



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

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

TESIS

**“Influencia de la pendiente en la estructura y diversidad de Calophyllaceae y
Fabaceae en bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo
Mishana, Loreto, Perú”**

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

Autora

Gonzales Rojas Priscila Yessenia

Iquitos - Perú

2017



ACTA DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS Nº 754

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por la Bachiller **PRISCILA YESENIA GONZALES ROJAS**, titulada: **"INFLUENCIA DE LA PENDIENTE EN LA ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE Calophyllaceae y Fabaceae EN BOSQUES SOBRE ARENA BLANCA DE LA RESERVA NACIONAL ALLPAHUAYO MISHANA, LORETO, PERÚ"**, las observaciones y analizadas las respuestas,

la declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

MUY BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificada:

APTO

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

Iquitos, 14 de octubre 2016

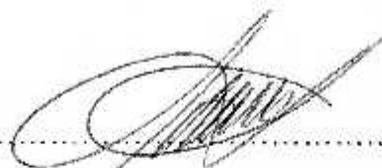

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Presidente


Ing. FREDY FRANCISCO RAMIREZ AREVALO
Miembro


Ing. RILDO ROJAS TUANAMA
Miembro


Ing. RICHER RIOS ZUMAETA, Dr.
Asesor

MIEMBROS DEL JURADO



Ing. RONALD BURGA ALVARADO, DR.

Presidente

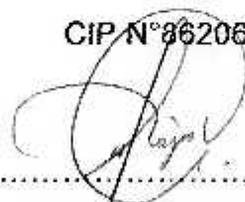
CIP N° 45725



FREDY FRANCISCO RAMIREZ AREVALO

Miembro

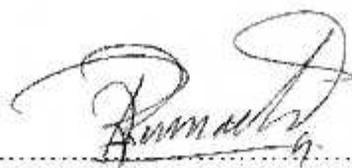
CIP N° 86206



Ing. RILDO ROJAS TUANAMA

Miembro

CIP N° 86706



RICHER RIOS ZUMAETA, Dr.

Asesor

CIP N° 50411

DEDICATORIA

A Dios:

Por guardarme en todo momento, por darme fuerzas para seguir adelante y ayudarme en las dificultades.

A mis padres:

Elizabeth y Roldán por incentivarme día a día a superarme profesionalmente, gracias a ellos aprendí a ser mejor persona.

A mis hermanitas:

Karím, Margareth y Nazira, por ser mi principal motivación para salir adelante.

A mi abuelita Anita, por ser un motivo más de superación.

AGRADECIMIENTO

A Ricardo Zárate Gómez co-asesor del presente trabajo de investigación, darle las gracias por ayudarme a culminar la presente tesis, por las enseñanzas brindadas, por las largas horas de su tiempo y paciencia para conmigo.

Al Intituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP), por brindarme las facilidades para poder realizar el trabajo de campo en los varillales.

A todas las personas y amigos que contribuyeron con su apoyo en el trabajo de campo en especial al Grupo de "Richiboys", ya que gracias a ellos se culminó el trabajo de campo.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

LISTA DE CUADROS

LISTA DE FIGURAS

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	1
II. EL PROBLEMA	3
2.1. Descripción del problema	3
2.2. Definición del problema	4
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis de la investigación	5
IV. OBJETIVOS	6
4.1. Objetivo general	6
4.2. Objetivos específicos	6
V. VARIABLES	7
5.1. Identificación de variables, indicadores e índices	7
5.2. Operacionalización de variables	8
VI. MARCO TEÓRICO	9
6.1. Bosques de arena blanca	9

6.2. Diversidad de los bosques	11
6.3. Diversidad de varillales	12
6.4. Estructura del bosque	13
6.5. Inventario florístico de las comunidades vegetales	15
6.6. Familia Fabaceae	15
6.7. Familia Calophyllaceae	16
6.8. Influencia de la pendiente sobre la vegetación	17
VII. MARCO CONCEPTUAL	18
VIII. MATERIALES Y MÉTODO	21
8.1. Área de estudio	21
8.1.1. Accesibilidad	21
8.1.2. Clima y precipitación	22
8.1.3. Zonas de vida	22
8.1.4. Vegetación	22
8.1.5. Suelo	23
8.1.6. Fisiografía	23
8.2. Materiales y equipos	24
8.3. Método	24
8.3.1. Tipo y nivel de investigación	24
8.3.2. Población y muestra	25
8.3.3. Análisis estadístico	25

8.3.4. Procedimiento	25
8.3.5. Herborización de muestras botánicas	27
8.3.6. Identificación taxonómica	28
8.3.7. Análisis de datos	28
8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
8.5. Técnicas de presentación de resultados	32
IX. RESULTADOS	33
9.1. Estructura	33
9.1.1. Número de individuos por subparcela de 0,1 ha en el bosque de arena blanca	33
9.1.2. Cantidad de individuos por clase diamétrica	33
9.2. Composición	34
9.2.1. Número de especies de Calophyllaceae y Fabaceae sobre bosques de arena blanca	34
9.2.2. Cantidad de individuos por especie y por subparcela de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques de arena blanca	38
9.3. Diversidad alfa	38
9.3.1. Cantidad de especies por familia y por subparcela de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques de arena blanca	38
9.3.2. Índices de diversidad alfa	41
9.3.3. Pendiente del bosque sobre arena blanca “varillal”	41

9.4. Correlación de la estructura y diversidad de Calophyllaceae y Fabaceae con la pendiente en bosques sobre arena blanca	46
X. DISCUSIÓN	48
10.1. Estructura	48
10.2. Composición o número de especies	49
10.3. Diversidad alfa	49
10.4. Influencia de la pendiente en la estructura, diversidad de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques sobre arena blanca	50
XI. CONCLUSIONES	54
XII. RECOMENDACIONES	56
XIII. BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXO	66

Lista de Cuadros

N°	Descripción	Pág.
1.	Indicadores e índices de la variable independiente y dependiente	7
2.	Coordenadas UTM de los vértices de las parcelas de estudio	21
3.	Número de individuos por subparcela	35
4.	Cantidad de individuos por especie y por clase diamétrica de Calophyllaceae y Fabaceae	36
5.	Cantidad de individuos por especie de Calophyllaceae y Fabaceae en 30 subparcelas de 50 x 20 m sobre bosques de arena blanca	37
6.	Número de individuos por especie y por subparcela de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques de arena blanca	39
7.	Número de especies por familia y por subparcela de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques de arena blanca	40
8.	Cantidad de individuos, área basal, diversidad alfa y pendiente de 30 subparcelas de 50 x 20 m en los varillales de Allpahuayo Mishana	43
9.	Cantidad de individuos, área basal, diversidad alfa y pendiente de la familia Calophyllaceae en los varillales de Allpahuayo Mishana	44
10.	Cantidad de individuos, área basal, diversidad alfa y pendiente de la familia Fabaceae en los varillales de Allpahuayo Mishana	45
11.	Correlación de la pendiente con la estructura y diversidad de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques sobre arena blanca	46

12. Correlación de la Pendiente con la estructura y diversidad de Calophyllaceae en bosques sobre arena blanca	47
13. Correlación de la Pendiente con la estructura y diversidad de Fabaceae en bosques sobre arena blanca	47
14. Formato de hoja de campo para el inventario florístico	69
15. Formato para el levantamiento de datos de la pendiente	70

Lista de Figuras

N°	Descripción	Pág.
1.	Cantidad de individuos por clase diamétrica de Calophyllaceae y Fabaceae	36
2.	Porcentaje de la cantidad de individuos por especie de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques de arena blanca	37
3.	Pendiente en grados en 30 subparcelas de 50 x 20 m de Calophyllaceae y Fabaceae sobre bosques de arena blanca	42
4.	Mapa de ubicación del área de estudio	67
5.	Diseño de la parcela	68
6.	Herborización de muestras botánicas	71

RESUMEN

El estudio evalúa la influencia de la pendiente en la estructura (cantidad de individuos y área basal) y diversidad (cantidad de especies, índice alfa de Fisher, índice de Simpson e índice de Shannon-Weaver) de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques sobre arena blanca (varillales) de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (RNAM), Loreto. Se establecieron 30 subparcelas de 50 m x 20 m., se evaluaron todos los individuos con DAP ≥ 10 cm y se correlacionó con la pendiente del suelo, utilizando el índice de correlación de Pearson. Se registraron un total de 1486 individuos (553 individuos y 10 especies de Fabaceae y 933 individuos y 3 especies de Calophyllaceae). Las especies más abundantes fueron *Caraipa utilis* (980 ind., 61,10%) y *Dicymbe uaiparuensis* (480 ind., 32,30%). La relación entre la estructura y la pendiente en Calophyllaceae es muy baja (cantidad de individuos = 4,21% y área basal = 0,12%), la relación de la diversidad con la pendiente (riqueza = 3,99%, Shannon-Weaver = 12,42%, Simpson = 15,13% y alfa de Fisher = 6,15%), muestra una muy baja correlación positiva. La relación entre la estructura y la pendiente en Fabaceae también es baja (cantidad de individuos = 3,52% y área basal = 0,12%) y la relación de la diversidad con la pendiente (riqueza = 20,45%, Shannon-Weaver = 6,01%, Simpson = 2,73% y alfa de Fisher = 12,25%), indicando una baja correlación positiva.

Palabras clave: Diversidad, Varillales, Bosques sobre arena blanca, Pendiente.

I. INTRODUCCIÓN

En la Amazonía peruana, los bosques de varillales aún no han sido estudiados en su totalidad, ya que éstos tienen gran particularidad y características únicas específicas. Aunque con la intención de proteger los varillales cercanos a la ciudad de Iquitos, se realizaron algunos estudios que presentaron una clasificación preliminar de éstos bosques (Revilla, 1974; Encarnación, 1985; IIAP, 2000), éstos se basaron principalmente en la impresión personal con respecto a su altura, condiciones de drenaje y en el conocimiento de algunas especies indicadoras. De acuerdo a los conocimientos no se ha documentado cuantitativamente cómo estas características pueden variar dentro de los varillales de uno o más tipos de bosques sobre arena blanca (García *et al.*, 2003).

Es importante estudiar de qué manera está influenciando la pendiente en la vegetación de los varillales, y con mayor profundidad en las familias más abundantes, ya que los niveles de inclinación de la superficie o pendiente, están ejerciendo influencia sobre ciertas especies que se ven favorecidos al encontrarse en lugares donde la sombra orográfica o la profundidad del suelo le ayudan a desarrollarse más fácilmente (Paudel y Vetaas, 2014).

La importancia de los recursos naturales de los varillales consiste en que un ecosistema que funciona, produce importantes servicios a la humanidad. Para mantener las actividades humanas con un bajo impacto hay que entender los ecosistemas para saber qué actividades son sostenibles y cómo mantener el valor de éstos para la humanidad.

Es importante realizar estudios e investigaciones para determinar y conocer la

relación de las plantas con la pendiente, estructura y diversidad alfa, porque ayudaría a contrarrestar la deforestación, planteando formas de reforestación de los bosques de varillales. Concluyendo así que esta información servirá como gran aporte para futuras investigaciones en éstos bosques, cómo manejarlos y tomar decisiones dándole un buen uso de manera sostenible.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

Nuestra Amazonía alberga distintos bosques complejos, en el cual se encuentran los bosques de arena blanca comúnmente conocidos como varillales y cuyos integrantes bióticos y abióticos funcionan en armonía. Estos bosques de varillales en la Amazonía peruana están distribuidos de forma fragmentada en algunas áreas del noreste (IIAP-BIODAMAZ, 2007).

Por otro lado, la población influye en gran manera sobre los varillales causando una fuerte presión demográfica, expuestos de tal forma a la continua extracción de maderas en trozas, cortezas, semillas, frutos y hojas que los pobladores obtienen para la construcción de sus viviendas y otros productos. Es importante conservar nuestros varillales para asegurar que en un futuro podamos seguir haciendo uso de ellos, manteniendo así el desarrollo sostenible por los bienes y servicios que brinda a la sociedad, ya que tienen una gran diversidad específica y numerosas especies únicas y endémicas.

Estudios recientes realizados por el alto Nanay demuestran que los parches de varillal cambian de composición a medida que se aleja de la ciudad de Iquitos, lo que hace mucho más complicado el manejo de estos bosques.

Las plantas que crecen en los varillales carecen de pocos nutrientes, de modo que han ido adaptándose a las condiciones difíciles del lugar y que al realizar una investigación sobre la relación que tiene la pendiente con las plantas, nos ayudará a contribuir con la reforestación de la zona. (IIAP-BIODAMAZ, 2007). No existe

suficiente información sobre la relación de la pendiente con la vegetación, es por eso que el desarrollo de esta investigación ayudará a conocer y entender las interrogantes acerca de lo que sucede en los varillales, como también conocer que especies se adecúan a cada tipo de pendiente que se obtendrá como resultado en esta investigación.

2.2. Definición del problema

¿Cuál es la relación de la pendiente en la estructura y diversidad de Calophyllaceae y Fabaceae en 3 ha de bosques de arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana?

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis de la investigación

Existe relación en la influencia de la pendiente en la estructura y diversidad de Calophyllaceae y Fabaceae en 30 subparcelas de 50 x 20 m en bosques de arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la pendiente con la estructura y diversidad alfa de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques de arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto, Perú.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar el número de individuos mayores o iguales a 10 cm de DAP de las familias Fabaceae y Calophyllaceae por parcela de 0,1 ha en el bosque sobre arena blanca.
- Cuantificar el número de especies mayores o iguales a 10 cm de DAP de las familias Fabaceae y Calophyllaceae en 0,1 ha del bosque sobre arena blanca.
- Estimar la diversidad alfa de las especies mayores o iguales a 10 cm de DAP de las familias Fabaceae y Calophyllaceae por 0,1 ha del bosque sobre arena blanca.
- Estimar la pendiente de 30 subparcelas de 0,1 ha de un bosque sobre arena blanca.
- Correlacionar la estructura y diversidad de Calophyllaceae y Fabaceae con la pendiente en bosques de arena blanca.

