



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE
BOSQUES TROPICALES

TESIS

**“Estructura y diversidad florística de un bosque sobre arena blanca
(varillal) en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Iquitos-Perú”**

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

Autor

Gallardo Gonzales, George Pepe

Iquitos - Perú

(2015)



ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 598

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por la Bachiller **GEORGE PEPE GALLARDO GONZALES** titulada: **"ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SOBRE ARENA BLANCA (varillal) EN LA RESERVA NACIONAL ALLPAHUAYO MISHANA, IQUITOS-PERÚ"**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, la declaramos:

Con el calificativo de:

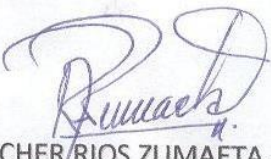
En consecuencia queda en condición de ser calificado:

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

APROBADO
BUENO
APTO

Iquitos, 13 de noviembre de 2014


Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Presidente


Ing. RICHER/RIOS ZUMAETA, Dr.
Miembro


Ing. JUAN DE LA CRUZ BARDALES MELÉNDEZ, M.Sc.
Miembro


Ing. RILDO ROJAS TUANAMA
Asesor

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

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

www.unapiquitos.edu.pe

Teléfono: 065-225303

DEDICATORIA

A Dios:

Por ser el creador, por poner en mí, la fuerza y espíritu que necesito para seguir adelante a pesar de las dificultades.

A mis padres:

Bernardo y Jarmila, por orientarme, apoyarme y enseñarme los valores éticos-morales en todo momento de mi vida personal y estudiantil, por creer siempre en mi persona a pesar de los fracasos que tuve.

A mis abuelos:

Francisco y Laudy por enseñarme que la persona siempre debe ser humilde.

A mis hermanos:

Rolando y Laudy por apoyarme siempre y ser mi especial motivación para superarme

A mi sobrino

Oscar Fabricio por ser el engréido de la casa y el que trae la alegría al hogar.

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a:

Al Biólogo Ricardo Zárate Gómez co-asesor del trabajo de investigación, agradecerle por su tiempo, paciencia, dedicación e invaluable enseñanza.

A la universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), por acogerme y brindarme lo necesario para concluir con mi carrera profesional.

A todas las personas y amigos que contribuyeron con su apoyo en el trabajo de campo en especial a:

Ana Monge Sandoval.

Daniel Escobedo Guerra.

Diego Mayanchi Malafaya.

Geancarlo Cohello Huaymacari.

Hilda Paulette Davila Doza.

Linder Felipe Mozombite Pinto.

Luis Andrés Valles Pérez.

Nandy Lanier Macedo Vásquez.

Secia Ramírez Chávez.

INDICE

N°	Pág.
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 general.	5
3.3. Hipótesis nula.	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. Operacionalidad de las variables.	7
VI. MARCO TEÓRICO.	8
6.1. Bosques en amazonía.	8
6.2. Estructura del bosque.	12
6.3. Riqueza de especies.	14
6.4. Diversidad florística.	16
6.5. Inventario florístico y composición.	18
6.6. Composición florística de las zonas aledañas a la ciudad de Iquitos.	19

6.7. Composición de los varillales.	23
6.8. Regeneración en los varillales.	29
6.9. Diversidad Alfa.	29
6.10. Índice de Valor de Importancia.	31
6.11. Estructura horizontal.	32
VII. MARCO CONCEPTUAL.	34
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.	36
8.1. Características generales del área de estudio.	36
Ubicación.	36
Accesibilidad.	36
Clima	36
8.1.1. Fisiografía.	37
8.1.2. Vegetación	37
8.1.3. Suelo	38
8.2. Materiales y equipos.	40
8.3. Metodología.	40
8.3.1. Tipo y nivel de investigación.	40
8.3.2. Población y muestra.	41
8.3.3. Análisis estadístico.	41
8.3.4. Procedimiento.	42
IX. RESULTADOS.	54
9.1. Número de árboles por hectárea y por clase diamétrica.	54
9.2. Índice de valor de importancia del bosque de arena blanca.	58

9.3. Diversidad alfa y beta.	60
9.3.1. Diversidad alfa.	60
9.3.2. Diversidad beta.	63
9.4. Composición florística.	67
9.5. Análisis estadístico.	71
9.5.1. Número de árboles y área basal por sub-parcela.	71
9.5.2. Diversidad.	72
X. DISCUSIÓN.	74
10.1. Número de árboles por hectárea y por clase diamétrica.	74
10.2. Índice de valor de importancia del bosque sobre arena blanca.	76
10.3. Diversidad.	77
10.3.1. Diversidad alfa.	77
10.3.2. Diversidad beta.	80
10.4. Composición florística de los bosques sobre arena blanca.	81
XI. CONCLUSIONES.	84
XII. RECOMENDACIONES.	86
XIII. BIBLIOGRAFÍA.	87
ANEXOS.	94

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	Relación de variables, indicadores e índices.	7
2.	Operacionalidad de las variables.	7
3.	Coordenadas UTM de los vértices de la parcela de estudio.	36
4.	Número de árboles por hectárea y por clase diamétrica del bosque sobre arena blanca.	55
5.	Índice de Valor de Importancia (IVI) por especie en una hectárea de bosque sobre arena blanca.	58
6.	Diversidad alfa de la parcela de una hectárea de bosque.	61
7.	Índices de diversidad alfa de las diez sub-parcelas.	61
8.	Diversidad beta según el índice de Simpson.	64
9.	La diversidad beta de las sub-parcelas según Bray-Curtis.	65
10.	Registro de cantidad de familias, géneros y especies en el área de estudio.	68
11.	Abundancia de las especies encontradas en el área de estudio.	69
12.	Diferencia según el ANVA en el área basal del bosque por sub-parcela.	71
13.	Análisis de varianza de la cantidad de individuos por sub-parcela.	72
14.	Análisis de varianza de la riqueza específica por sub-parcela.	72
15.	Análisis de varianza del índice de diversidad de Shannon por sub-parcela.	73
16.	Análisis de varianza del índice de diversidad de Simpson por sub-parcela.	73
17.	Análisis de varianza del índice de diversidad de alfa Fisher por sub-parcela.	73
18.	Formato de toma de datos	94

