48,66+0,03X$	$Y=57,99-3,28X$	$Y=-1,45+0,98X$

X. Discusión

Riqueza

Las características del suelo (Saturación de bases, Capacidad de intercambio catiónico, K (ppm), P (ppm), Materia orgánica (%) y pH) del área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta son principalmente bajos, de acuerdo al Decreto Supremo N° 017-2009-AG; en consecuencia son pobres para el desarrollo de cultivos (Decreto Supremo N° 017-2009-AG), sin embargo en ese suelo “pobre” se desarrolla una alta diversidad de especies de plantas. Debido a la diversidad de especies está adaptada a suelos pobres.

Nuestros resultados muestran que los suelos menos pobres tienen una menor cantidad de especies. La cantidad de especies está correlacionada de forma negativa con fósforo, potasio y materia orgánica; estos resultados están concordando por lo publicado por Janssens *et al.* (1998) y Laurence *et al.* 2010; en el cual, el primero relacionó la cantidad de especies herbáceas en la región templada de Europa; y el segundo relacionó el suelo con la diversidad alfa de árboles en la Amazonía Brasileña, cerca de Manaus. Entonces la menor cantidad de fósforo, potasio y materia orgánica están influenciando en la mayor cantidad de especies en ambientes completamente diferentes. Los suelos más pobres son los que tienen mayor cantidad de especies, pero esto debe tener una asíntota, en la cual las especies ya no puedan aumentar más en cuanto a la cantidad de especies de plantas e iniciar una disminución de la cantidad de especies.

La variación del suelo condiciona diferentes hábitats y eso está contribuyendo a la variación de las comunidades vegetales (Gentry, 1981). Pero además de esto, el

suelo es variable dentro de un mismo tipo de suelo (Escobedo, 2012), lo cual también está influenciado notoriamente en la riqueza de especies de plantas.

Las variables del suelo que no influyen notoriamente en la diversidad alfa de las comunidades de plantas son: Saturación de bases (-0,1492), pH (0,1859), Arcilla (-0,1915), Limo (-0,0207) y Arena (-0,0576) de acuerdo al resultado de la presente investigación; en cuanto al pH y la cantidad de arena, el presente resultado concuerda con lo publicado por Laurence *et al.* (2010) para la diversidad alfa de las comunidades de árboles de un sector del norte de Manaus en la Amazonía Brasileña, en el cual encontró una correlación de 0,2 para el pH y -0,138 para la cantidad de arena.

La cantidad de la concentración de fósforo de la parte superficial del suelo está correlacionada negativamente con la cantidad de especies, es decir hay más especies de plantas mientras disminuya la cantidad de fósforo en el suelo, para el área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta, llegando a alcanzar un valor de correlación de Pearson de -0,6295, el cual es el valor con la mayor cantidad en este estudio. Sin embargo para Laurence *et al.* (2010), el fósforo influye en la riqueza de especies pero con un valor positivo (0,425) para la Amazonía Brasileña, quizás ocurra que la cantidad de fósforo está correlacionada negativamente hacia el oeste de la Amazonía y positivamente hacia el este, otro factor que también debe estar influenciando es la composición florística de las comunidades de plantas.

Las ecuaciones determinadas de la regresión lineal simple entre las variables del suelo y la diversidad alfa y la estructura de las comunidades de plantas muestran una fuerte tendencia a funciones negativas, ya que de las 54 funciones

determinadas, 40 son negativas y 16 positivas (74% de las ecuaciones son negativas).

Estructura

Las variables del suelo que están correlacionadas con la cantidad de individuos y área basal son saturación de bases, capacidad de intercambio catiónico, fósforo, materia orgánica, pH, limo y arena para nuestro estudio, asimismo para (Laurence *et al.* (2010), las variables que están influenciando son la cantidad de arena y el pH, para las comunidades de árboles al norte de Manaus en la Amazonía Brasileña; indicando una baja correlación de la estructura y la capacidad de intercambio catiónico y la cantidad de fósforo, lo cual indica que no siempre en la Amazonía una sola variable del suelo influye de la misma manera en la estructura.

El pH de la primera capa del suelo influye notoriamente en la cantidad de individuos, mientras más ácido es el suelo mayor cantidad de individuos presenta, en la presente tesis se reporta un valor -0,72 de índice de correlación de Pearson. Este resultado está en concordancia (Laurence *et al.* 2010) quienes encontraron un valor de -0,516.

El potasio, cantidad de arena, pH y limo están influenciando notoriamente en la cantidad de individuos por área en las comunidades vegetales. Las comunidades vegetales con mayor cantidad de individuos corresponden a Varillales altos húmedos sobre arena blanca con 87 ind/0,1 ha, que se desarrollan sobre suelo arenoso con 200,5 ppm de potasio, esta cantidad corresponde al valor más alto reportado.