V. VARIABLES

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices

Cuadro 1. Indicadores e índices de la variable independiente y dependiente

Variables		Indicadores	Índice																																	
Independiente	Pendiente	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Descripción</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>Plano</td> <td>0 – 0,2</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>Nivel</td> <td>0,2 – 0,5</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>Cercano al nivel</td> <td>0,5 – 1,0</td> </tr> <tr> <td>04</td> <td>Muy ligeramente inclinado</td> <td>1,0 – 2,0</td> </tr> <tr> <td>05</td> <td>Ligeramente inclinado</td> <td>2 – 5</td> </tr> <tr> <td>06</td> <td>Inclinado</td> <td>5 – 10</td> </tr> <tr> <td>07</td> <td>Fuertemente inclinado</td> <td>10 – 15</td> </tr> <tr> <td>08</td> <td>Moderadamente escarpado</td> <td>15 – 30</td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>Escarpado</td> <td>30 – 60</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Muy escarpado</td> <td>> 60</td> </tr> </tbody> </table>	Clase	Descripción	%	01	Plano	0 – 0,2	02	Nivel	0,2 – 0,5	03	Cercano al nivel	0,5 – 1,0	04	Muy ligeramente inclinado	1,0 – 2,0	05	Ligeramente inclinado	2 – 5	06	Inclinado	5 – 10	07	Fuertemente inclinado	10 – 15	08	Moderadamente escarpado	15 – 30	09	Escarpado	30 – 60	10	Muy escarpado	> 60	
		Clase	Descripción	%																																
01	Plano	0 – 0,2																																		
02	Nivel	0,2 – 0,5																																		
03	Cercano al nivel	0,5 – 1,0																																		
04	Muy ligeramente inclinado	1,0 – 2,0																																		
05	Ligeramente inclinado	2 – 5																																		
06	Inclinado	5 – 10																																		
07	Fuertemente inclinado	10 – 15																																		
08	Moderadamente escarpado	15 – 30																																		
09	Escarpado	30 – 60																																		
10	Muy escarpado	> 60																																		
Dependientes	Estructura	<p>Número de árboles</p> <p>Área basal</p>	<p>Individuos \geq 10 cm DAP/0,1 ha</p> <p>m²/0,1 ha</p>																																	
	Diversidad alfa	Número de especies	Especies																																	
		Shannon-Weaver	adimensional																																	
Simpson		adimensional																																		
Fisher	adimensional																																			

5.2. Operacionalización de variables

Las variables dependientes de estructura y diversidad de las familias Calophyllaceae y Fabaceae se relacionaron con la variable física de pendiente. A continuación, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson de la estructura de la familia Calophyllaceae y Fabaceae, mediante el número de individuos relacionados con la pendiente, el área basal relacionada con la pendiente. Luego se realizó la correlación de la diversidad alfa mediante el número de especies relacionado con la pendiente, el índice de Shannon en relación con la pendiente, el índice de Simpson en relación con la pendiente y el índice alfa de Fisher en relación con la pendiente. Por último, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson de ambas familias con la pendiente.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. Bosques de arena blanca

Conocido como “varillales”, se caracterizan por presentar abundantes individuos y pocas especies. Las especies más representativas en este tipo de bosque son: *Caraipa utilis* (Calophyllaceae), *Dicymbe uaiparuensis* (Fabaceae). Estos bosques presentan diámetro reducido y el estrato herbáceo suele presentar abundantes helechos. (Encarnación, 1985 y 1993; Vásquez, 1997; IIAP-BIODAMAZ, 2004; Amasifuen y Zárate, 2005).

Los bosques de arena blanca suelen aparecer en pequeñas islas, no muy extensas, a diferencia en la cuenca del río negro, donde se reportan extensas áreas (10-100 km²) (Huber, 1995), haciendo un conjunto de aproximadamente el 3% del área total de la cuenca Amazónica (Ter Steege *et al.* 2000). El bosque de arena blanca, también es conocido como “caatinga amazónica”, tiene un hábitat edáfico más distintivo florísticamente de la Amazonía, con muchas especies endémicas (Anderson, 1981). La extrema pobreza de nutrientes Medina y Cuevas (1989); Coomes (1997); Coomes y Grubb (1998), incide en que los árboles tengan un dosel reducido en relación con otros tipos de suelos, contribuyendo a la apariencia física única de estos bosques. Las formaciones de arena blanca se diferencian fácilmente de las formaciones de terrazas gracias a su color blanco o blanco grisáceo, y al contenido casi puro de arena cuarcítica.

Los bosques sobre suelo de arena blanca son clasificados generalmente como bosques de varillales; el área más grande de varillales conocida en el Perú se encuentra en la región Loreto, al suroeste de la ciudad de Iquitos, a lo largo de la margen derecha del río Nanay conformando un complejo mosaico de suelo

arenoso y arcilloso también se encuentran en el río Pintuyacu afluente izquierdo del río Nanay; existen otros varillales en la margen derecha del río Ucayali, cerca de villa Jenaro Herrera y en la quebrada Blanco afluente del río Tahuayo; también existen en amplios parches de las terrazas laterales al río Saramiriza cuenca del río Marañón y del río Mayuriaga cuenca del río Morona (García *et al.* 2003; Ruokolainen y Tuomisto, 1998; IIAP-BIODAMAZ, 2004; IIAP, 2000).

García *et al.* (2003), mencionan que en la Amazonía Peruana este tipo de bosque recibe el nombre de varillal, porque varía desde bosques enanos con alta cobertura arbórea y elevada densidad de tallos verticales, hasta bosques altos con dosel cerrado y reducida cobertura arbórea. También Encarnación (1985), describe al bosque de tipo varillal como vegetación conformada por árboles rectos y delgados en relación a la altura, con copas relativamente pequeñas y con un estrato relativamente bajo, esporádicamente emergente.

Los suelos de arena blanca se encuentran distribuidos en forma dispersa en varios lugares de la cuenca amazónica, asociada con estos suelos, extremadamente pobres en nutrientes, y restringida a ellos Vitousek y Sanford (1986); Coomes (1997); Kauffman *et al.* (1998), crece una vegetación muy particular, caracterizada por tener especies monodominantes, baja diversidad y elevado endemismo. La fisonomía de estos bosques puede variar desde bosques enanos con alta cobertura herbácea y elevada densidad de tallos, hasta bosques altos con dosel cerrado y reducida cobertura herbácea. Se ha sugerido que las condiciones del drenaje, controlado por la presencia superficial o profunda de una capa impermeable debajo del sustrato de arena (Ruokolainen y Tuomisto, 1998), las condiciones de elevada acidez para la germinación de las semillas Proctor

(1998), o ambos factores Duivenvoorden (1996), serían responsables de esta variación en su estructura.

6.2. Diversidad de los bosques

Krebs (1985), consiste en el contar el número de especies que ocurre en una unidad de área (muestra); sin embargo, existen dos inconvenientes principales en el uso y conteo de especies como medida no ponderada, primero que falla con respecto a tomar en cuenta la abundancia relativa de las especies presentes. Segundo, el conteo de las especies depende mucho del tamaño de la muestra.

Moreno (2001), la diversidad biológica de los bosques se refiere a todas las formas de vida que se encuentran en los bosques, incluyendo árboles, plantas, animales, hongos y microorganismos, y sus papeles en la naturaleza. La complejidad y la rica diversidad de vida que se encuentra en los bosques proporcionan muchos servicios vitales a los seres humanos.

FAO (1989), se entiende por diversidad biológica las diversas formas de vida existentes, las funciones ecológicas que estas realizan y la diversidad genética que contienen. En los bosques, la diversidad biológica permite que las especies evolucionen y se adapten dinámicamente a condiciones ambientales cambiantes (incluyendo el clima), que mantengan su potencial de crecimiento y mejora de los árboles (para satisfacer las necesidades humanas de bienes y servicios y los requisitos cambiantes respecto a uso final) y que cumplan sus funciones en el ecosistema. También hace mención que, para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, es recomendable cuantificar el número de especies y su representatividad. Sin embargo, ¿es necesario que ambos aspectos

sean descritos por un solo índice? La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un solo valor y nos permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo.

Bunce *et al.* (1979), la diversidad regional de especies en plantas surge en parte, porque una determinada especie está restringida a un subconjunto de condiciones ambientales. Esto ocurre porque están adaptados fisiológicamente a crecer en su particular ambiente abiótico y compiten con otras plantas que no están tan estrechamente adaptadas a las condiciones locales.

6.3. Diversidad de varillales

Zárate *et al.* (2012), indica que la diversidad beta de Simpson de 0,64 indica una buena similaridad en cuanto a presencia de especies; mientras que la similaridad cuantitativa de Jaccard y Bray-Curtis de 0,21 a 0,27 indican valores bajos de similaridad entre cantidades de individuos por especie.

Panduro (1992), afirma que en estudios realizados en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, existe una baja diversidad debido a una limitante abiótica (suelo) cuya resultante es una estabilidad dinámica, sin embargo existen especies potenciales indicadoras de algún tipo de varillal como son: *Rhodognaphalopsis brevipes* (Bombacaceae), *Caraipa utilis* (Calophyllaceae), *Euterpe* sp. (Arecaceae), *Eperua* sp. (Leguminosae), *Sloanea* sp. (Elaeocarpaceae), *Dendropanax umbellatus* (Araliaceae), (García *et al.* 2003).

Zárate *et al.* (2012), los bosques de varillales expresan una diversidad baja, sin embargo la riqueza se mantiene y se expresa mejor en la composición florística,

teniendo alto nivel de dominancia de fustes delgados que se desarrollan más en suelos arenosos (Encarnación ,1993; Vásquez, 1997; Ruokolainen y Tuomisto, 1998).

6.4. Estructura del bosque

Lamprecht (1964), valoriza la estructura vertical del bosque por que informa sobre la composición florística de los diferentes estratos del bosque en sentido vertical y del papel que juega las diferentes especies en cada una de ellos lo que permite establecer ciertas conjeturas acerca del dinamismo evolutivo inherente al bosque.

Hidalgo (1982), manifiesta que la estructura debe entenderse como agregado cuantitativo de actividades funcionales; es decir, la ocupación espacial de los componentes de una masa vegetal. La caracterización de la estructura se resume al análisis de elementos como; la estratificación (determinación de la porción de masa vegetal contenida dentro de un límite de altura determinada); cobertura (porcentaje de suelo recubierto por la proyección perpendicular de cada estrato o del total de la masa vegetal); y consistencia o textura (presencia de ciertas características vegetativas).

Lamprecht (1964), indica que la estructura diamétrica ofrece una idea de cómo están representados en el bosque las diferentes especies por clase diamétrica. Una distribución diamétrica regular, es decir, mayor número de individuos en las clases diamétricas inferiores es la mayor garantía para la existencia y sobrevivencia de las especies.

Lamprecht (1964), menciona que la distribución de los tamaños de diámetros es un aspecto igualmente importante en las comunidades boscosas, representando un indicador de la estructura de la masa arbórea en crecimiento.

Louman *et al.* (2001), dice que la estructura horizontal de una población o de un bosque se puede describir mediante la distribución del número de árboles, área basal y volumen de madera por clase diamétrica. No obstante que desde un punto de vista silvicultural la medida más importante de la organización horizontal es el área basal, que puede usarse como índice del grado de desarrollo o como indicador de competencia de un bosque, pero también pueden reflejar el grado de intervención que ha ocurrido.

Louman *et al.* (2001), define dos tipos de estructuras diamétrica: Las coetáneas o regulares y las discetáneas o irregulares.

Una *estructura regular* corresponde a un bosque donde la mayor parte de los individuos de una o varias especies tienen una misma edad o tamaño, esta estructura se expresa gráficamente con una curva en forma de campana.

En una *estructura irregular*, los individuos del bosque se encuentran distribuidos en varias clases de tamaño representado mediante una distribución del tipo "J" invertida. También es común encontrar bosques con distribución de curvas en forma de una "J" invertida incompleta; esto significa que algunas clases diamétrica se encuentran sobre representadas (tienen pocos individuos) o sobre representadas.

Louman *et al.* (2001), dice que las características del bosque como el suelo, clima, especies y dinámica, determinan la estructura horizontal, esto se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica.

Braun-Blanquet (1979), manifiesta 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. Este trabajo supone ciertas dificultades porque la comunidad vegetal no es ninguna unidad orgánica fija y no aparece a primera vista, y además porque sus límites se presentan frecuentemente difuminados.

6.5. Inventario florístico de las comunidades vegetales

Braun-Blanquet (1979), menciona que el análisis de la vegetación puede parecer muy sencillo a primera vista, sin embargo, es muy difícil dar normas generales válidas. Las distintas formas que presenta la vegetación hacen imposible desde un principio tratarlas todas del mismo modo; además, las medidas o recuentos hechos sobre las poblaciones aisladas, aunque tengan la mayor exactitud, se difuminan al realizarse la reunión de datos para alcanzar una unidad abstracta de asociación. El análisis de una colonia vegetal puede constituir un fin por sí mismo. Si se realiza con la intención de valorar sociológicamente el inventario y de determinar la pertenencia a una asociación, será muy importante la elección de la superficie a investigar.