LISTA DE FIGURAS

N°		Pág.
1.	Mapa de ubicación del área de estudio.	39
2.	División del área de estudio para la prueba estadística.	43
3.	Diseño de la parcela de estudio.	44
4.	Curva de variación del número de árboles por clase diamétrica.	56
5.	Cantidad de individuos por sub-parcela de 50 x 20 m.	57
6.	Representación espacial de la estructura y diversidad por sub-parcela.	62
7.	Dendograma de similitud de las sub-parcelas de 0,1ha, según Simpson.	64
8.	Dendograma de similitud de las sub-parcelas de 0,1ha según el índice de Bray-Curtis.	65
9.	Representación espacial de la diversidad beta entre parcelas contiguas.	66
10.	Familias más abundantes del área de estudio.	68
11.	Abundancia de especies por sub-parcela, representada con curva de nivel con una equidistancia de un metro.	70

RESUMEN

Se evaluó la estructura y diversidad florística de un bosque sobre arena blanca a través de una parcela de una hectárea, en ella se instalaron 10 sub-parcelas de 50 x 20 m en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, se evaluaron plantas mayores a 10 cm de DAP, se identificó la composición florística del bosque, se determinó la diversidad alfa y beta, se cuantificó la estructura horizontal del bosque e IVI, además se realizó un ANVA entre las sub-parcelas.

Se encontró 1002 ind/ha (22,50 m² de área basal), en promedio se registró 100 individuos por sub-parcela (2,25 m² área basal). Se encontraron 39 especies, 35 géneros y 23 familias según el sistema de clasificación APG III (2009), las familias más representativa según abundancia fueron: Malvaceae, Calophyllaceae, Fabaceae, Pentaphylacaceae e Icacinaceae, la composición de especies está constituida por: *Pachira brevipes*, *Caraipa utilis*, *Dicymbe uaiparuensis*, *Ternstroemia klugiana* y *Emmotum floribundum* entre otros, las tres primeras especies son las más importantes según el IVI sumando más del 175 % IVI más del 50% del total, la diversidad alfa mediante los índices de Shannon, Simpson y Alfa Fisher por hectárea obtuvieron valores de 2,01, 0,79, 8,08, mientras que por sub-parcelas tuvieron un promedio de 1,76, 0,74, 4,84, respectivamente. La diversidad beta entre las sub-parcelas, según los índices de similitud de Simpson y Bray-Curtis obtuvo valores de 77 % y 64 %, respectivamente. Según el ANVA podemos inferir que los parches de varillales son diferentes en diversidad ya que en el presente estudio se encontraron significancia entre las sub-parcelas.

Palabras claves: varillal, estructura, composición, diversidad, IVI.

I. INTRODUCCIÓN

En la llanura amazónica occidental están presentes principalmente tres tipos de vegetación (bosque de altura, bosque de bajial y vegetación priserial), integrados por 18 formaciones vegetales (7 formaciones vegetales en bosques de altura, 7 en bosques de bajial y 4 en vegetación priserial) (**Encarnación, 1993**). **Vásquez (1997)**, indica que algunos de esos bosques no son fuertemente diferenciables florísticamente, otros pueden ser notablemente distintos hasta el punto que bosques adyacentes en arena blanca, suelo laterítico, suelo aluvial o tahuampas inundadas por los ríos de agua blanca (várzea) o negra (igapó), generalmente comparten muy pocas especies aun cuando todos pueden ser muy abundantes en especies, a excepción de los varillales que presenta baja diversidad y una composición florística propia diferenciándose así de las otras formaciones vegetales.

Los “varillales” llamados comúnmente son bosques que crecen sobre suelos de arena blanca, estos suelos se caracterizan por presentar bajo contenido de nutrientes, el bosque presenta alta densidad (cantidad) de árboles y arbustos, que en su mayoría son muy delgados y de baja estatura. Estos bosques son vistos como fuente de recursos debido a la fuerte presión demográfica que aprovechan los árboles y los bancos de arena que sostienen a estos bosques para desarrollar la infraestructura de la ciudad de Iquitos.

Estos procesos sociales incentivan a realizar estudios y conocer los bosque sobre arena blanca, la composición florística, la riqueza de especies, las especies más importante dentro del ecosistema, ¿cómo es la estructura y diversidad del bosque?, son preguntas que deben ser resueltas, sobre todo con una base

científica y obedeciendo los protocolos de colección de especímenes botánicos donde se prioriza la determinación de las identidades botánicas. La información que aquí se produce pretende servir para mejorar el manejo de los bosques sobre arena blanca ya que **Lamprecht (1962)**, mencionado por **Mori y Reátegui (2012)**, asegura que sin conocer la composición florística y estructura de los tipos de vegetación boscosa sería difícil proyectar y desarrollar planes de manejo.

Por tal motivo la investigación tiene como finalidad aportar al conocimiento científico acerca de la composición florística, estructura y diversidad de los bosques de arena blanca y la posterior toma de decisiones para su buen uso de forma sostenible en bien de las comunidades aledañas que de una u otra forma dependen de estos bosques para el sustento diario.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema.

Los bosques sobre arena blanca de la carretera Iquitos-Nauta son una fuente importante de recursos sobre todo de materia prima para la construcción (arena) lo que le convierte en un ecosistema muy vulnerable cuando se aprovecha este recurso muy útil para desarrollar la infraestructura de la ciudad de Iquitos que es incentivado por el crecimiento demográfico, estos bosques también están expuestos a la presión masiva en la extracción de la materia prima como madera, resinas, corteza, semillas, frutos y hojas entre otros, estos a su vez contribuyen al desarrollo económico y social de la región, pero los recursos se pueden agotar si no empezamos a utilizarlos de forma racional y sostenible **(Freitas 1996, Álvarez 2006 y Mendoza, 2007)**.