El área basal está influenciada por la cantidad de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, cantidad de arena y saturación de bases.

XI. Conclusiones

1. La cantidad de especies en parcelas de 50 x 20 m esta correlacionada de forma negativa con fósforo, potasio, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica y pH.
2. Los índices de diversidad alfa en parcelas de 50 x 20 m están correlacionadas negativamente con la capacidad de intercambio catiónico, potasio, fósforo y materia orgánica.
3. La cantidad de individuos en parcelas de 50 x 20 m esta correlacionada positivamente con la cantidad de potasio, porcentaje de arena y pH; y esta correlacionada negativamente con el porcentaje de arcilla y limo.
4. La cantidad de área basal en parcelas de 50 x 20 m esta correlacionada positivamente con el porcentaje de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico, y negativamente con el porcentaje de arena y saturación de bases.
5. Las variables del suelo que están más correlacionadas a la diversidad alfa son: materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, pH y fósforo.
6. Las variables del suelo que están más correlacionadas a la diversidad alfa son: Saturación de bases, Limo, Arcilla y Arena.

XII. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar mayores estudios de las comunidades vegetales del ámbito de la carretera Iquitos-Nauta. Por ejemplo, en los varillales sobre pantanosos que es una comunidad vegetal reportado recientemente con muy poca investigación.
2. Se debe tener en cuenta que es muy importante aceptar que para los proyectos de Zonificación Ecológica y Económica a nivel micro se tenga en cuenta lo siguiente: evaluar procesos ecológicos, evaluar tanto en temporada de vaciante como de creciente, así como en tiempos de mayor precipitación, floración, fructificación, entre otros.
3. Realizar estudios específicos considerando otras propiedades del suelo como: deficiencia de oxígeno, grado de inundabilidad, densidad aparente, entre otros.

XIII. Bibliografía

- Archibold, O. W. 1994. Ecology of World Vegetation. New York: Springer Publishing.
- Balslev, H; Luteyn, J; Ollgaard, B; Holm-Nielsen, L.B. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. *Opera Botanica* 92: 37-57.
- Beard, J.S. 1946. The Natural Vegetation of Trinidad. Oxford at the Clarendon Press, Oxford, Gran Bretaña. 1-92 p.
- Bravo, E. 1991. "Sobre la cuantificación de la diversidad Ecológica". Depto. De Hidrobiología. UAM. Vol. 1 (1). 87 – 93 p.
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología: Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid, España. 820 p.
- Burrows, C. J. 1990. Processes of Vegetation Change. Oxford: Routledge.
- Bayron R; Calle-Rendón, F. M; Dairon Cárdenas-López. 2011. Relación entre suelos y estructura del bosque en la Amazonía colombiana. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 59 (3): 1307-1322 p.
- Campbell, D.G. 1988. The Importance of Floristic Inventory in the Tropics. *En*: Campbell, D.G. & Hammond, H.D. Floristic Inventory of Tropical Countries. The New York Botanical Garden & WWF, Nueva York, EE.UU. 5-30 p.
- Castro, W. 2012. Geología, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos – Perú. 120 p.
- Daubenmire, R. 1968. Plant Communities: A Textbook of Plant Synecology. Harper & Row Publishers, Nueva York, EE.UU. 300 p.

- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 2010. Claves para la Taxonomía de Suelos. 11va Edición.
- Duivenvoorden, J.F; Lips, J.M. 1995. A land-ecological study of soils, vegetation, and plant diversity in Colombian Amazonía. *Tropenbos Series* 12: 1-438 p.
- Dumont, J.F; Garcia, F; Fournier, M. 1992. Registros de cambios climáticos por los depósitos y morfologías fluviales en la Amazonia Occidental. ORSTOM –CONCYTEC. 87- 92 p.
- Dytham, C. 2011. Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide. Third Edition. WILEY-BLACKWELL. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication Pondicherry, India. 316 p.
- Encarnación, F. 1985. Introducción a la flora y vegetación de la Amazonía peruana. Estado actual de los estudios, medio natural y ensayo de claves de determinación de las formaciones vegetales en la llanura Amazónica. *Candollea* 40: 237-252 p.
- Encarnación, F. 1993. El Bosque y las formaciones vegetales en la llanura amazónica del Perú. *Alma Mater* 6:95-114 p.
- Escobedo, R; Torres, G. 2012. Guía metodológica de levantamiento de suelos para procesos de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) en la Amazonia Peruana. Programa de cambio climático, desarrollo territorial y ambiente – PROTERRA. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. 158 p.
- Escobedo, R., y Torres, G. 2012. Suelos y capacidad de uso mayor de las tierras, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos – Perú. 113 p.