6.6. Familia Fabaceae

Vásquez (1997), define que son hierbas, enredaderas, lianas, arbustos o árboles, a veces con espinas, a veces con savia roja, a veces con mirmecodomacios. Hojas alternas (opuestas), pinnati- o 2-pinnaticompuestas, 3-folioladas

(palmaticompuestas, 1-folioladas o simples), con (sin) estípulas, a veces con nectarios glandulares, pecíolos a menudo con pulvínulo, folíolos enteros, alternos u opuestos, a veces con puntos o líneas translúcidos o glandulares, a menudo con pulvínulos, a veces con estipelas. Flores en racimos, espigas, cimas o capitulas, terminales o axilares, usualmente bracteadas, actinomorfas a marcadamente zigomorfas –*papilionáceas* o *amariposadas*–, hipóginas o períginas, hermafroditas (unisexuales en plantas polígamas o dioicas, o neutrales); sépalos (3)5(6), libres o unidos, valvares o imbricados; pétalos (0 ó 1)4–5(6), libres o unidos, valvares o imbricados; estambres (1)10-numerosos, filamentos libres, unidos entre todos o diadelfos, anteras 2- tecadas, isomorfas o dimorfas, dehiscencia longitudinal o poricida; disco frecuentemente presentes; pistilo 1, súpero, 1- locular, óvulos 1-numerosos, laterales, estilo 1, terminal (excéntrico), estigma 1. Fruto cápsula seca y 1-locular, dehiscente por 2 suturas –*legumbre*– o transversalmente en segmentos –*lomento*–, a veces folículo indehiscente en sámara, baya o drupa; semillas usualmente aplanadas, a veces ariladas. Las Fabaceae incluyen aquí las subfamilias Caesalpinioideae, Mimosoideae y Faboideae (Papilionoideae); a veces se las tratan como tres familias, correspondientes a Caesalpinaceae, Mimosaceae y Fabaceae. Los tres grupos comparten características distintivas vegetativas y del fruto.

6.7. Familia Calophyllaceae

Vásquez (1997), indica que son árboles, arbustos o hierbas con látex, a veces con tricomas estrellados. Hojas opuestas o alternas (verticiladas), enteras, a veces pelúcido-punteadas; pecíolos a veces con una cavidad intrapeciolar; sin estípulas. Flores en racimos, cimas o panículas o a veces solitarias, terminales o axilares,

bracteadas, bisexuales o unisexuales y las plantas dioicas o polígamas, hipóginas, actinomorfas; sépalos 2–10, a veces el número indefinido, libres o unidos; pétalos (0)2–6, a veces el número indefinido, imbricados o contortos (valvares); estambres 4–numerosos, libres o unidos en fascículos o entre todos, anteras 1–2-tecadas, dehiscencia longitudinal o poricida; pistilo súpero, lóculos 1–numerosos, óvulos 1–numerosos por lóculo, estilos ausentes o 1–numerosos, libres o unidos, estigmas 1 por lóculo, simples. Fruto baya, drupa o cápsula, semillas a veces con arilo.

6.8. Influencia de la pendiente sobre la vegetación

La influencia de la pendiente sobre la vegetación es muy trascendente, esta influencia se manifiesta en diversos factores como la capacidad de retención de agua, la sensibilidad frente a la erosión y también la exposición de radiación recibida. También influye la forma de la pendiente, que podrá ser cóncava, recta o convexa, por lo que se concreta:

En las pendientes cóncavas habrá mayor profundidad de suelo y más humedad.

En las pendientes convexas habrá mayor facilidad de escorrentía, más erosión y menos retención de agua (Serrada, 2008).

Serrada (2008), la influencia de la pendiente sobre la vegetación se concreta en que con pendientes fuertes se produce una situación con menor disponibilidad hídrica, más riesgo de escorrentía y por tanto de erosión, por lo que la vegetación tenderá a ser más xerófila y más frugal.

Esta influencia se manifiesta en los factores edáficos a través de la posibilidad de evolución, de la capacidad de retención de agua y de la sensibilidad frente a la erosión.

VII. MARCO CONCEPTUAL

Bosque de arena blanca: Formaciones vegetales fisionómicamente distintos en los trópicos húmedos (Anderson 1981, Whitmore 1989) que se clasifican como bosques de varillales, caracterizados por tener abundantes individuos por especie, pocos nutrientes del suelo, baja diversidad y elevado endemismo, (Ruokolainen y Tuomisto, 1998).

Correlación: Es el grado de variación existente entre dos o más variables cuantitativas y en qué medida se relacionan (Lahura, 2003).

Diversidad alfa: Es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea (Whittaker, 1972).

Diversidad beta: Es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Whittaker, 1972).

Diversidad biológica: Se entiende por diversidad biológica las diversas formas de vida existentes, las funciones ecológicas que estas realizan y la diversidad genética que contienen (FAO, 1989).

Diversidad gamma: Es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972).

Diversidad genética: Proporciona la base fundamental para la evolución de las especies arbóreas forestales y para su adaptación al cambio. Tiene, pues, importancia vital conservar los recursos genéticos de los bosques, puesto que son un recurso único e irremplazable para el futuro (FAO, 1989).

Especie: Unidad básica de medida de la biodiversidad (Moreno, 2001).

Estructura: La estructura de un bosque hace referencia a la distribución de las principales características arbóreas en el espacio, teniendo especial importancia la distribución de las diferentes especies y la distribución de las mismas por clases de dimensión (Hubbell y Foster, 2001).

Índice de Diversidad: Es un término utilizado para expresar el grado en el cual el número total de organismos individuales en un ecosistema (o área, comunidad o nivel trófico), donde el número de especies es la medida más frecuentemente utilizada, por varias razones (Moreno, 2001).

Índice de Shannon-Weaver: Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

Índice de Simpson: Es de uso común para medir el grado de dominancia de unas cuantas especies en la comunidad, y su inverso representa por lo tanto la equidad (Magurran, 1988).

Inventario: Consiste en la anotación de la composición florística y de los demás caracteres geobotánicos que presenta una población vegetal homogénea concreta (Font Quer, 2000).

Pendiente: Es la inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base (Zúñiga, 2010).

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).

Varillal: Son bosques que crecen sobre suelos arenosos, también se les conoce como *bosques de arena blanca*. Son bosques de altura (no se inundan por los ríos) muy especiales pues no se encuentran en otros lugares de la Amazonia Peruana. En nuestra región se les llama *varillales* por el gran número de tallos verticales semejantes a varillas (García *et al.* 2003).

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 Quer, 2000).

VIII. MATERIALES Y MÉTODO

8.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el bosque sobre arena blanca de la RNAM, cercano al km 31,5 de la carretera Iquitos-Nauta, ex fundo UNAP, Órgano técnico de administración especial (OTAE), ubicado en el Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Región Loreto, Perú; dentro de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (figura 4).

Cuadro 2. Coordenadas UTM de los vértices de las parcelas de estudio

Coordenadas UTM de las parcelas		
Parcela Tony	Parcela Pibe	Parcela Tetitas
X: 672799, Y: 9558942	X: 672799, Y: 9558942	X: 672769, Y: 9558982
X: 672718, Y: 9558883	X: 672863, Y: 9558989	X: 672833, Y: 9559030
X: 672689, Y: 9558923	X: 672833, Y: 9559030	X: 672710, Y: 9559063
X: 672769, Y: 9558982	X: 672769, Y: 9558982	X: 672774, Y: 9559110

Estas tres parcelas fueron divididas en 30 subparcelas para el análisis de la diversidad alfa y estructura con la pendiente.

8.1.1. Accesibilidad

La vía de acceso a la zona de estudio es por la carretera Iquitos-Nauta, desde la ciudad de Iquitos en autobús aproximadamente 1 hora hasta el Órgano técnico de administración especial (OTAE), que se encuentra en el km 31,5. Desde el ex fundo OTAE se recorre aproximadamente 3 km por una mediana trocha durante 45 minutos hasta llegar a la zona de estudio.

8.1.2. Clima y precipitación

Presenta un clima tropical con una temperatura media anual de 26,96° oscilando entre 25,6°. No existen estaciones marcadas y son muy variadas con abundantes lluvias. La humedad atmosférica varía de 80% hasta 100%; las estaciones más secas suelen ser en junio y julio con temperaturas de 10 a 15°C (Marengo, 1998).

La precipitación varía a lo largo del año entre 103,2 mm (en enero) y 355,7 mm (en mayo). El ritmo anual no es muy marcado, los períodos de menor precipitación son en los meses de agosto, setiembre y octubre con 366,6 mm, siendo el mes menos lluvioso setiembre (104,4 mm); y otro en enero (103,2 mm). Así mismo, hay dos períodos de mayor precipitación, en los meses de febrero a julio (1485,2 mm) y noviembre a diciembre (483,3 mm), siendo el mes más lluvioso donde la temperatura media llega a 355,7 mm (Marengo, 1998).

8.1.3. Zonas de vida

La zona está clasificada ecológicamente, según Tosi (1960), como un bosque húmedo Tropical (bh-T). De acuerdo al sistema propuesto por Holdridge (1978), sus características fisionómicas, estructurales y de composición florística corresponden precipitaciones totales por año entre 2 000 y menores de 4 000 mm.

8.1.4. Vegetación

Presenta una vegetación propia de bosques de arena blanca, conocidas como “varillales”, con pocas especies y abundantes individuos por especies. Entre las especies representativas se encuentran *Pachira brevipes* (Malvaceae), *Caraipa*

utilis (Calophyllaceae), *Dicymbe uaiparuensis* (Fabaceae), *Dendropanax umbellatus* (Araliaceae), *Ternstroemia klugiana* (Ternstroemiaceae), *Sloanea spathulata* (Elaeocarpaceae), *Tovomita calophyllophylla* (Clusiaceae), *Anaxagorea brachycarpa* (Annonaceae), *Neea macrophylla* (Nyctaginaceae), *Oxandra euneura* (Annonaceae) y *Euterpe catinga* (Arecaceae). En este tipo de bosque los árboles presentan diámetro reducido, el sotobosque es bajo e irregularmente abierto, los bejucos tienen una cantidad muy reducida de especies e individuos, y el estrato herbáceo está compuesto predominantemente de helechos (Encarnación, 1985 y 1993; Vásquez, 1997; IIAP-BIODAMAZ, 2004; Amasifuen y Zárate, 2005).

8.1.5. Suelo

Presenta características franco-arcillosas y arenosas con o sin buen drenaje presentando una topografía con colinas pequeñas de arena blanca (Vásquez, 1997). En el área contigua a la carretera se pudo observar cierto grado de deforestación; sin embargo, en terrenos interiores se encontraron bosques en recuperación y primarios, los cuales permiten el estudio de la flora y otros recursos.

8.1.6. Fisiografía

Según IIAP (2001) mencionado por Mori y Reátegui (2012), el área de estudio pertenece a las terrazas medias, planas a ligeramente onduladas que están localizados adyacentes a la carretera y entre los interfluvios de las quebradas del río Nanay.

8.2. Materiales y equipos

Materiales de campo

Machete, botas, papel periódico, plumón indeleble, lápiz, cuaderno de apuntes, cinta métrica, cinta diamétrica, cintas de color rojo, cartones, láminas corrugadas, cuerdas, cartulina dúplex, lupa, tijeras podadoras de mano, tijeras telescópicas, binoculares, hondas, proyectiles, bolsas de polietileno, alcohol, subidores de árboles, cintas plásticas, rafia, pilas AA y AAA, linternas, imagen de satélite Landsat 5TM.

Equipos de campo

Brújula, clinómetro, GPS (Sistema de posicionamiento global), cámara digital.

Materiales de gabinete

Imagen de satélite Landsat, útiles de escritorio.

Equipos de gabinete y software

Estufa, prensa, laptop, programa de procesador de texto (Word), hoja de cálculo (Excel), Arc Gis 10.1.

8.3. Método

8.3.1. Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación fue de tipo descriptivo y correlacional, porque describiremos y estudiaremos las relaciones entre las variables dependientes e independientes existentes en el bosque sobre arena blanca, dando a conocer las características y rasgos importantes en este bosque.

8.3.2. Población y muestra

Población

Estuvo conformado por todos los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, y las características sobresalientes de la pendiente del bosque sobre arena blanca en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

Muestra

Estuvo compuesto por todos los individuos a partir de 10 cm de DAP de las familias Calophyllaceae y Fabaceae en 30 subparcelas de 50 x 20 m distribuidas en 3 ha de bosque sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

8.3.3. Análisis estadístico

Las características de la vegetación se relacionó con las características físicas de la pendiente de la siguiente manera:

La estructura de la vegetación se correlacionó con las características físicas de la pendiente.

Diversidad alfa de la vegetación se correlacionó con las características físicas de la pendiente.

8.3.4. Procedimiento

8.3.4.1. Delimitación de la parcela

Se establecieron 30 unidades de muestreo de 50 x 20 m (0,1 ha) cada una. Éstas se delimitaron con ayuda de una brújula, GPS, cinta métrica, jalones de madera

de 1,60 m de longitud amarradas con cintas de color rojo para mejor visibilidad (figura 5).

8.3.4.2. Levantamiento de información

Se realizó un inventario de todos los individuos de las especies arbóreas con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm, que se encontraron dentro de las subparcelas. Con ayuda de una cinta métrica se tomó las mediciones del DAP. Se apuntó los datos respectivamente en una libreta de campo, a continuación, se registró los siguientes datos: pendiente (medido con clinómetro), número de árbol, diámetro a la altura del pecho (DAP) medida con una cinta métrica, altura del árbol o arbusto (medido con un clinómetro), nombre común y científico de cada individuo, recolectando muestras no identificadas de la familia, género y especie. Se tomó también las coordenadas x y para elaborar el mapa de distribución de especies. Para finalizar se anotó algunas observaciones como características sobresalientes del individuo, flor, fruto o fuste (cuadro 14).