Estudios recientes realizados por el alto Nanay demuestran que los parches de varillal no son constantes en cuanto a su composición **(Vriesendorp et al., 2007)**, lo que hace mucho más tedioso el manejo de estos bosques y nace la necesidad de ampliar estudios en los bosques sobre arena blanca.

Es cierto que existen estudios y trabajos de reconocidos botánicos que han logrado incrementar la información del conocimiento sistemático de la composición florística de la Amazonía; sin embargo, existen aún vacíos en información florística y por supuesto muchas especies están ahí esperando ser descubiertas, considerando también que inventarios que se hayan desarrollado en 1 ha de bosque sobre arena blanca son escasos por tal motivo se debe impulsar estudios de investigación de la flora amazónica ya que permitirá conocer realmente lo que existe en una hectárea de bosque sobre arena blanca y cómo se comporta la diversidad y estructura utilizando parcelas de 50 x 20 m.

2.2. Definición del problema

¿Cómo es la estructura y diversidad florística en una ha de bosque sobre arena blanca “varillal” en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana?

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Existe diferencia en la estructura y diversidad florística entre sub parcelas de 50 x 20 m en el bosque sobre arena blanca en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

3.2. Hipótesis alterna

Existe diferencia en la estructura y diversidad florística en los bosques de arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

3.3. Hipótesis nula

No existe diferencia en la estructura y diversidad florística entre las sub parcelas de 50 x 20 m en el bosque de arena blanca en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar la estructura y diversidad florística de árboles de un bosque varillal en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar la estructura diamétrica por hectárea, y el número de árboles por clase diamétrica de las especies en el bosque sobre arena blanca.
- Cuantificar el índice de valor de importancia de las especies del bosque sobre arena blanca.
- Calcular la diversidad florística alfa y beta a través de la riqueza y los índices de diversidad Shannon, Simpson, α Fisher y Bray-Curtis.
- Identificar la composición florística de especies en un bosque de arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.
- Determinar si existe diferencias estadísticas en la estructura y diversidad.

V. VARIABLES

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices

En el cuadro 1 se observa las variables, indicadores e índices identificados en el presente estudio, en la cual se resalta como variables la estructura y la diversidad del bosque.

Cuadro 1. Relación de variables, indicadores e índices

Variable	Indicadores	Índice
Estructura	Número de árboles Área basal Clase diamétrica IVI	Ind/ha ab/ha Cm %
Diversidad florística	Riqueza Composición Shannon Simpson Bray-Curtis	Número de taxas. Especies, géneros y familias. adimensional adimensional adimensional

5.2. Operacionalidad de las variables

En el Cuadro 2, se presenta la operacionalidad de las variables que se tendrá en cuenta en el desarrollo del presente trabajo.

Cuadro 2. Operacionalidad de las variables.

Variable	Símbolos	Unidad	Operacionalización
Estructura horizontal	Número de arboles Área basal Clase diamétrica IVI	Nº M ² Cm %	Ind/ha M ² /ha Nº ind/clase diamétrica Importancia
Diversidad	Composición florística Riqueza Shannon Simpson Bray-Curtis	Nº Nº Adimensional Adimensional Adimensional	Nro. de especies Nº especies/superficie Índice Índice Índice

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. Bosques en amazonía

La Amazonía está conformada por diferentes tipos de bosques, compuestos y ensamblados por especies diferentes, de alguna manera relacionados con los factores ambientales como relieve, inundación, contenido de nutrientes y drenaje. Es de conocimiento tradicional, reforzado por estudios, que los bosques de zonas inundables son diferentes a los de tierra firme, tanto en la composición como en la riqueza de especies (**BIODAMAZ, 2004**).

Prance (1996), observó que hay tipos de vegetación que se encuentran en forma de islas y que se encuentran distribuidos en varios países de Sudamérica esas son las sabanas, **campinas** de arena blanca y **caatingas**, inselbergs y las montañas de la mesa de la piedra arenisca o tepuis. Cada uno de estos hábitats son una serie de islas de vegetación. Estos dos términos brasileños campinas y caatinga son aplicados a áreas de la vegetación sobre arena blanca que difiera considerablemente dentro su fisonomía de la selva tropical alrededor de los oxisoles. El caatinga amazónico es un área grande de arena blanca que se encuentra entre el Río Branco y Río Negro en el noroeste de la Amazónica brasilera y que se extiende en Venezuela. El caatinga amazónico es dominado por especies de Fabaceae, especialmente el género *Eperua*. Las campinas son los parches similares de arena blanca vegetación completamente Amazonía y equivale a los bosques del brezal de Asia tropical. El caatinga y las campinas tienen en común algunas especies, (e.g. *Glycoxylon inophyllum* (Miq.) Ducke y

Humiria Balsamifera St. Hil.), pero es notable la diferencia en composición de especies.

Según **Álvarez y Soini (2002)**, toda esta gama de formaciones boscosas son el resultado de combinaciones de eventos históricos y geológicos y han creado un mosaico de diversos tipos de suelos, desde arenas cuarcitas casi puras hasta arcilla roja, siendo estas habitadas por una comunidad característica o única de plantas y animales, como resultado la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana alberga la biodiversidad más alta conocida en la cuenca amazónica, esto responde a que se encuentra en la zona de la Ecorregión Napo", calificada como una de las ecorregiones globalmente sobresalientes entre las aproximadamente 200 existentes en el mundo, que abarca el sector septentrional del Departamento de Loreto y parte de la Amazonía oriental ecuatoriana, donde se han reportado varios récords de biodiversidad de flora y fauna como lo reportado por **(Gentry, 1988)**, donde en 1 ha de bosque encontró cerca de 300 especies. Esta alta diversidad es resultado de la heterogeneidad de hábitats derivadas de las diferentes condiciones edáficas y ecológicas.