- Escobedo, R. & Torres G. 2012. Fisiografía, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos – Perú. 35 p.
- Etter, A. 1990. Introducción a la ecología del paisaje: Un marco de integración para los levantamientos rurales. Instituto de Geografía Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia. Mimeg. 88 p.
- Font, P. 1985. Diccionario de Botánica. Ediciones Península, Barcelona, España. 1244 p.
- Gentry, A.H. 1981. Patterns of plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of Missouri Botanical Garden* 75: 1-34 p.
- Godínez, O. Ibarra, L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 73(2): 283-314 p.
- Grandez, C; García, A; Duque, A; Duivenvoorden, J.F. 2001. La composición florística de los bosques en las cuencas de los ríos Ampiyacu y Yaguashyacu (Amazonía peruana). *En*: Duivenvoorden, J.F.; Balslev; H.; Cavelier, J.; Grandez, C.; Tuomisto, H.; Valencia, R. (eds). Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonía noroccidental. IBED, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, Países Bajos. 163-176 p.
- Guerra, J. Huamani, H. 1995. Caracterización edafoclimática del hábitat de las orquídeas. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.

- Honorio, E. & Baker, T. 2010. Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Instituto de investigación de la amazonia peruana. Universidad de leeds. Lima. 54p.
- Huber, J. 1906. La vegetation de la Vallee du Río Purus (Amazonie). *Bulletin de L'Herbier Boissier* 2 ser. 4 (4): 249-276 p.
- IIAP. (2005). Zonificación ecológica para el desarrollo sostenible. Proyecto Araucaria Amazonas - Nauta.
- Janssens, F.; Peeters, A.; Tallwin, J.; Bakker, J.; Bekker, R.; Fillat, F. and Oomes, M. 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil* 202: 69–78.
- Jordán, L. A. 2005. Manual de edafología. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla. 143 p.
- Kalliola, R; Puhakka, M; Salo, J; Tuomisto, H; Ruokolainen, K. 1991b. The dynamics, distribution and classification of swamp vegetation in Peruvian Amazonía. *Ann. Bot. Fennici* 28: 225-239 p.
- Kalliola, R; Flores, S. 1998. Geología y desarrollo amazónico. Estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. Turun Yliopisto, Turku, Finlandia. 544 p.
- Klinge, H; Junk, W.J; Revilla, J. 1990. Status and distribution of forested wetlands in tropical South America. *Forest Ecology and Management* 33/34: 81-101 p.
- Laurance, S.; Laurance, W.; Andrade, A.; Fearnside, P.; Harms, K.; Vicentini, A. & Luizao, R. 2010. Influence of soils and topography on Amazonian tree diversity: a landscape-scale study. *Journal of Vegetation Science* 21: 96–106.
- Laurance, S.; Laurance, W.; Andrade, A.; Fearnside, P.; Harms, K.; Vicentini, A. & Luizao, R. 2010. Influence of soils and topography on Amazonian tree

- diversity: a landscape-scale study. *Journal of Vegetation Science* 21: 96–106 p.
- Lindorf, H; De Parisca, L; Rodríguez, P. 1999. *Botánica: Clasificación, Estructura y Reproducción*. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. pp.: 545-557 p.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Mateucci, S; Colma, A. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaria General de la Organización de Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo científico y Tecnología. Washington. D. C. USA. 167 p.
- Parde, J. 1980. Forest Biomass. *Forestry Products Abstract*. Review article. Commonwealth Forestry Bureau. 3(8):165-184 p.
- Paredes, M. 2012. *Clima, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA*. Iquitos – Perú
- Pearson, T; Walker, S; Brown, S. 2005. *Sourcebook for Land use, land-use change and forestry projects*. Biocarbon Fund. Winrock International.
- Peña, M; Cárdenas, D; Duque, A. 2010. Distribución de especies y su relación con la variación ambiental y espacial a escala local en un bosque de tierra firme en la amazonia colombiana. *Revista de Actualidades Biológicas*. vol.32 no.92.
- Rasanen, M. 1993. La Geohistoria y Geología de la Amazonia Peruana. En: *Amazonia Peruana, Vegetación húmeda en el Llano Subandino*. R. Kalliola, M. Puhakka y W. Danjoy (eds.). 43-67 p. PAUT y ONERN.