8.3.4.3. Pendiente del suelo

La pendiente se midió con un clinómetro, teniendo en cuenta las diferencias en altura del terreno y gráficamente se obtuvo un perfil, el levantamiento se inició desde el extremo de uno de los vértices de las subparcelas, trazando el eje del camino cada 20 m verticalmente y horizontalmente bordeando todas las unidades de muestreo con la ayuda de un jalón de color rojo para poder visualizarlo, utilizando así procedimientos topográficos.

8.3.5. Herborización de muestras botánicas

8.3.5.1. Colecta

Se recolectó muestras botánicas por cada especie dentro de la zona de muestreo, esto se realizó con ayuda de tijeras telescópicas, tijeras podadoras de mano, hondas y subidores de árboles.

8.3.5.2. Codificación

Se colocó códigos correlativos del (01) hasta la última colecta anteponiendo las iniciales del tesista (nombre y apellido) dicho código fue tomado en la parte inferior del periódico y en la libreta de campo.

8.3.5.3. Prensado

Luego de que fueron colectados y codificados, se colocó dentro del papel periódico, para luego amarrarlos con rafia. Posteriormente se utilizó prensas de madera, láminas de aluminio y cartón.

8.3.5.4. Preservado

Las muestras botánicas se colocaron en bolsas plásticas de polietileno, para luego añadirle alcohol de 60-70° con agua, para así evitar ataque de insectos y hongos. Luego se colocaron dentro de un costal.

8.3.5.5. Secado

Todas las muestras prensadas fueron llevadas a un secador, donde permanecieron a 60° aproximadamente por dos o tres días como máximo.

8.3.6. Identificación taxonómica

Una vez terminada el proceso de herborización, se siguió con la identificación de las muestras obtenidas en el campo. La identificación preliminar se hizo en el campo con el apoyo de un botánico. Las especies colectadas en campo fueron identificadas por comparación en el laboratorio separados por familias botánicas, género y especie.

8.3.7. Análisis de datos

8.3.7.1. Análisis de la estructura del bosque

Se determinó mediante la distribución del número de individuos y especies de plantas de las familias Calophyllaceae y Fabaceae que se encontró en las clases diamétricas a partir de 10 cm en 30 subparcelas de 50 x 20 m. Posteriormente se representó mediante gráficos de barras y líneas.

8.3.7.2. Diversidad alfa

Para el cálculo de la diversidad se utilizó el programa PAST

López y Duque (2010), para determinar la diversidad arbórea se empleó el índice alfa de Fisher, definido por la siguiente fórmula:

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

Dónde:

S= Número de especies

n= Número de individuos

α = Alfa Fisher

Índice de Shannon-Weaver

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988). Se calcula a partir de la siguiente fórmula:

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

Dónde:

p_i = Presencia relativa de la especie

Índice de Simpson

El índice de dominancia de Simpson, conocido también como el índice de diversidad de las especies o índice de dominancia, es uno de los parámetros que permite medir la riqueza de organismos.

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Se expresa a partir de la siguiente fórmula:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = Abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

8.3.7.3. Correlación

La correlación indica la fuerza y la dirección lineal y proporcional entre dos variables estadísticas y en qué medida éstas se relacionan (Suárez, 2011). Para la correlación se calculó con la siguiente fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n S_x S_y}$$

Dónde:

X = Variable independiente. (Variable pendiente).

Y = Variable dependiente. (Variables Diversidad alfa, Estructura).

Interpretación

VALOR DEL COEFICIENTE	INTERPRETACIÓN
$0 < r < 1$ y $r \rightarrow 1$	Relación lineal positiva y fuerte
$0 < r < 1$ y $r \rightarrow 0$	Relación lineal positiva y débil
$r = 0$	No existe relación lineal
$-1 < r < 0$ y $r \rightarrow -1$	Relación lineal negativa y fuerte
$-1 < r < 0$ y $r \rightarrow 0$	Relación lineal negativa y débil

El valor del coeficiente 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.

Coefficiente 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, cuya expresión es:

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

Dónde:

Y= Variable dependiente.

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

8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizó a través del inventario en cada unidad de muestreo, mediante el inventario en 3 ha de bosque sobre arena blanca, se tomaron datos biométricos de las variables dependientes e independientes a utilizar.

Se utilizó formatos de campo adaptadas para el estudio, dónde se registraron todos los datos obtenidos. Para la toma de DAP se usaron cintas diamétricas, la recolecta de muestras botánicas se realizó con la ayuda de una tijera telescópica, tijera podadora de mano y para la toma de datos de pendiente se utilizó el clinómetro para posteriormente ser procesados mediante gráficos y tablas.

8.5. Técnicas de presentación de resultados

Los resultados obtenidos fueron presentados en cuadros, figuras, diagramas y mapas, que posteriormente se analizó e interpretó enfatizando lo más relevante acerca del estudio.

IX. RESULTADOS

9.1. Estructura

9.1.1. Número de individuos por subparcela de 0,1 ha en el bosque de arena blanca

En el lugar de estudio se reportaron 1486 individuos a partir de 10 cm de DAP de las familias Calophyllaceae (933 ind.) y Fabaceae (553 ind.); para 30 subparcelas de 50 x 20 m; existe una variación de 29 a 66 individuos por 0,1 ha, con un promedio de 49,53 individuos, una desviación estándar de 8,74 y un coeficiente de variación de 17,64%.

La familia Fabaceae tiene mayor variación, con un rango de 4 a 31 individuos, un promedio de 18,43 individuos por 0,1 ha, una desviación estándar de 7,38 y un coeficiente de variación de 40,01%. La familia Calophyllaceae tiene un rango de 11 a 52 individuos, con un promedio de 31,10 individuos por 0,1 ha, una desviación estándar de 9,77 y un coeficiente de variación de 31,43% (Cuadro 3).

9.1.2. Cantidad de individuos por clase diamétrica

Según la clase diamétrica, se registró la mayor abundancia de individuos en la clase de 10 a 19,9 cm (1009 ind. - 67,9% del total general), en la clase de 20 a 29,9 cm (344 ind. - 23% del total general) y en la clase de 30 a 39,9 cm (104 ind. - 6,9% del total general) y en las clases de 40 a más existen menos individuos, reflejándose que mientras exista mayor clase diamétrica hay menos cantidad de individuos. El diámetro a la altura del pecho (DAP) varía de 10 a 130,16 cm, un promedio de 20,16 cm, tiene una desviación estándar de 9,16 y un coeficiente de

variación de 45,45%; lo que nos indica que los individuos se encuentran próximos al promedio, como se aprecia en la figura 1.

En la clase de 10 a 19,9 cm existe más presencia de individuos como *Caraipa utilis* (505 ind.), *Dicymbe uaiparuensis* (422 ind.), *Jacqueshuberia lorentensis* (19 ind.), *Parkia igneiflora* (15 ind.), *Calophyllum longifolium* (14 ind.); en la clase de 20 a 29,9 cm se puede observar presencia de *Caraipa utilis* (279 ind.), *Dicymbe uaiparuensis* (52 ind.), *Calophyllum longifolium* (3 ind.), *Macrobium bifolium* (2 ind.), *Macrobium microcalyx* (1 ind.) en menor cantidad. Las clases de mayor tamaño como de 40 a 49,9 cm presentan menos individuos como *Caraipa utilis* (24 ind.) y *Taralea oppositifolia* (1 ind.); en la clase de 50 a 59,9 cm presentan 2 individuos de *Caraipa utilis* y en la última clase de 130 a 139,9 cm sólo 1 individuo de *Caraipa utilis*. A medida que los fustes se distribuyen en las clases de menor tamaño (cuadro 4).

9.2. Composición

9.2.1. Número de especies de Calophyllaceae y Fabaceae sobre bosques de arena blanca

Se reportó 13 especies en 30 subparcelas de 50 x 20 m en bosques de arena blanca, correspondientes a 3 especies de Calophyllaceae (62,79%) y 10 especies de Fabaceae (37,21%), las especies con mayor abundancia fueron *Caraipa utilis* (908 ind.) (61,10%) y *Dicymbe uaiparuensis* (480 ind.) (32,30%). Las especies con menor cantidad de individuos fueron *Inga* sp. 1 (1 ind.) (0,07%), *Macrobium multijugum* cf. (2 ind.) (0,13%), *Taralea oppositifolia* (4 ind.) (0,27%), *Calophyllum brasiliense* (6 ind.) (0,40%), *Hymenolobium nitidum* (7 ind.) (0,47%), *Macrobium suaveolens* (9 ind.) (0,61%), como se observa en la figura 2 y cuadro 5.

Cuadro 3. Número de individuos por subparcela

Subparcelas	Familias		Total
	Calophyllaceae	Fabaceae	
PIBEI	31	19	50
PIBEII	28	31	59
PIBEIII	24	19	43
PIBEIV	33	31	64
PIBEV	28	22	50
PIBEVI	33	26	59
PIBEVII	24	27	51
PIBEVIII	14	24	38
PIBEIX	11	18	29
PIBEX	52	14	66
TETAI	31	14	45
TETAI	26	19	45
TETAI	34	16	50
TETAI	21	17	38
TETAV	29	25	54
TETAVI	28	11	39
TETAVII	36	17	53
TETAVIII	18	31	49
TETAIX	18	26	44
TETAX	31	12	43
TONYI	30	8	38
TONYII	35	9	44
TONYIII	36	19	55
TONYIV	32	15	47
TONYV	32	17	49
TONYVI	35	24	59
TONYVII	44	20	64
TONYVIII	52	4	56
TONYIX	40	14	54
TONYX	47	4	51
Total general	933	553	1486
Desviación estándar	9,77	7,38	8,74
Promedio	31,10	18,43	49,53
Coefficiente de variación	31,43	40,01	17,64

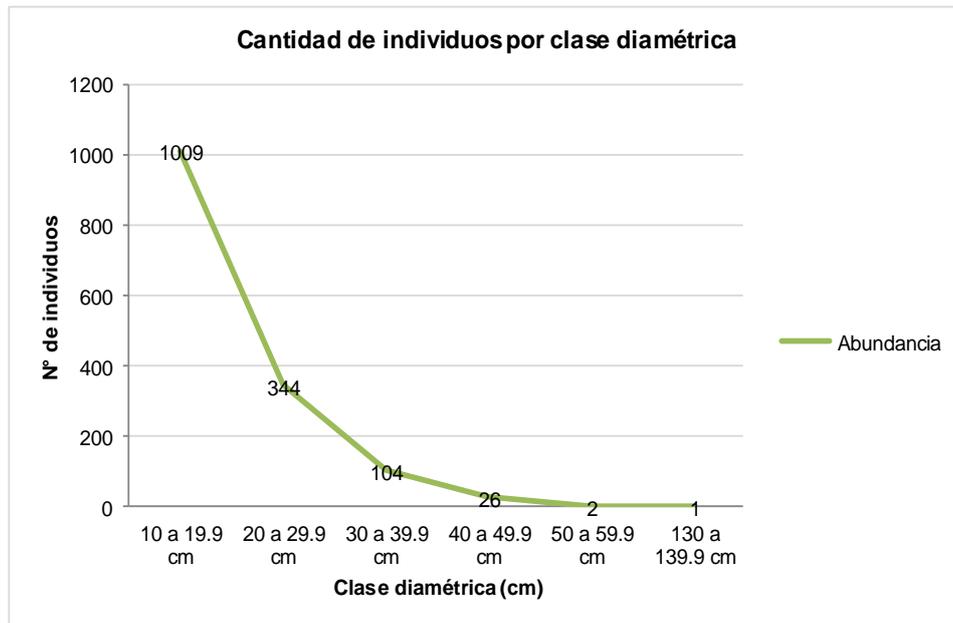


Figura 1. Cantidad de individuos por clase diamétrica de Calophyllaceae y Fabaceae.

Cuadro 4. Cantidad de individuos por especie y por clase diamétrica de Calophyllaceae y Fabaceae.