Una de estas formaciones boscosas y muy característico es el bosque sobre arena blanca ("Varillal") **Encarnación (1985 y 1993)**, describe a los varillales de fisiografía plana a pendiente leve el terreno es de buen drenaje y esorrentía, suelo principalmente arena gris blanquecina, se halla aislado como continuidad de un chamizal, el suelo de arena blanquecina tiene una profundidad de 0,5 a 5 m, el terreno puede ser inundado por lluvias torrenciales, escurren aguas negras en volúmen dependiente de la intensidad de las lluvias. La vegetación heliófita y esclerófila muy densa corresponde a comunidades de árboles, arbolillos y

arbustos hidromórficos, que se caracterizan por sus adaptaciones a los tipos de suelos de arena blanca con pocas especies y abundantes individuos por especie, 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; 1993 y IIAP-BIODAMAZ, 2004).**

Según las condiciones de humedad del suelo, se distinguen los tipos de “varillales húmedos” y “varillales secos” **(IIAP-BIODAMAZ, 2004).**

El primer grupo prospera en las terrazas de las planicies aluviales laterales de los ríos Nanay, Pintoyacu y Chambira, el segundo grupo ocupa las mesetas y onduladas de las terrazas onduladas al interior.

Varillal húmedo. Ubicado en las depresiones de las mesetas, presenta el suelo con deficiente drenaje y completamente cubierto por una red de raíces, y donde las especies dominantes de árboles y arbustos son *Caraipa utilis*, *Pachira brevipes*, *Euterpe catinga*, *Mauritia carana*, *Mauritiella aculeata*. Los “varillales húmedos” típicos ocupan los parches casi continuos laterales al río Nanay, hacia arriba de la desembocadura del río Pintoyacu, hasta la confluencia de las quebradas Agua Blanca y Agua Negra, donde “in situ” también se hallan pequeñas extensiones de “chamizales” **(IIAP, 2000, mencionado por IIAP-BIODAMAZ, 2004).**

Varillal seco. Ubicado en las partes acolinadas o en los pequeños declives, con buen drenaje y donde las especies dominantes de árboles y arbustos corresponden a *Anaxagorea brachycarpa*, *Dendropanax umbellatus*, *Macrolobium* spp., *Neea macrophylla*, *Oenocarpus bataua*, *Oxandra euneura* y *Tovomita* spp. **Vásquez (1997)**. Las comunidades de los “varillales secos” de las terrazas onduladas, generalmente, se disponen de manera concéntrica y centrípeta con los “varillales húmedos” **(Encarnación 1985 y 1993)**. En el sector Allpahuayo-Mishana, en el triángulo formado por la margen derecha del río Nanay y la carretera Iquitos - Nauta, departamento de Loreto, las imágenes de satélite solamente permiten distinguir los “varillales húmedos”, en un conjunto de más de 30 islotes o parches de estos bosques **(IIAP-BIODAMAZ, 2004)**.

Chamizal u ojo de varillal. Se ubica también en las depresiones de las mesetas pero hacia la parte más central, con drenaje casi nulo, donde la vegetación arbórea está casi ausente excepto por algunos individuos aislados típicos del varillal húmedo, y donde las especies herbáceas y arbustivas más evidentes son *Epistephium parviflorum*, *Stachyarrhena spicata* y *Trichomanes* spp. **(Vásquez, 1997)**.

En un contexto geográfico más amplio, parches de vegetación similar con nombres variables también ocurren en las cuencas del alto río Negro y río Blanco, en el norte de Brasil (campina, campinarana, caatinga amazónica) **Anderson, (1981)**. Suroeste de Venezuela (caatinga, bana), Guyanas (wallaba), y este de Colombia, y son equivalentes a los kerengas o ‘heathforests’ de los trópicos de Asia **(García et al., 2003)**.

6.2. Estructura del bosque.

A nivel del bosque generalmente se evalúan dos tipos de estructura, la vertical asociada a la distribución de las especies vegetales en los diferentes estratos o niveles altitudinales que éstas forman al interior del bosque, y la horizontal relacionada a la distribución espacial de los árboles por clase diamétrica (Louman *et al.*, 2001; Melo y Vargas 2003, citado por **Segura (2012)**).

Algunos de los índices más utilizados en la medición de la estructura horizontal del bosque son el número de árboles, el cuál es una medida directa de la densidad (Prodan *et al.*, 1997) mencionado por **Segura (2012)**, el área basal por su parte es la medida más importante de la estructura horizontal, su cálculo se fundamenta en el área de un círculo de diámetro igual al DAP (diámetro a la altura del pecho) de un árbol, siendo la suma de las áreas basales al interior de una comunidad o un bosque (expresada en $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) utilizada como indicador de competencia, en donde la distribución de individuos por clase diamétrica es ampliamente utilizado para evaluar el potencial de recuperación del bosque ante una intervención (Louman *et al.*, 2001) citado por **Segura, (2012)**.

Louman *et al.*, (2001), afirman que la estructura del bosque está influenciado por la características del suelo y del clima, las características y estrategias de las especies que lo componen y los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque, esto se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica. Esta estructura es el resultado de la respuesta de la planta al ambiente y a las limitaciones y amenazas que este presenta, como resultado se ha definido dos estructuras regulares e irregulares.

La estructura coetánea o regular del bosque corresponde a la mayor parte de los individuos, de una o varias especies, tiene una misma edad o tamaño, o están concentrados en una misma clase o tamaño, esta estructura se expresa gráficamente en forma de campana, este tipo de representación se puede observar en los bosques secundarios.