- Ruokolainen, K; Tuomisto, H. 1993. La vegetación de terrenos no inundables (Tierra firme) en la selva baja de la Amazonía peruana. *En*: Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.). Amazonía peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. pp. 139-153 p.
- San Román, J. V. 1994. Perfiles históricos de la Amazonía peruana. Iquitos, *CETA*. 2da edición. Joaquín García y Martha Rodríguez, editores.
- Serrato, R. S; Valencia, C. C; Rió, O.F. 1999. Interrelación entre variables del suelo y de las gramíneas en el pastizal semiárido del norte de Durango. *Terra Latinoamericana* 17 (1): 27-34 p.
- Shimwell, D.W. 1971. *Description & Classification of Vegetation*. Sidgwick & Jackson Biology Series. Londrés, Gran Bretaña. 322 p.
- Susan G. W. Laurance, William F. Laurance, Ana Andrade, Philip M. Fearnside, Kyle E. Harms, Alberto Vicentini & Regina C. C. Luiza~ o Lindorf, H; De Parisca, L; Rodríguez, P. 1999. *Botánica: Clasificación, Estructura y Reproducción*. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. pp.: 545-557 p.
- Teller, A, 1988. Biomass, productivity and wood waste evaluation in a Spruce (*Picea abies*) forest (Strinchmps 983). *Commonwealth Forestry Review*, 7(2):129-148 p.
- UNESCO. 1973. *Clasificación Internacional y cartografía de la Vegetación*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Paris, Francia. 93 p.

- Valderrama, E. 2006. Estudio florístico de los árboles en una hectárea de bosque colinoso en la estación experimental del instituto tecnológico de Nauta, Loreto, Perú. Tesis (Ciencias Biológicas). Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas. 184 p.
- Van Der Maarel, E. 2004. Vegetación Ecología. Oxford: Blackwell Publishers, 2004. 395 pp.
- Vickery, M. I. 1982. Ecología de plantas tropicales. Editorial Limusa. México. 232 p.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3): 213-251 p.

Anexo

Anexo 3: Modelo de etiqueta para muestras de suelo (IIAP-PROTERRA).

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA I.I.A.P.	
Proyecto _____	
Tipo de estudio _____	Zona _____
Fecha _____	Calicata N° _____
Horizonte _____	Profundidad _____
MUESTRA N° _____	

Anexo 4: Formato para evaluación de control de la vegetación.

Id	Características	Descripción
1	Nombre del Proyecto	
2	Responsable del registro	
3	Código de la muestra	
4	Localidad	
5	ID GPS	
6	UTM Zona	
7	UTM EAST (X)	
8	UTM NORTH (Y)	
9	Altitud (m)	
10	Precisión (m)	
11	N° fotos	
12	Vegetación	
13	Confianza en clasificación	
14	Clase hidrológica	
15	Fisiografía	
16	Altitud del sistema hídrico (m)	
17	Notas	

Anexo 5: Formato de las características ecológicas de las unidades de muestreo.

Id	Características	Descripción
1	Nombre del proyecto	
2	Responsable escribir	
3	Código parcela	
4	Forma de parcela	
5	Localidad	
6	Fecha	
7	Hora inicio y final	
8	ID GPS	
9	UTM zona	
10	UTM EAST	
11	UTM NORTH	
12	Altitud (m)	
13	Precisión (m)	
14	N° Fotos	
15	Vegetación	
16	Confianza en clasificación	
17	Clase fisonómica	
18	Altura del dosel (m)	
19	Cobertura	
20	Sotobosque	
21	Estrato medio	
22	Dosel	
23	Árboles emergentes	
24	Epífitas	
25	Clase Hidrológica	
26	Textura del suelo	
27	Profundidad	
28	Pendiente	
29	Geoforma	
30	Altitud del sistema Hídrico (m)	
31	Temperatura	
32	Nivel de Intervención	
33	Notas	

Anexo 7: Fotografías del desarrollo y muestreo del Proyecto.



Figura 05. Fotografía del Bosques de colinas fuertemente disectadas, cercanos al km 80 de la carretera Iquitos-Nauta.



Figura 06. Fotografía de *Dicymbe uayparuensis*, Especie abundante en el Varillal alto húmedo sobre arena, cerca del km 14 de la carretera Iquitos-Nauta.



Figura 07. *Fotografía de la Vegetación riparia de aguas negras (Yanayacu y Nanay).*



Figura 08. *Fotografía de la Vegetación riparia del río Itaya.*



Figura 09. Fotografía del Bosques de colinas fuertemente disectadas.



Figura 10. Fotografía del perfil del suelo de la calicata 17.



Figura 11. Fotografía del perfil del suelo de la calicata 32.



Figura 12. Fotografía del perfil del suelo de la calicata 12.



Figura 13. Fotografía del perfil del suelo de la calicata 102.



Figura 14. Fotografía del perfil del suelo de la calicata 23.



Figura 15. Fotografía del perfil del suelo de la calicata 100.



Figura 16. Fotografía del perfil del suelo de la calicata 60.



Figura 17. Fotografía del inventario florístico del bosque sobre terrazas altas.



Figura 18. Fotografía del inventario de la Vegetación riparía de aguas negras (Yanayacu y Nanay).



Figura 19. Fotografía del proceso de prensado de las muestras botánicas.



Figura 20. Fotografía del proceso de prensado de las muestras botánicas.



Figura 21. Fotografía del proceso de transporte hacia los lugares de muestreo.