N°	Especies	Clase diamétrica (cm)						Total
		10a19,9	20a29,9	30a39,9	40a49,9	50a59,9	130a139,9	
1	<i>Calophyllum brasiliense</i> (lagarto caspi)	5	1					6
2	<i>Calophyllum longifolium</i> (lagarto caspi)	14	3	2				19
3	<i>Caraipa utilis</i> (aceite caspi)	505	279	97	24	2	1	908
4	<i>Dicymbe uaiparuensis</i>	422	52	5	1			480
5	<i>Hymenolobium nitidum</i> (mari mari)	4	3					7
6	<i>Inga sp. 1</i>	1						1
7	<i>Jacqueshuberia lorentensis</i> (bandera caspi)	19						19
8	<i>Macrolobium bifolium</i> (azúcar huayo sachá)	6	2					8
9	<i>Macrolobium microcalyx</i> (pashaco del varillal)	5	1					6
10	<i>Macrolobium multijugum</i> cf. (aripay)	2						2
11	<i>Macrolobium suaveolens</i>	9						9
12	<i>Parkia igneiflora</i> (pashaco blanco)	15	2					17
13	<i>Taralea oppositifolia</i> (maría buena del varillal)	2	1		1			4
Total		1009	344	104	26	2	1	1486

Cuadro 5. Cantidad de individuos por especie de Calophyllaceae y Fabaceae en 30 subparcelas de 50 x 20 m sobre bosques de arena blanca

Especie	Cantidad de individuos	Porcentaje
<i>Calophyllum brasiliense</i>	6	0,40
<i>Calophyllum longifolium</i>	19	1,28
<i>Caraipa utilis</i>	908	61,10
<i>Dicymbe uaiparuensis</i>	480	32,30
<i>Hymenolobium nitidum</i>	7	0,47
<i>Inga</i> sp. 1	1	0,07
<i>Jacqueshuberia loretensis</i>	19	1,28
<i>Macrolobium bifolium</i>	8	0,54
<i>Macrolobium microcalyx</i>	6	0,40
<i>Macrolobium multijugum</i> cf.	2	0,13
<i>Macrolobium suaveolens</i>	9	0,61
<i>Parkia igneiflora</i>	17	1,14
<i>Taralea oppositifolia</i>	4	0,27
Total general	1486	100,00

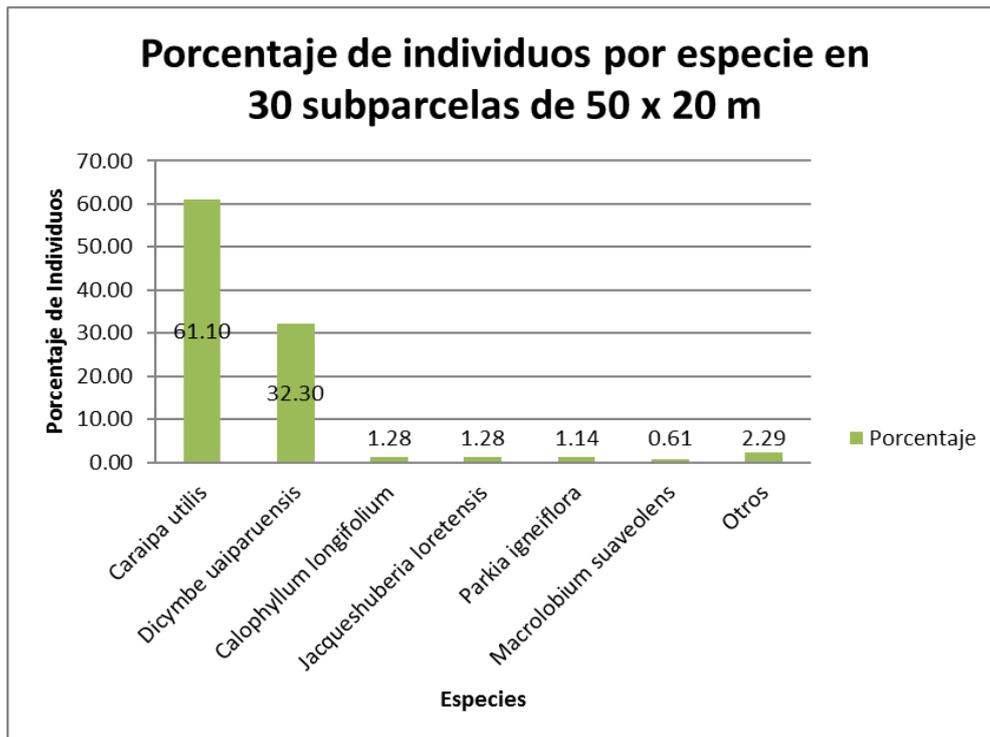


Figura 2. Porcentaje de la cantidad de individuos por especie de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques de arena blanca.

9.2.2. Cantidad de individuos por especie y por subparcela de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques de arena blanca

Las especies con mayor cantidad de individuos por subparcela fueron *Caraipa utilis*, que varía de 11 a 51 individuos, con un promedio de 30,2 individuos por parcela, una desviación estándar de 9,19 y un coeficiente de variación de 30,45%; y *Dicymbe uaiparuensis* que varía de 1 a 31 individuos, con un promedio de 16 individuos por parcela, una desviación estándar de 7,74 y un coeficiente de variación de 48,41%. En cuanto a las otras especies presentan una variación desde 0 a 6 individuos por subparcela (cuadro 6).

9.3. Diversidad alfa

9.3.1. Cantidad de especies por familia y por subparcela de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques de arena blanca

Se registraron 1486 individuos ≥ 10 cm de DAP, 3 especies de Calophyllaceae (933 ind.) y 10 especies de Fabaceae (553 ind.). El número de especies varía de 2 a 8 especies por subparcela, un promedio de 4,20 especies por subparcela, con una desviación estándar de 1,92 y un coeficiente de variación de 45,69%, lo cual nos indica que existe una gran variación de especies en todas las subparcelas.

La familia Fabaceae varía de 1 a 6 especies por subparcela, un promedio de 2,70 especies, tiene una desviación estándar de 1,44 y un coeficiente de variación de 53,41%; la familia Calophyllaceae tiene una variación de 1 a 3 especies por subparcela, un promedio de 1,50 individuos, una desviación estándar de 0,73 y un coeficiente de variación de 48,74% (cuadro 7).

Cuadro 7. Número de especies por familia y por subparcela de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques de arena blanca

Subparcelas	Familias		Total
	Calophyllaceae	Fabaceae	
PIBEI	1	3	4
PIBEII	1	3	4
PIBEIII	2	4	6
PIBEIV	3	3	6
PIBEV	2	6	8
PIBEVI	2	6	8
PIBEVII	1	2	3
PIBEVIII	1	2	3
PIBEIX	1	1	2
PIBEX	2	4	6
TETAI	1	1	2
TETAII	1	2	3
TETAIII	1	2	3
TETAIV	1	1	2
TETA V	1	3	4
TETA VI	1	4	5
TETA VII	1	4	5
TETA VIII	1	1	2
TETA IX	1	1	2
TETA X	1	1	2
TONYI	3	4	7
TONYII	1	1	2
TONYIII	1	3	4
TONYIV	1	1	2
TONYV	2	2	4
TONYVI	1	3	4
TONYVII	3	3	6
TONYVIII	2	2	4
TONYIX	2	4	6
TONYX	3	4	7
Total general	45	81	126
Desviación estándar	0,73	1,44	1,92
Promedio	1,50	2,70	4,20
Mínimo	1,00	1,00	2,00
Máximo	3,00	6,00	8,00
Coeficiente de variación	48,74	53,41	45,69

9.3.2. Índices de diversidad alfa

La diversidad alfa de Fisher que presentaron las subparcelas varió de 0,42 a 2,69, con un promedio de 1,15, además muestran una desviación estándar de 0,69 y un coeficiente de variación de 59,88%, lo que indica una baja diversidad de especies.

El índice de Shannon-Weaver varió de 0,40 a 1,45, con un promedio de 0,82, una desviación estándar de 0,21 y reportó un coeficiente de variación de 25,73%, este resultado nos indicó una baja diversidad de especies entre las subparcelas. De acuerdo al índice de similaridad de Simpson presentó una variación de 0,17 a 0,68, un promedio de 0,48, una desviación estándar de 0,09 y un coeficiente de variación de 19,52%. Estos valores indican una baja a mediana similaridad en cuanto a la presencia de especies.

9.3.3. Pendiente del bosque sobre arena blanca “varillal”

La pendiente varió de 0,94° a 8,09°, promedio de 2,86°, desviación estándar de 1,59 y coeficiente de variación de 55,85%. El área de estudio presenta pendientes fuertes en las subparcelas PIBE VI, PIBE V, TONY II y TONY I, pendientes leves a onduladas en subparcela PIBE IV, PIBE VII, TONY IV, TONY III y TETA VI (figura 3).

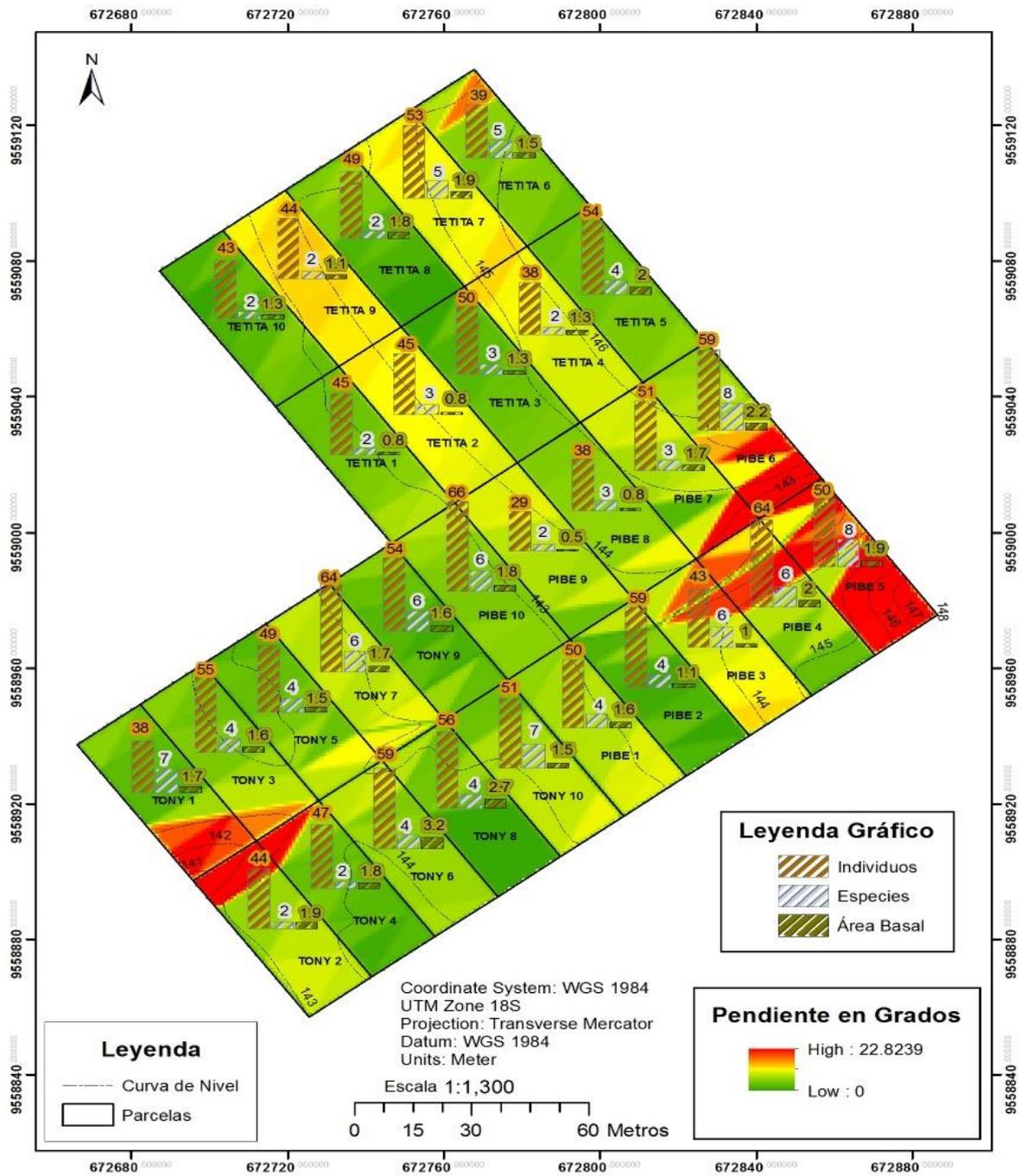


Figura 3. Pendiente en grados en 30 subparcelas de 50 x 20 m de Calophyllaceae y Fabaceae sobre bosques de arena blanca

Cuadro 8. Cantidad de individuos, área basal, diversidad alfa y pendiente de 30 subparcelas de 50 x 20 m en los varillales de Allpahuayo Mishana

Subparcelas	N° ind.	Área basal	N° especies	Shannon-Weaver	Simpson	aFisher	Pendiente
PIBEI	50	1,56	4	0,82	0,50	1,02	2,88
PIBEII	59	1,11	4	0,93	0,56	0,97	0,94
PIBEIII	43	0,99	6	1,17	0,61	1,90	4,27
PIBEIV	64	2,00	6	0,97	0,56	1,62	3,90
PIBEV	50	1,87	8	1,45	0,68	2,69	8,09
PIBEVI	59	2,21	8	1,16	0,59	2,50	5,59
PIBEVII	51	1,72	3	0,78	0,52	0,70	3,68
PIBEVIII	38	0,82	3	0,77	0,50	0,76	2,31
PIBEIX	29	0,47	2	0,66	0,47	0,49	2,92
PIBEX	66	1,79	6	0,78	0,38	1,60	2,00
TETAI	45	0,82	2	0,62	0,43	0,43	1,79
TETAI	45	0,81	3	0,77	0,51	0,72	4,00
TETAI	50	1,26	3	0,70	0,45	0,70	1,17
TETAI	38	1,26	2	0,69	0,49	0,45	3,67
TETAV	54	1,98	4	0,90	0,54	1,00	1,59
TETAVI	39	1,48	5	0,89	0,45	1,52	2,35
TETAVII	53	1,85	5	0,88	0,48	1,35	4,07
TETAVIII	49	1,78	2	0,66	0,46	0,42	1,07
TETAIX	44	1,10	2	0,68	0,48	0,43	4,53
TETAX	43	1,26	2	0,59	0,40	0,43	1,02
TONYI	38	1,75	7	0,97	0,44	2,52	3,27
TONYII	44	1,90	2	0,51	0,33	0,43	4,34
TONYIII	55	1,60	4	0,83	0,49	0,99	2,45
TONYIV	47	1,79	2	0,63	0,43	0,42	1,81
TONYV	49	1,52	4	0,81	0,49	1,03	1,84
TONYVI	59	3,19	4	0,82	0,51	0,97	2,36
TONYVII	64	1,68	6	1,04	0,54	1,62	3,09
TONYVIII	56	2,75	4	0,40	0,17	0,99	0,94
TONYIX	54	1,57	6	0,97	0,46	1,73	1,10
TONYX	51	1,53	7	0,85	0,37	2,20	2,62
Desviación estándar	8,74	0,56	1,92	0,21	0,09	0,69	1,59
Promedio	49,53	1,58	4,2	0,82	0,48	1,15	2,86
Mínimo	29	0,47	2	0,4	0,17	0,42	0,94
Máximo	66	3,19	8	1,45	0,68	2,69	8,09
Coefficiente de variación	17,64	35,74	45,69	25,73	19,52	59,88	55,85