En la estructura disetánea o irregular, los individuos del bosque se encuentran distribuidos en varias clases de tamaño, lo que representa mediante una distribución del tipo J invertida, también se puede encontrar bosques cuya J invertida sea incompleta, esto significa que algunas clases diamétricas se encuentran subrepresentadas (tienen pocos individuos) o sobrerrepresentadas. Los bosques primarios intervenidos y no intervenidos, así como los bosques secundarios maduros, presentan este tipo de estructura aunque en muchos casos de forma incompleta, **(Louman et al., 2001)**. Una distribución diamétrica regular, es decir, mayor número de individuos en las clases inferiores, es la mayor garantía para la existencia y sobrevivencia de las especies; caso contrario las especies desaparecerán con el tiempo **(Lamprecht 1962)**, además, garantiza su aprovechamiento racional según las normas de rendimiento sostenido **(Freitas, 1986)**.

Louman et al., (2001), mencionan que la importancia de realizar el cálculo de la estructura vertical radica en que nos informa sobre la composición florística de los diferentes estratos del bosque en sentido vertical y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos y que responden a las diferencias micro

ambientales que permite que especies con diferentes requerimientos de energía se ubiquen en los niveles que mejor satisfagan sus necesidades.

El mismo autor, hace mención que el entendimiento de la estructura vertical y la composición del bosque a diferentes niveles sobre el suelo es muy importante para saber cómo manipular el crecimiento y la composición florística del bosque. Una variable que permita analizar esa estructura a nivel local es la posición sociológica de la copa que se refiere al acceso de luz que tenga la copa de un árbol individual.

6.3. Riqueza de especies.

Krebs (1985), manifiesta que la medida más antigua y más simple de diversidad de especies consiste en el contar el número de especies que ocurre en una unidad de área; 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 la especies presentes, segundo, el conteo de las especies depende mucho del tamaño de la muestra.

Según **Panduro (1992)**, por esta razón resulta preferible considerar la riqueza en un área determinada, por eso para comparar la riqueza florística es preciso manejar datos referidos a una misma superficie e idénticos tamaños mínimos de árboles considerados pudiendo ser estas de acuerdo al DAP. Así, nace la necesidad de representar una curva que relacione el número de especie por unidad de área.

Odum (1983) citado por **Panduro (1992)**, menciona que se utiliza dos formas de medir la diversidad para analizar la diversidad de especies en situaciones distintas, primero las comparaciones basadas en las formas, los tipos o las ecuaciones de las curvas de abundancia de las especies, y segundo las comparaciones basadas en los índices de diversidad que son razones u otras expresiones matemáticas de relaciones de especie e importancia.

Mori y Reátegui (2012), graficando la riqueza por unidad de área de un bosque sobre arena blanca, llegaron a la conclusión que se pudiera obtener la unidad óptima de muestreo para los varillales, encontrándose que la riqueza de especies se mantiene constante a partir de 0.8 ha aproximadamente, ellos afirman que dicha área expresa mejor la realidad en cuanto a la composición florística de los bosques sobre suelos de arena blanca.

Gentry 1988 citado por Asquith (2002) encontrado **en Morales et al., (2012)**, indica que la riqueza de especies de distintas comunidades de plantas neotropicales varía de acuerdo con cuatro gradientes ambientales: precipitación, suelos, altitud y latitud, lo que indica que el número de especies es proporcional al aumento de la precipitación anual, e inversamente proporcional al aumento en latitud y altitud; mientras que los nutrientes del suelo parecen tener menor efecto en la diversidad de especies.

6.4. Diversidad florística.

El concepto de diversidad se refiere a la variedad, desemejanza, diferencia en un conjunto dado de elementos, se entiende como la riqueza de la vida y de sus variantes sobre la tierra; como los millones de plantas que existen en el planeta, las cuales se pueden medir mediante ecuaciones matemáticas. **Magurran (1988)**, manifiesta que el índice de diversidad de Shannon – Wiener es uno de los índices más usados y sus valores varían entre 1,5 y 3,5, y rara vez alcanza o sobrepasa valores de 4,5. La función de Shannon combina dos componentes de la diversidad: a) el número de especies, y b) la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos en las diversas especies. Un mayor número de especies hace que aumente la diversidad de las mismas, e incluso con una distribución uniforme o equitativa entre ellas también aumentará la diversidad de especies (**Krebs 1985**).

El índice de Shannon-Wiener (H') el cuál mide la heterogeneidad de la comunidad, por tanto su alto valor indica que todas las especies son igualmente abundantes, el índice de Simpson (D), el cuál es una medida de la dominancia, indica que un alto valor de este índice determinará una mayor probabilidad en la dominancia de una o pocas especies en la comunidad.

MAGURRAN (1988) citado por **Moreno (2001)**, menciona que, 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.

Así mismo, dice que el análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si recordamos que el objetivo de medir la diversidad biológica es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Del mismo modo alega que medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identifica un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores.

Así mismo **Louman et al., (2001)**, señalan que la diversidad ofrece oportunidades para utilizar mecanismos naturales para la producción simultánea de diferentes funciones y bienes. Por otro lado, nos ofrece mayor estabilidad y seguridad, amortiguando efectos negativos todavía no conocidos que podrían resultar de la aplicación de intervenciones cuando no se tiene suficiente información sobre la dinámica del bosque. En bosque con alta diversidad, las especies vegetales pueden tener la misma función ecológica. La reducción en la población de otra especie puede ser compensada por un incremento en la población de la otra especie con la misma función.

La medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias. Magurran (1988) mencionado por **Moreno**,

(2001). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia o ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.) (Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984), citado por **Moreno, (2001)**.

6.5. Inventario florístico y composición

Campbell (1988) mencionado por **Segura, (2012)**, sostiene que el inventario botánico es perfecto cuando se realiza estudios sistemáticos y taxonómicos, cuyos objetivos son la determinación de todas las especies de plantas de un área geográfica dada, e incluye la colecta de las especies como muestras de herbario y archivadas en los herbarios, con asignación de números de colectas disponible para que los futuros estudiosos (investigadores) los ubiquen. El inventario es además un requisito para todas las disciplinas en biología, evolución y fitogeografía.