Cuadro 9. Cantidad de individuos, área basal, diversidad alfa y pendiente de la familia Calophyllaceae en los varillales de Allpahuayo Mishana

Subparcelas	N° ind.	N° especies	Área basal	Shannon-Weaver	Simpson	aFisher	Pendiente
PIBEI	31	1	1,56	0	0	0,20	2,88
PIBEII	28	1	1,11	0	0	0,20	0,94
PIBEIII	24	2	0,99	0,29	0,15	0,52	4,27
PIBEIV	33	3	2,00	0,27	0,12	0,80	3,90
PIBEV	28	2	1,87	0,34	0,19	0,49	8,09
PIBEVI	33	2	2,21	0,14	0,06	0,47	5,59
PIBEVII	24	1	1,72	0	0	0,21	3,68
PIBEVIII	14	1	0,82	0	0	0,25	2,31
PIBEIX	11	1	0,47	0	0	0,27	2,92
PIBEX	52	2	1,79	0,10	0,04	0,41	2,00
TETAI	31	1	0,82	0	0	0,20	1,79
TETAI	26	1	0,81	0	0	0,21	4,00
TETAI	34	1	1,26	0	0	0,19	1,17
TETAI	21	1	1,26	0	0	0,22	3,67
TETAV	29	1	1,98	0	0	0,20	1,59
TETAVI	28	1	1,48	0	0	0,20	2,35
TETAVII	36	1	1,85	0	0	0,19	4,07
TETAVIII	18	1	1,78	0	0	0,23	1,07
TETAIX	18	1	1,10	0	0	0,23	4,53
TETAX	31	1	1,26	0	0	0,20	1,02
TONYI	30	3	1,75	0,29	0,13	0,83	3,27
TONYII	35	1	1,90	0	0	0,19	4,34
TONYIII	36	1	1,60	0	0	0,19	2,45
TONYIV	32	1	1,79	0	0	0,20	1,81
TONYV	32	2	1,52	0,14	0,06	0,47	1,84
TONYVI	35	1	3,19	0	0	0,19	2,36
TONYVII	44	3	1,69	0,37	0,17	0,73	3,09
TONYVIII	52	2	2,75	0,10	0,04	0,41	0,94
TONYIX	40	2	1,57	0,12	0,05	0,44	1,10
TONYX	47	3	1,53	0,51	0,26	0,71	2,62
Desviación estándar	9,77	0,73	0,56	0,14	0,07	0,2	1,59
Promedio	31,1	1,5	1,58	0,09	0,04	0,34	2,86
Mínimo	11	1	0,47	0	0	0,19	0,94
Máximo	52	3	3,19	0,51	0,26	0,83	8,09
Coficiente de variación	31,43	48,74	35,74	161,17	168,84	59,31	55,85

Cuadro 10. Cantidad de individuos, área basal, diversidad alfa y pendiente de la familia Fabaceae en los varillales de Allpahuayo Mishana.

Subparcelas	N° ind.	N° especies	Área basal	Shannon-Weaver	Simpson	aFisher	Pendiente
PIBEI	19	3	1,56	0,41	0,19	1,00	2,88
PIBEII	31	3	1,11	0,46	0,23	0,82	0,94
PIBEIII	19	4	0,99	0,73	0,36	1,55	4,27
PIBEIV	31	3	2,00	0,28	0,12	0,82	3,90
PIBEV	22	6	1,87	1,31	0,64	2,72	8,09
PIBEVI	26	6	2,21	0,9	0,40	2,45	5,59
PIBEVII	27	2	1,72	0,16	0,07	0,50	3,68
PIBEVIII	24	2	0,82	0,17	0,08	0,52	2,31
PIBEIX	18	1	0,47	0	0	0,23	2,92
PIBEX	14	4	1,79	0,90	0,46	1,87	2,00
TETAI	14	1	0,82	0	0	0,25	1,79
TETAI	19	2	0,81	0,21	0,1	0,56	4,00
TETAI	16	2	1,26	0,23	0,12	0,60	1,17
TETAI	17	1	1,26	0	0	0,23	3,67
TETAV	25	3	1,98	0,44	0,22	0,89	1,59
TETAVI	11	4	1,48	1,03	0,55	2,26	2,35
TETAVII	17	4	1,85	0,79	0,40	1,65	4,07
TETAVIII	31	1	1,78	0	0	0,20	1,07
TETAIX	26	1	1,10	0	0	0,21	4,53
TETAX	12	1	1,26	0	0	0,26	1,02
TONYI	8	4	1,75	1,07	0,56	3,18	3,27
TONYII	9	1	1,90	0	0	0,29	4,34
TONYIII	19	3	1,60	0,54	0,28	1,00	2,45
TONYIV	15	1	1,79	0	0	0,24	1,81
TONYV	17	2	1,52	0,22	0,11	0,59	1,84
TONYVI	24	3	3,19	0,35	0,16	0,91	2,36
TONYVII	20	3	1,69	0,52	0,27	0,98	3,09
TONYVIII	4	2	2,75	0,69	0,50	1,59	0,94
TONYIX	14	4	1,57	1,20	0,66	1,87	1,10
TONYX	4	4	1,53	1,39	0,75	0	2,62
Desviación estándar	7,38	1,44	0,56	0,44	0,23	0,85	1,59
Promedio	18,43	2,70	1,58	0,47	0,24	1,01	2,86
Mínimo	4,00	1,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,94
Máximo	31,00	6,00	3,19	1,39	0,75	3,18	8,09
Coficiente de variación	40,01	53,41	35,74	93,65	96,63	83,91	55,85

9.4. Correlación de la estructura y diversidad de Calophyllaceae y Fabaceae con la pendiente en bosques sobre arena blanca

La relación entre la estructura y la pendiente es muy baja, el coeficiente de correlación entre la pendiente y la cantidad de individuos fue de 0,51%, y con el área basal de 0,12%, lo que indica que existe relación positiva pero débil.

El coeficiente de correlación entre la pendiente y la riqueza fue de 17,30%, con el índice de Shannon-Weaver fue de 34,42%, con el de Simpson fue de 27,43% y alfa de Fisher 21,64%, éstos valores nos indica que existe una relación lineal positiva y débil, a diferencia que en la estructura no existe influencia entre las variables (cuadro 11).

Cuadro 11: Correlación de la pendiente con la estructura y diversidad de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques sobre arena blanca

Estructura/Pendiente		%
Individuos	0,0051	0,51%
Área basal	0,0012	0,12%
Diversidad/ Pendiente		%
Número de especies	0,1730	17,30%
Shannon-Weaver	0,3442	34,42%
Simpson	0,2743	27,43%
alfa Fisher	0,2164	21,64%

Cuadro 12: Correlación de la pendiente con la estructura y diversidad de Calophyllaceae en bosques sobre arena blanca

Estructura/Pendiente		%
Individuos	0,0421	4,21%
Área basal	0,0012	0,12%
Diversidad/ Pendiente		%
Número de especies	0,0399	3,99%
Shannon-Weaver	0,1242	12,42%
Simpson	0,1513	15,13%
alfa Fisher	0,0615	6,15%

Cuadro 13: Correlación de la pendiente con la estructura y diversidad de Fabaceae en bosques sobre arena blanca

Estructura/Pendiente		%
Individuos	0,0352	3,52%
Área basal	0,0012	0,12%
Diversidad/ Pendiente		%
Número de especies	0,2045	20,45%
Shannon-Weaver	0,0601	6,01%
Simpson	0,0273	2,73%
alfa Fisher	0,1225	12,25%

X. DISCUSIÓN

10.1. Estructura

10.1.1 . Cantidad de individuos por 0,1 hectárea y por clase diamétrica

En esta investigación se reportaron 1486 individuos por 0,1 ha en los bosques sobre arena blanca, las especies con mayor cantidad de individuos son: *Caraipa utilis* (61,10%), *Dicymbe uaiparuensis* (32,30%), *Calophyllum longifolium* (1,28%), *Jacqueshuberia lorentensis* (1,28%), *Macrobium suaveolens* (0,61%), entre otras.

En la estructura del DAP realizado en la investigación se muestra una “J” invertida, tal como lo afirma Amasifuen y Zárate (2005), en Allpahuayo Mishana para los bosques sobre arena blanca y Valderrama (2007), en bosques sobre suelo arcilloso o arcillo-arenoso; según las clases diamétricas se reportó 68% del total general de individuos en la clase de 10 a 19,9 cm de DAP, disminuyendo sólo un 2% de lo afirmado por Zárate *et al.* (2012), en la cual existe un 70% del total de individuos en la clase de 10 a 20 cm de DAP para bosques sobre arena blanca en la Reserva Allpahuayo Mishana, Perú, reportándose resultados similares por Coomes y Grubb (1998), para el sector de la Esmeralda (Venezuela). Así mismo se reportó la mayor cantidad de individuos en las tres primeras clases (98%): clase de 10 a 19,9 cm (1009 ind.) (67,90%, clase de 20 a 29,9 cm (344 ind.) (23,15%), y en la clase de 30 a 39,9 cm (104 ind.) (7%); de tal manera que concuerda con lo descrito por Vidurruzaga (2003), indicando que el más alto número de individuos se encuentran en las tres primeras clases diamétricas y además la distribución de individuos varían de mayor a menor cantidad con respecto a las clases diamétricas.

10.2. Composición o número de especies

Las especies que se reportaron son: *Caraipa utilis* (61,10%), *Dicymbe uaiparuensis* (32,30%), *Calophyllum longifolium* (1,28%), *Jacqueshuberia lorentensis* (1,28%), *Macrolobium suaveolens* (0,61%), entre otras, concordando con lo reportado por Zárate *et al.* (2012) en un bosque sobre arena blanca de Allpahuayo Mishana donde las especies con mayores cantidades de individuos son: *Caraipa utilis* (23,8%), *Pachira brevipes* (19,9%), *Dicymbe uaiparuensis* (8,6%), y otras.

Se han reportado 13 especies para 30 parcelas de 0,1 ha en bosques de arena blanca, que corresponden a 3 especies de la familia Calophyllaceae (62,79%) y 10 especies de la familia Fabaceae (37,21%) entre árboles y arbustos; la familia con mayor cantidad de individuos fue Calophyllaceae (933 ind.) (62,79%); seguido de Fabaceae (553 ind.) (37,21%), de manera que son resultados similares los resultados obtenidos por Stropp *et al.* (2011), quienes reportaron como familias más importantes a: Fabaceae, Sapotaceae, Euphorbiaceae, Annonaceae, Burseraceae, Calophyllaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae, Lecythidaceae; lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, excepto con Sapotaceae, Euphorbiaceae, Annonaceae, Burseraceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae y Lecythidaceae.

10.3. Diversidad alfa

La diversidad alfa se analizó mediante el índice alfa de Fisher y fue de 1,15, lo cual representa una diversidad muy baja; teniendo en cuenta que Ruokolainen y Tuomisto (1998), afirman que la baja diversidad se debe a que éstos suelos son

extremadamente pobres, siendo muy pocas las especies capaces de vivir en tan extremo sustrato, y los que lo logran, dominan con gran cantidad de individuos. El índice de Shannon-Weaver varía de 0,40 a 1,45, de manera que nos indica una baja diversidad de especies por parcela, lo cual difiere con lo reportado por Panduro (1992), quien encontró que Shannon-Weaver varió entre 3,18 a 5,36 para parcelas de 0,1 ha, considerando que son valores altos ya que se consideró muestras a partir de 5 cm de DAP y raras veces el índice de Shannon-Weaver sobrepasa los 4,5 según Magurran (1988). El índice de Simpson para parcelas de 0,1 ha varía de 0,17 a 0,68 con un promedio de 0,48, lo que se asemeja con los resultados obtenidos por Gallardo (2014), en cuanto al índice de Simpson que varía de 0,45 a 1, demostrando un valor promedio y que existe dominancia de grupos de especies distribuidas ampliamente en todas las parcelas.

10.4. Influencia de la pendiente en la estructura, diversidad de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques sobre arena blanca

En este estudio la pendiente no está influenciando en la estructura (cantidad de individuos y área basal), los resultados mostraron una correlación de 0,0051 con la cantidad de individuos y 0,0012 con el área basal, sin embargo, si existe una relación positiva de la pendiente con la diversidad de especies a un 0,01730 (17,30%), lo que quiere decir mientras más pendiente, mayor cantidad de especies, lo cual concuerda con Häger (2012), donde encontró una correlación de 0,46 en una especie de café en Costa Rica, afirmando así lo obtenido en nuestros resultados.

La pendiente influye de manera positiva en la diversidad de especies de la familia Fabaceae con una correlación de 0,20 (20,45%), por lo tanto a mayor pendiente,

mayor diversidad de especies. En la estructura (cantidad de individuos) hubo una correlación baja de 0,035 y con el área basal es de 0,0012, de manera que la pendiente no está influenciando en la cantidad de individuos de Fabaceae presentes en el área de estudio.

Para entender la ecología de las plantas se debe conocer qué papel juega el medio ambiente en las comunidades vegetales, es decir ciertos factores importantes como factores edáficos, humedad del suelo, pH, materia orgánica en la distribución de las especies de las familias más abundantes en suelos sobre arena blanca. Además, la disponibilidad de agua en el suelo ha implicado un papel muy importante en la partición de hábitat entre las especies (Tuomisto y Ruokalainen 1994, Duivenvoorden 1996, Clark *et al.* 1998, Sri - Ngernyuang *et al.* 2003, Baltzer *et al.* 2005, Engelbrecht *et al.* 2007).