La identificación botánica de las plantas, es importante porque: “1) nos provee de conocimiento de la flora con credibilidad científica; 2) nos proporciona subsidio de investigaciones en las áreas de botánica, anatomía, ecología, palinología, recursos genéticos, manejo forestal, fito-química, etnobotánica, etc.; 3) nos garantiza la integridad de las transacciones comerciales de plantas y demás productos cosechados del bosque; 4) es imprescindible para el manejo sostenible de los recursos vegetales; 5) nos brinda información valiosa para la recomposición de la flora original de un área” (**Vásquez y Rojas 2013**).

La composición indica cuales son las especies vegetales que componen un bosque. Esta característica está en función de factores bióticos (ocurrencia de claros, ecología de las especies, disponibilidad de semillas, diversidad y silvicultura) y abióticos (clima, altitud, precipitación, viento, suelos, topografía) que en gran medida limitan la presencia u ocurrencia de una especie (Lamprecht 1990; Fredericksen *et al.*, 2001; Louman *et al.*, 2001 mencionados por **(Segura, 2012)**).

Por su parte **Louman *et al.*, (2001)**, menciona que la composición de un bosque está determinado tanto por factores ambientales, tales como, posición geográfica, clima, suelo y topografía, como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies.

El mismo autor alega que la precipitación es muy determinante en la cantidad de especies que se puede encontrar ya que a mayor precipitación más especies se encuentran es decir existe una relación directamente proporcional entre la precipitación y la cantidad de especies que se pueda encontrar en un determinado lugar.

6.6. Composición florística de las zonas aledañas a la ciudad de Iquitos.

Spichiger *et al.*, (1990), mencionan que realizaron un inventario botánico en árboles mayores a 10 cm de DAP, en el arboretum Jenaro Herrera que presenta un suelo areno limoso en una superficie de 9 ha, los resultados fueron presentados de una manera de flórmula en el que reportan 400 especies en 54 familias con árboles ≥ 10 cm de DAP, describiendo a las familias géneros y

especies mediante claves. Entre ellos podemos mencionar algunas por su abundancia en especies tales como: Moraceae (37 sp), Fabaceae (30 sp), Melastomataceae (20 sp), Burseraceae (19 sp), Myristicaceae (19 sp), Annonaceae (18 sp), Chrysobalanaceae (17 sp), Lauraceae (17 sp), Rubiaceae (17 sp) Myrtaceae (16 sp), Sapotaceae (16 sp), Euphorbiaceae (15 sp), entre otras.

Vásquez (1997), indica que realizó inventarios en 3 zonas aledañas a la ciudad de Iquitos, a la que él denomina reservas biológicas encontrando 164 familias, 902 géneros y 2740 especies, distribuidas en Pteridophyta 18 familias, 41 géneros y 123 especies; Gymnospermae 3 familias, 3 géneros y 6 especies; y Angiospermae 143 familias, 858 géneros y 2611 especies, de las cuáles 1729 especies (62,7%) del total de especies registradas para su estudio están presentes en *Allpahuayo Mishana* lo que indica mayor diversidad florística influenciada por la diversidad de hábitats, del mismo modo 1371 especies (49,7%) están presentes en ***Explorama Lodge*** que están influenciadas por los suelos ricos, mientras que en ***Explornapo Camp*** solo están presentes 871 especies (31.6%).

Ruokolainen y Tuomisco (1998), dicen que realizaron estudios de la composición florística de la zona de Iquitos, (carretera Iquitos-Nauta) en base a tres grupos de plantas, árboles de 2,25 ha ≥ 2.5 (cm de DAP), los árboles fueron inventariados en 11 sitios diferentes, en 15 sectores de muestreo separados por características de terreno y suelo se levantaron de 2- 4 parcelas de 20 x 20 m o 25 x 25 m a lo largo de un transecto de 500 o 1300 m de largo; para las Melastomataceae y Pteridofitas el inventario se realizó en 10,46ha, éstas se

inventariaron a lo largo de transectos de 2 x 500 m, 5 x 500 m y 5 x 1330 m; en el inventario se encontraron en total 6253 individuos de árboles, 1416 especies de árboles, 134 especies de melastomatáceas y 152 especies de pteridofitas. Se registraron por lo menos 75 familias diferentes más 18 que no se identificaron la familia de los árboles, de éstas las más diversas y abundantes son Fabaceae con 157 especies y 622 individuos, Myristicaceae (490 ind) 31 especies, Sapotaceae (395 ind. y 157 sp.), Annonaceae (303 ind. y 83 sp.), y Lauraceae (237 ind y 104 sp.). Las especies de árboles más abundantes son *Virola calophylla* (68 ind) *Rinorea racemosa* (68 ind), *Ravenia biramosa* (64 ind), *Virola pavonis* (62 ind), *Neea cf. Verticillata* (55 ind), *Mabea speciosa* (53 ind) y *Chrysophyllum sanguinolentum* (52 ind).

Ribeiro et al., (1999), realizaron estudios en cuatro unidades boscosas en la Reserva Forestal Ducke en Brasil, entre ellas, los bosques de “campinarana” o “varillal” que son caracterizados por ser bosques encontrados solo sobre arena blanca, con un dosel de 15 a 25 m, con pocos árboles de gran porte, menor biomasa y menor diversidad que otras unidades vegetales, alta penetración de luz y a veces con muchas bromelias terrestres; presenta una alta densidad de epífitas principalmente sobre (*Aldina heterophylla*), sub bosque denso arbóreo y arbusto, en esta unidad boscosa también es común encontrar palmeras.

Según los reportes existe mayor cantidad de especies (riqueza) en los bosques de tierra firme, los más altos valores encontrados en Loreto son: 295 especies en una hectárea de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (Vásquez y Phillips 2000), y 300 especies en una hectárea de bosque en Yanamono (Gentry 1988) reportado por **Valderrama (2007)**.