Las características del suelo (Materia orgánica, humedad del suelo, pH) de la carretera Iquitos-Nauta son principalmente bajos de acuerdo al Decreto Supremo N° 017-2009-AG, sin embargo, en este suelo pobre se desarrolla una alta diversidad de especies de plantas adaptadas a este tipo de suelo.

Según los resultados obtenidos, la cantidad de especies de la familia Fabaceae es mayor en zonas donde existe mayor pendiente y mayor cantidad de individuos en zonas planas, de manera que la pendiente está influenciando de manera positiva en la diversidad de especies, tal como lo afirma Endara y Jaramillo (2010), que existen más individuos en lugares donde existe mayor cantidad de agua o terrenos firmes y mayor presencia de especies en zonas de pendientes pronunciadas, por lo tanto los resultados coinciden con dicha información de que a mayor pendiente, mayor diversidad o abundancia de especies.

Así mismo Endara y Jaramillo (2010), afirman que la fertilidad del suelo es un efecto muy importante en la distribución de especies de la familia Fabaceae, de manera que el pH del suelo es más ácido (3,25 a 4,20) y tiene menos contenido de humedad en pendientes pronunciadas que en terrenos firmes (mayor contenido de humedad), siendo el pH un buen indicador de medida de la fertilidad de los suelos tropicales (Greigh-Smith 1979, Clark *et al.* 1998, Sollins 1998, Tuomisto *et al.* 2003). Además, el pH ha sido identificada como un factor importante en la determinación de la composición y diversidad de especies de plantas (Fassbender y Bornemisza 1987, John *et al.* 2007). Por lo tanto, concuerda con los resultados de Valles (2014), donde los suelos de los varillales se encuentran en un promedio de pH de 4,29 (Suelos de extremadamente a medianamente ácidos), y con los resultados de esta investigación donde la familia Fabaceae es más diversa en lugares con pendientes elevadas que en zonas planas.

En este estudio se encontró que la pendiente no está influenciando en la diversidad de especies de Calophyllaceae y se obtuvo un valor de 0,039, lo mismo sucede con la estructura: Cantidad de individuos (0,04) y área basal (0,0012), esta correlación nos indica valores muy bajos y por lo tanto, la pendiente no está influenciando en la diversidad de especies y la cantidad de individuos de Calophyllaceae presentes en la zona de estudio.

En la familia Calophyllaceae, la pendiente no influye en la diversidad de especies ni en la cantidad de individuos, es una familia que se adapta a distintos tipos de hábitats, por lo general habita en suelos infértiles de arena blanca en bosques húmedos tropicales estacionales, pero también lo encontramos en bosques

inundables, suelos fértiles a orilla de los ríos, en suelos franco-arcillosos o arcillosos, en zonas planas y por último en pendientes que varían desde 27% a mayores de 60%; por lo tanto no ha influido en la diversidad y estructura de esta familia, concordando con tal información en Trópicos-Missouri Botanical Garden 2016.

XI. CONCLUSIONES

1. Se registraron 933 individuos de Calophyllaceae y 553 individuos de Fabaceae, haciendo un total de 1486 individuos, con un promedio de 49,5 individuos por 0,1 ha, el área basal promedio por hectárea fue de 15,80 m²/ha, con un promedio de 1,58 m² por subparcela.
2. La familia Fabaceae presentó en promedio 18,4 individuos por 0,1 ha, mientras que la familia Calophyllaceae reporta mayor número de individuos con 31,10 individuos por 0,1 ha.
3. Se reportó 13 especies en 30 subparcelas de 50 x 20 m, correspondientes a 10 especies de Fabaceae (37,21%) y 3 especies de Calophyllaceae (62,79%); las especies más abundantes fueron *Caraipa utilis* (908 ind.), *Dicymbe uaiparuensis* (480 ind.) y las especies menos abundantes fueron *Inga sp.1* (1 ind.), *Macrolobium multijugum cf.* (2 ind.), *Taralea oppositifolia* (4 ind.).
4. Los índices de diversidad alfa de Fisher, Shannon-Weaver y Simpson obtuvieron un valor promedio de 1,15, 0,82 y 0,48 por 0,1 ha respectivamente.
5. La pendiente presentó un valor promedio de 2,86°, desviación estándar de 1,59 y coeficiente de variación de 55,85%; el área de estudio presenta pendientes leves a onduladas.
6. La correlación de la pendiente con la cantidad de individuos y el área basal fue de 0,0051, 0,0012 respectivamente e indica una baja relación entre las variables; sin embargo, la correlación de la pendiente con la riqueza, índice de Shannon-Weaver, Simpson y alfa de Fisher fue de 0,1730; 0,3442;

0,2743; 0,2164 respectivamente e indican una mayor relación entre las variables.

7. La correlación de la pendiente con la estructura de la familia Fabaceae (cantidad de individuos y área basal) fue de 0,0352 y 0,0012, indicando que no existe influencia de la pendiente.
8. La correlación de la pendiente con la diversidad de especies de Fabaceae fue de 0,2045, Shannon-Weaver 0,0601, Simpson 0,0273 y alfa de Fisher 0,1225, indicando una relación baja pero positiva entre las variables.
9. La correlación de la pendiente con la estructura de la familia Calophyllaceae (cantidad de individuos y área basal) fue de 0,0421 y 0,0012, indicando que no existe influencia de la pendiente.
10. La correlación de la pendiente con la diversidad de especies de Calophyllaceae fue de 0,0399, Shannon-Weaver 0,1242, Simpson 0,1513 y alfa de Fisher 0,0615, indicando que no existe influencia de la pendiente.

XII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar esta información como guía para otras investigaciones, para elaborar planes de manejo, ya que se presenta información de suelos, pendiente, estructura y diversidad de especies en estos tipos de suelos de varillales.
2. Se debe profundizar más las investigaciones en este tipo de vegetación, debido a que no existe suficiente información sobre varillales.
3. Efectuar estudios de manejo con la finalidad de recuperar los bosques de esta área, ya que también han sido intervenidos por la población aledaña y utilizadas en la extracción de madera.
4. Realizar más estudios a fondo en este tipo de bosque, ya que los varillales aún tienen mucho por ser estudiados.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Amasifuen, C. y Zárate, R. 2005.** Composición taxonómica, ecológica y periodo de floración de plantas leñosas “dicotiledóneas” en dos tipos de bosque del fundo UNAP. Tesis Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 396 p.
- Anderson, A. B. 1981.** White-Sand Vegetation of Brazilian Amazonia Source: Biotropica, Vol. 13, No. 3 (Sep. 1981), p 199-210 Published by: The Association for Tropical Biology and Conservation Stable.
- Baltzer, J. L., S. C. Thomas, R. Nilus, D. F. R. P. Burslem. 2005.** Edaphic specialization in tropical trees: Physiological correlates and responses to reciprocal transplantation. *Ecology* 86: 3063-3077.
- Baluarte J. R. 2004.** Memoria anual subdirección de Investigación Forestal. Estación Experimental Agraria San Roque, INIA. Iquitos. 180 p.
- Braun-Blanquet. 1979.** Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ediciones blume. p 22-30.
- Bunce, J. A.; Chabot, B. F. y N. Miller, L. 1979.** Role of annual leaf carbon balance in the distribution of plant species along an elevational gradient. *Botanical Gazette* 140: 288-294.
- Burga, R. 1994.** Determinación de la estructura diamétrica total y por especie en tres tipos de Bosque en Iquitos-Perú. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 139 p.
- Clark, D., A. Clark, y J. Read. 1998.** Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a Neotropical rain forest. *J. Ecol.* 86: 101-112.

- Coomes, D. A. 1997.** Nutrient status of Amazonian caatinga forests in a seasonally dry area: nutrient fluxes in litterfall and analyses of soils. *Can. J. For. Res.* 27: 831-839.
- Coomes, D. A., y Grubb, P. J. 1998.** Responses of juvenile trees to above and below-ground competition in nutrient-starved Amazonian rain forest. *Ecology* 79: 768-782.
- Duivenvoorden, J. F. 1996.** Patterns of tree species richness in rain forests of the middle Caquetá area, Colombia, NW Amazonia. *Biotropica* 28(2): 142-158.
- 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 de la llanura Amazónica. *Candollea* 40(1): 237-252.
- Encarnación, F. 1993.** El bosque y las formaciones vegetales en la llanura amazónica del Perú. *Alma Mater*. Vol. 6. UNMSM. Lima-Perú. p 93-114.
- Endara, M. J. y Jaramillo, J. L. 2010.** The Influence of Microtopography and Soil Properties on the Distribution of the Speciose Genus of Trees, Inga (Fabaceae:Mimosoidea), in Ecuadorian Amazonia. *Biotropica* 42 (II): 1-8.
- Engelbrecht, B. M. J., L. S. Comita, R. Condit, T. Kursar, M. T. Tyree, B. Turner, y S. Hubbell. 2007.** Drought sensitivity shapes species distribution patterns in tropical forests. *Nature* 447: 80-82.
- FAO, 1989.** El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Colección FAO Agricultura 21. Roma, 163 p.
- Fassbender, H., y E. Bornemisza. 1987.** Química de Suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. San José, Costa Rica.

- Fine, P; García, R; Pitman, N; Mesones, y S. Kembel. 2010.** A Floristic Study of the White-Sand Forests of Peru Source: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 97(3):283-305. Published By: Missouri Botanical Garden.
- Font Quer, P. 2000.** Diccionario de Botánica. Ediciones Península, Barcelona, España. 1244 p.
- Freitas, L. A. 1996.** Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de terraza baja en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana. IIAP. Documento Técnico N° 26. 77 p.
- Gallardo, G. 2014.** Estructura y diversidad florística de un bosque sobre arena blanca (varillal) en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Iquitos-Perú. Tesis Ingeniero forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 69 p.
- García, R.; Ahuite, y Olórtegui, M. 2003.** Clasificación de bosques sobre arena blanca de la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana. *Folia amazónica* 14(1):17-33.
- Gentry, A. H. 1988.** Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75:1-34.
- Greig-Smith, P. 1979.** Patterns in vegetation. *J. Ecol.* 67: 755-779.
- Häger A. 2012.** The effects of management and plant diversity on carbon storage in coffee agroforestry systems in Costa Rica. *Agroforestry Systems* 86: 159-174. doi: 10.1007/s10457-012-9545-1.
- Hubbell, y Foster, R. B. 2001.** Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest plot. *J. Ecol.* 89: 947-959.

- Hidalgo, W. J. 1982.** Evaluación estructural de un bosque húmedo tropical en Perú, Requena. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Perú. 172 p.
- Holdridge. 1978.** Ecología basada en zona de vida. Costa Rica. IICA. 216 p.
- Huber, O. 1995.** Geographical and physical features. Pp.1-61 in P. E. Berry, B. K. Holst, and K. Yatskievych, eds. Flora of the Venezuelan Guayana, vol 1. Mo. Bot. Gard. and Timber Press, St. Louis, Mo and Portland, Ore.
- IIAP-BIODAMAZ. 2004.** Diversidad de la vegetación de la Amazonía Peruana expresada en un mosaico de imágenes de satélite. Documento técnico n°12. Serie BIODAMAZ IIAP. Iquitos, Perú. 74 p.
- IIAP-BIODAMAZ. 2007.** Plan de manejo adaptativo de varillales por parte de pequeños extractores de las comunidades locales de la RNAM. Plan de manejo N° 6. Iquitos, Perú. 5 p.
- IIAP. 2000.** Informe final de la comisión técnica para la categorización y delimitación definitiva de la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana. IIAP. Informe Técnico. Iquitos, Perú. 105 p.
- IIAP. 2001.** Vegetación. En: Zonificación Ecológica Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta. Informe Final. Tomo III Medio Biológico. IIAP, Iquitos, Perú. Tipog. p 1- 55 + Anexos, Cuadros 1 A 114 A.
- John, R., J. W. Dalling, K. E. Harms, J. B. Yavitt, R. F. Stallard, M. Mirabello, S. P. Hubbell, R. Valencia, H. Vallejo, M. Vallejo, y R. Foster. 2007.** Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 104: 864–869.
- Kalliola, R.; Flores, S. 1998.** Geología y desarrollo amazónico. Estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. Turun Yliopisto, Turku, Finlandia. 544 p.

- Kauffman, S.; G. Paredes, y R. Marquina. 1998.** Suelos de la zona de Iquitos. En: Kalliola, R.; Flores, S. (eds.). *Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú*. TurunYliopisto, Turku, Finlandia. 544 p.
- Krebs, CH. J. 1985.** *Ecología de la distribución y la abundancia*. 2^{da} Ed. México. Editorial Harla. Instituto de ecología de recursos animales, universidad de Columbia británica. 753 p.
- Lahura, E. 2003.** El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas. Perú. 5p.
- Lamprecht, H. 1964.** Ensayo sobre la estructura florística de la parte Sur Oriental del Bosque universitario "El Caimital", Estado Barinas. En *Revista forestal venezolana*, 6 (10-11).
- López, W., y Duque, A. 2010.** Patrones de diversidad alfa en tres fragmentos de bosques montanos en la región norte de los Andes. Colombia. *Biol. Trop.* 58 (1): 483-498.
- Louman, B.; D. Quiroz, y M. Nilsoon. 2001.** *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 256 p.
- Magurran, A, E. 1988.** *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Marengo, J. A. 1998.** Climatología de la zona de Iquitos, Perú. En: Kalliola, R.; Flores, S. (eds.). *Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú*. TurunYliopisto, Turku, Finlandia. 544 p.
- Medina, E. y Cuevas, E. 1989.** Patterns of nutrient accumulation and release in Amazonian forests of the upper Rio Negro basin. p. 217-240 in J. Proctor,

ed. Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems. Blackwell Scientific, Oxford.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.