Este mismo autor, en la estación Experimental del Instituto Tecnológico de Nauta (EEITN), en una parcela de 1 ha de bosque colinoso con suelo tipo franco con mayor concentración de arena en contraste a las concentraciones de arcilla y limo, se inventariaron los árboles con ≥ 10 cm de DAP, encontrando un total de 707 árboles con DAP ≥ 10 cm, las familias más diversas son Fabaceae (12,03%), Lauraceae (9,12%) y Sapotaceae (8,71%), los géneros con mayor número de especies son *Pouteria* (6,22%), *Protium* (5,39%) y *Eschweilera* (4,98%), *Oenocarpus bataua* es la única especie de palmera registrada, *Eschweilera coriacea* presenta el valor más alto de IVI (26,19%) y es la especie más abundante (96 ind).

Zárate y Mori (2013), indican que en el trabajo de zonificación de la carretera Iquitos-Nauta se establecieron 41 parcelas de 50 x 20 m, 11 parcelas de 50 x 10 m y usó 6 trayectos de 1 x 20-100 m muestrearon un total de 44 500 m². El área presenta zonas con alta diversidad y también zonas con baja diversidad, logrando registrar 7 000 individuos, también encontró aproximadamente 1160 especies y 747 morfo especies con 11 especies endémicas de plantas lo que muestra que es notoriamente diversa, las cuales están incluidas en 520 géneros y 130 familias.

Ellos mismo mencionan que las familias más importantes por su abundancia de individuos son: Malvaceae con 1099 ind. (11,60%), Arecaceae con 836 ind. (8,82%), Myristicaceae con 485 ind. (5,12%), Lecythidaceae con 476 ind. (5,02%), Mimosaceae con 344 ind. (3,63%), Rubiaceae con 326 ind. (3,44%), Euphorbiaceae con 309 ind. (3,26%), Asteraceae 280 ind. (2,95%), Caesalpinaceae 264 ind. (2,79%), entre otras; entre los géneros tenemos: *Pachira* con 1025 ind., (10,82 %), *Eschweilera* con 417 ind. (4,40 %), *Tessaria* con 253

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

6.7. Composición de los varillales.

Anderson et al., (1975), manifiestan que en la amazonía brasilera en 3 parcelas de 10 x 10 m, 15 x 15 m y 20 x 20 m, midieron todas las especies leñosas mayores de 1 cm de DAP, a campina abiertas (similar en estructura a los chamizales) donde encontraron 23 especies leñosas como *Sandemania hoehnei*, *Matayba opaca*, *Cybianthus spicatus* cf (anterioemente *Conomorpha* cf, *grandiflora*) y *Eugenia* sp. Mientras que en las a campinas sombreadas (varillal bajo): la vegetación es más diversificada estructuralmente que las campinas abiertas, fueron encontradas 29 especies, en ciertos lugares dominado casi puro individuos de *Glycoxylon inophyllum*, *Aldina heterophylla*, *Ouratea spruceana*, *Swartzia doliopoda*, y *Clusia* aff. *Columnaris*, *Matayba opaca*, *Talisia cesarina*, *Protium heptaphyllum* y *Humiria balsamífera*. Mientras que en la campinarana (varillal alto) la más dominante es *Psychotria barbiflora*.

Panduro (1992), afirma que en el estudio realizado en bosques de tipo varillal cercana a la localidad de Puerto Almendra en un área de 0,4 ha inventariando árboles con ≥ 10 cm de DAP, en cuatro parcelas de 10 x 100 m (0.1 ha) reporta un total de 98 especies en 0,4 ha, con un promedio de 24,5 especies /1000m². Abundando las especies de *Pachira brevipes* (Malvaceae), *Caraipa utilis* (Calophyllaceae), *Euterpe* sp. (Arecaceae), *Eperua* sp. (Fabaceae), *Sloanea* sp. *morfo* sp. (Elaeocarpaceae) y *Dendropanax umbellatus* (Araliaceae); concluye que existe una baja diversidad debido a una limitante abiótica (suelo) cuya resultante es una estabilidad dinámica.

Freitas (1995), manifiesta que estudió 3 unidades boscosas encontrando para los varillales árboles con ≥ 10 DAP en 6 parcelas de 0,5 ha, 28 familias, representadas por 72 especies, la familia más dominante y más abundante es Fabaceae.

Freitas (1996), indica que la composición y estructura de cuatro tipos de bosques entre ellos al bosque de arena blanca, en 2 parcelas de 0,5 ha, se registraron árboles y palmas con DAP mayor o igual a 10 cm, encontrándose en total 25 familias de las cuales la más representativa de los varillales en cuanto a cantidad de géneros son: Fabaceae (6), Annonaceae, Clusiaceae y Sapotaceae con 5 géneros cada una. Los géneros más sobresalientes en especies son, *Protium* (6); *Macrolobium* y *Matayba* con 4 especies respectivamente, además encontró 43 géneros pudiendo estos aumentar ya que tres especímenes solo fueron identificadas a nivel de familia botánica, las mismas que fueron identificadas en 58 especies.

Sin embargo, en los estudios previos en Alto Nanay se puede observar que los varillales cambian de composición a medida que se aleja de la ciudad de Iquitos, ya que en el Alto Nanay para parcelas de 0.1 ha, **Vriesendorp et al., (2007)** reportan 113 individuos (DAP>5 cm) representando 66 especies en 22 familias ellos hacen mención que no se registraron especies de *Pachira brevipes* (Malvaceae), *Dicycme amazónica* (Fabaceae s.l.), *Caraipa* spp. (Calophyllaceae), los cuales son muy comunes en los varillales cercanos a la ciudad de Iquitos, La especie más común en este inventario fue *Macrolobium microcalyx* (Fabaceae s.l.), Otras especies comunes en este varillal incluyen *Emmotum floribundum* (Icacinaceae), *Macoubea guianensis* (Apocynaceae), *Ladenbergia* sp. *Remijia* sp. *Pagamea* spp. (Rubiaceae), *Salpinga* sp. (Melastomataceae), *Trichomanes crispum* (Pteridophyta), *Odontodenia* sp. (Apocynaceae) y *Ocotea aciphylla* (Lauraceae).