Mori, T. y Reátegui, R. 2012. Evaluación florística y taxonómica en un bosque de arena blanca en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana. Tesis Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 147 p.

Panduro, M. 1992. Diversidad arbórea de un bosque tipo varillal. Iquitos-Perú. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 105 p.

Paudel S, Vetaas OR (2014). Effects of topography and land use on woody plant species composition and beta diversity in an arid Trans-Himalayan landscape, Nepal. *Journal of Mountain Science* 11(5). DOI: 10.1007/s11629-013-2858-3

Phillips, O. y Miller, J. 2002. Global Patterns of Plant Diversity: Alwyn H. Gentry's Forest Transect Data Set. Missouri Botanical Garden 89. St. Louis-USA. 319 p.

Proctor, J. 1998. Heath forests and acid soils. *Bot. J. Scotl.* 51(1). 1-14.

Revilla, J. C. 1974. Descripción de los tipos de vegetación en Mishana, Río Nanay, Loreto, Perú. PAHO project AMOR-0719 report. Pan American Health Organization, Washington D.C.

Ruokolainen, K. y Tuomisto, H. 1998. Vegetación Natural de la zona de Iquitos. En: Kalliola, R.; Flores, S. (eds.). *Geoecología y desarrollo amazónico:*

estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. TurunYliopisto, Turku, Finlandia. 544 p.

Serrada, R. 2008. Apuntes de Selvicultura. Servicio de publicaciones. EUIT Forestal. Madrid. 111 p.

Sollins, P. 1998. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest. *Ecology* 79: 23-30.

Sri-Ngernyuang, K., M. Kanzaki, T. Mizuno, H. Noguchi, S. Teejuntuk, C. Sungpalee, M. Hara, T. Yamakura, P. Sahunalu, P. Dhanmanonda, y S. Bunyavejchewim. 2003. Habitat differentiation of Lauraceae species in a tropical lower montane forest in Northern Thailand. *Ecol. Res.* 18: 1-14.

Stropp, J.; P. Van Der Sleen; P. Assuncao; A. Dasilva y H. Ter-Steege. 2011. Tree communities of white-sand and terra-firme forests of the upper Rio Negro: *Acta Amazonica*. Vol. 41(4) 521-544 p.

Suárez, M. 2011. Coeficiente de correlación de Pearson para datos agrupados en intervalos. Universidad del Norte. Ibarra (Ecuador). 2 p.

Tello, R.; Rojas, R.; Bardales, J.; Alván, J.; J. Rodríguez y T. Pacheco. 2010. Densidad y stock de regeneración natural de especies forestales en el bosque de varillal húmedo, Iquitos, Perú. 15 p.

Ter Steege, H.; Lilwah R.; Van Andel, R. Ek.; Van Der Hout, P.; Thomas, R.; J. Van Essen, y I. Ramdass. 2000. p 17-130 in H. ter Steege, ed. Plant diversity in Guyana, with recommendations for a national protected area strategy. Tropenbos, Wageningen, Netherlands.

Tosi, A. 1960. Zona de Vida Natural en el Perú; memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico del Perú. Instituto Interamericano de Ciencias agrícolas. IICA. Lima-Perú. 271 p.

- Tuomisto, H.; Ruokolainen, K. 1994.** Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. *Journal of Vegetation Science* 5(1): 25-34.
- Tuomisto, H., A. D. Poulsen, K. Ruokolainen, R. C. Moran, C. Quintana, J. Celi, y G. Canas. 2003.** Linking floristic patterns with soil heterogeneity and satellite imagery in Ecuadorian Amazonia. *Ecol. Appl.* 13: 352-371.
- Valderrama, E. 2007.** Estudio florístico de los árboles en una hectárea de bosque colinoso en la Estación Experimental del Instituto Tecnológico de Nauta, Loreto, Perú. Tesis Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 183 p.
- Valles, L. 2014.** Relación entre el suelo y la vegetación en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto-Perú. Tesis Ingeniero forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 68 p.
- Vargas, V.; D. Panduro, y J. Falcón. 2013.** Estudio de la estructura basimétrica del estrato superior de un bosque Varillal húmedo en Loreto. *Ciencia amazónica* 3(1): 19-23.
- Vásquez, R. 1997.** Flórmula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Peru Missouri Botanical Garden Press. St. Louis - USA. 1046 p.
- Vidurruzaga, D. M. 2003.** Inventario y evaluación con fines de manejo, carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 60 p.
- Whitmore, T.C. 1989.** Tropical forest nutrients, where do we stand? A tour the horizon. En: Proctor, J. (ed.). Mineral nutrients in tropical forest and

savanna ecosystems. Special publication number 9 of the British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, Cambridge, Gran Bretaña. p 1-13.

Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, p 213-251.

www. Trópicos.org. Trópicos-Missouri Botanical Garden, 2016.

Vitousek, P. y Sanford, R. L. 1986. Nutrient cycling in moist tropical forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17:137-167.

Zárate, R.; T. Mori, y L. Valles. 2012. Composición florística, diversidad y estructura de los bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto (Perú), *Arnaldoa* 13 (1).

Zúñiga, H. 2010. La pendiente compleja atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial. Ensayo técnico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Bogotá. 6 p.

ANEXO

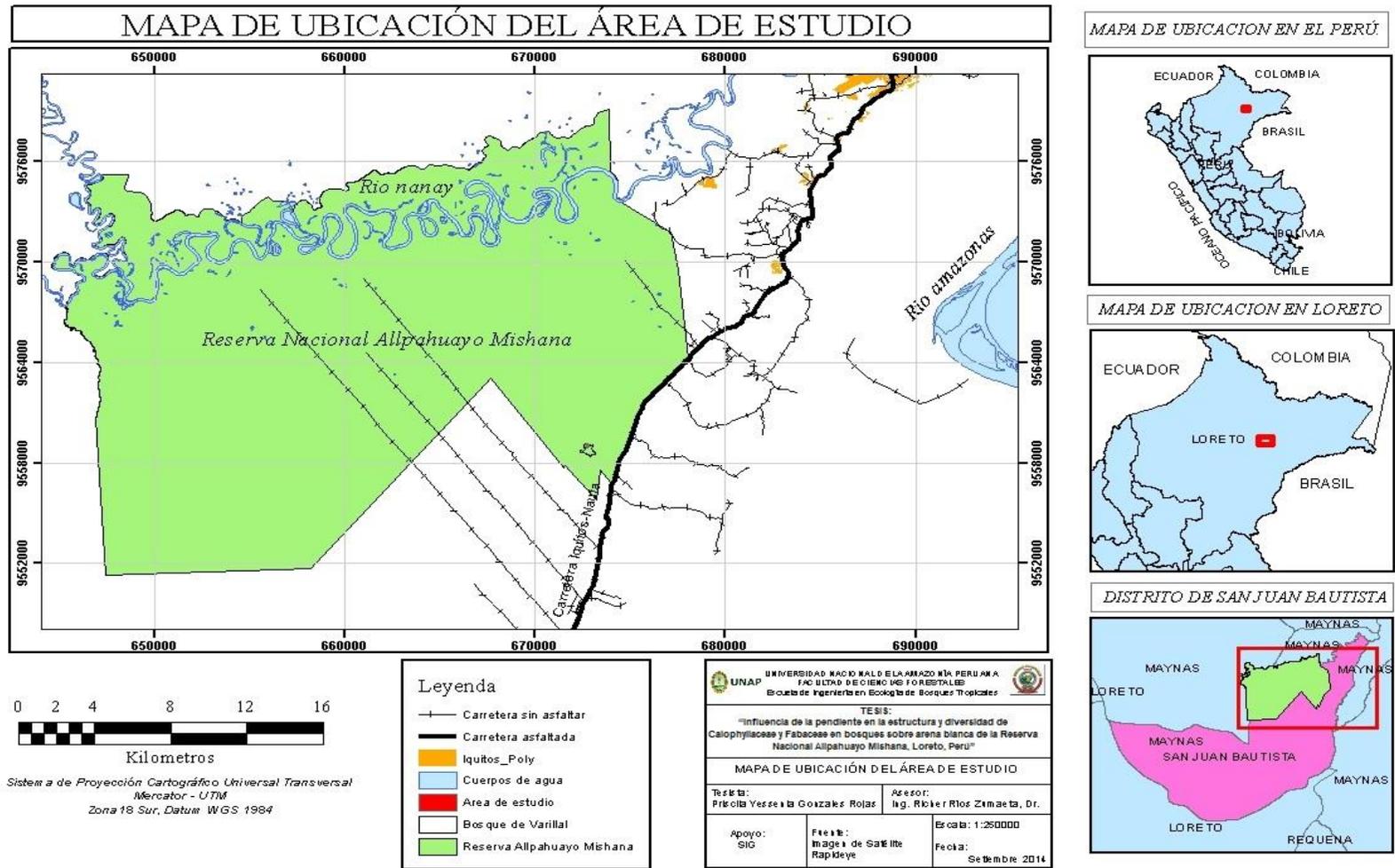


Figura 4: Mapa de ubicación del área de estudio

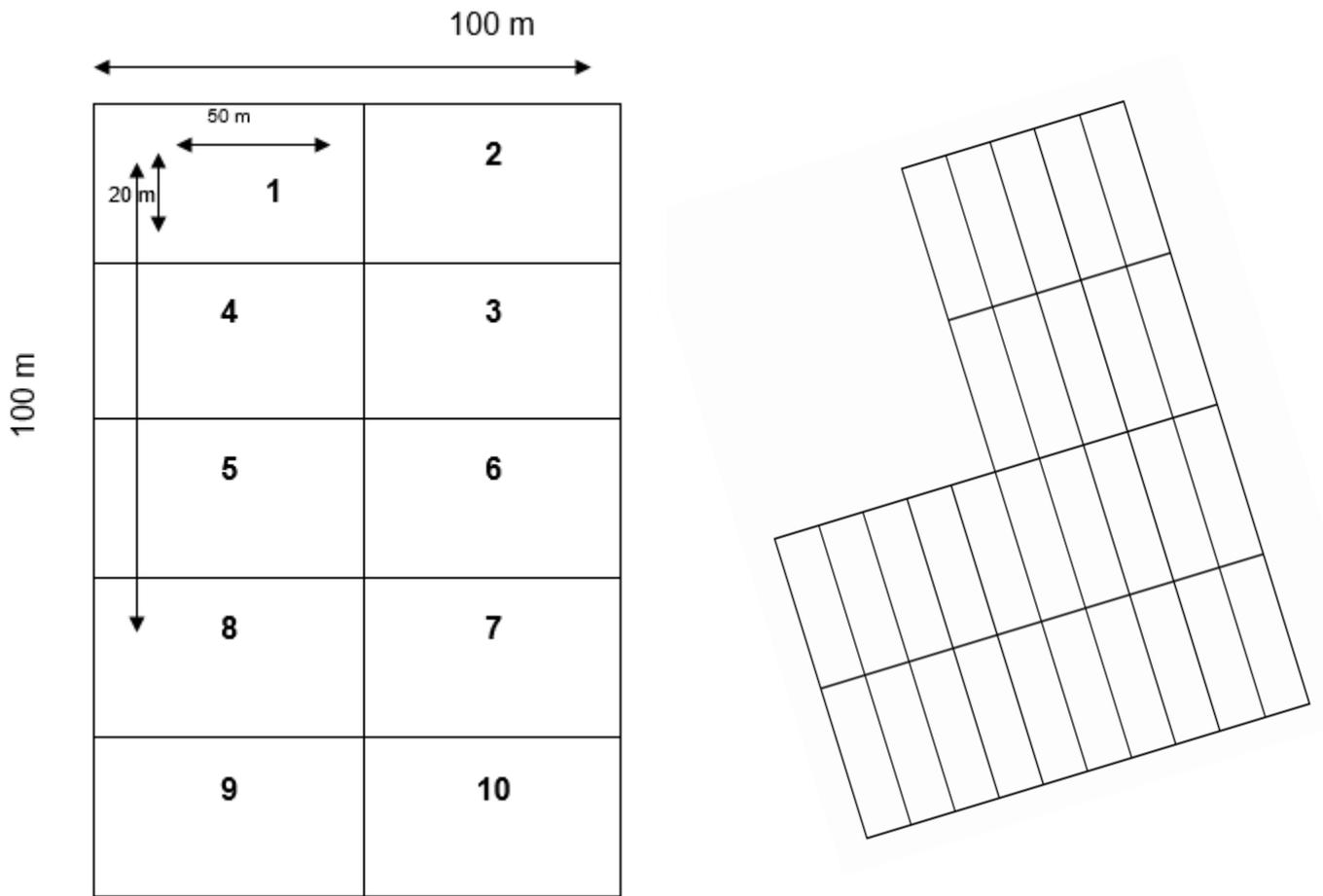


Figura 5. Diseño de la parcela

Cuadro 15. Formato para el levantamiento de datos de la pendiente.

Puntos	Distancia	
	10 m	20 m
1		
2		
3		
4		
5		



Colecta y Codificación



Codificación, Prensado y Secado

Figura 6. Herborización de muestras botánicas

CONSTANCIA

Las muestras en mención han sido colectadas por la Srta. Bachiller Priscila Yessenia Gonzáles Rojas, para la elaboración de la tesis titulada **"Influencia de la pendiente en la estructura y diversidad de Calophyllaceae y Fabaceae en bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto, Perú"**, y han sido determinadas por el especialista Blgo. Ricardo Zárate Gómez, haciendo uso de las descripciones morfológicas.

Se expide la presente constancia para los fines que se estimen convenientes.

Iquitos, 03 de noviembre del 2016

Atentamente,



Blgo. Ricardo Zárate Gómez
Investigador en el Programa de Investigación
en Biodiversidad Amazónica - IIAP