García et al., (2003), señalan que en estudios realizados en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana en 44 parcelas de 20 x 20 m ubicados en suelo de arena blanca, midieron los tallos desde 1 m de altura y 1 cm de DAP hasta mayores de 10 cm DAP. Reportan la presencia de 298 especies, de las cuales 29 fueron tomadas como potenciales especies indicadoras de algún tipo de varillal, y reconocen la clasificación de cinco tipos de varillal, entre ellos tenemos varillal alto seco, varillal alto húmedo, varillal bajo seco, varillal bajo húmedo y Chamizal. También dicen que los varillales extremos (altos secos y los muy bajos y húmedos o “chamizales”), presentaron el mayor número de especies indicadoras, mientras que el varillal bajo-húmedo-libre (varillal bajo húmedo) y el varillal bajo seco-denso

(varillal bajo seco) solo presentaron una especie indicadora: *Virola pavonis* y *Dicymbe uaiparuensis*, respectivamente.

Amasifuen y Zárate (2005), manifiestan que evaluaron dos tipos de bosques del Fundo UNAP (varillal y terraza), instalaron 10 parcelas de 20 x 50m (5 en cada tipo de bosque) teniendo como resultado un total de 3909 individuos de plantas leñosas “dicotiledóneas” con $\geq 2,5$ cm de DAP, de las cuáles se realizaron 1761 colecciones botánicas (91 muestras fértiles), identificando 20 órdenes, 75 familias, 243 géneros y 538 especies. Las parcelas situadas en el bosque de varillal presentaron mayor cantidad de individuos mientras la ubicada en terraza registró la mayor cantidad de especies y familias. La familia más abundante en número de especies para los 0,5 ha de varillales fue Fabaceae, Clusiaceae, Sapotaceae, Myrtaceae y Lauraceae, en cantidad de individuos fueron Fabaceae, Malvaceae, Clusiaceae, Sapotaceae y Elaeocarpaceae. Mientras que *Pachira brevipes* (Malvaceae) fue la especie más abundante. Además mencionan que 82 especies son exclusivas de varillal.

Fine et al., (2010), afirman que en el Inventario florístico de 16 parcelas (13 varillal y 3 en chamizal) de 20 x 50 m en el departamento de Loreto, donde registraron los árboles a partir de 2,5 cm de DAP, en siete sitios de la Amazonía peruana para investigar la composición de diversidad de especies y endemismo en bosques de arena blanca. Encontraron 3631 árboles individuales en las 13 sub parcelas y separado a ellos en 221 especies y Morphoespecies, asimismo reportan 41,5 especies en 0,1 ha, clasificando 114 especies como endémica para arena blanca, con otras 21 especies que pueden ser consideradas especialistas facultativos o endemias secretas. Las tres parcelas del Chamizal obtuvo en

promedio 248 individuos; Clusiaceae fue la familia más importante aparte de Malvaceae y Fabaceae, mientras que *Pachira Brevipes* (A. Robyns) W. S. Alverson (*Malvaceae*) fue la especie más abundante.

Mori y Reátegui (2012), hacen mención que en 1 ha de bosque de arena blanca “varillal” en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, se registró un total de 746 individuos de plantas leñosas con ≥ 10 cm de DAP, distribuidos en 17 ordenes, 34 familias, 62 géneros y 87 especies, de las cuales 748 son árboles y 8 palmeras, *Haploclathra cordata* R. Vásquez (*Calophyllaceae*) y *Pachira brevipes* (Robyns) Alverson (*Malvaceae*) fueron las especies más abundantes, con 124 y 77 individuos respectivamente. Clusiaceae fue la familia con mayor número de individuos y Fabaceae la más diversa. Siendo las familias botánicas más abundantes, Clusiaceae con 162 individuos (21,95%), *Fabaceae* 139 ind. (18,83%), *Malvaceae* 78 ind. (10,57%), *Sapotaceae* 61 ind. (8,27%), *Myrtaceae* 40 ind. (5,42%), *Araliaceae* 38 ind. (5,15%), *Apocynaceae* 35 ind. (4,74%), mientras que los géneros con mayor número de fustes fueron *Haploclathra* 124 ind. (16,80 %), *Pachira* 77 ind. (10,43%), *Tachigali* 37 ind. (5,01%), *Dendropanax* 36 ind. (4,88%), *Marlierea* 36 ind. (4,88%), *Aspidosperma* 34 ind. (4,61%), *Dicymbe* 32 ind. (4,34%), La familia que presenta mayor número de especies es *Fabaceae* 15 especies; (17,24%), seguida de *Sapotaceae* 9 especies; (10,34%), *Apocynaceae* 5 especies; (5,75%), *Clusiaceae* (5 especies; 5,75%), *Euphorbiaceae* (4 especies; 4,60%), *Rubiaceae* (4 especies; 4,60%), *Moraceae* (3 especies; 3,45%).

Zárate y Mori (2013), alegan que en estudios de la zonificación ecológica económica de la carretera Iquitos-Nauta establecieron una parcela de 20 m x 50

m para árboles mayores a 10 cm de DAP y una 5 m x 5 m en cada esquina, para evaluar las formas herbáceas, arbustivas y juveniles de árboles, y un trayecto de 100m para la vegetación más homogénea. Donde realizaron estudios de la composición de los varillales reportando que la composición florística está representada principalmente por: *Dicymbe uaiparuensis*, *Pachira brevipes*, *Caraipa utilis*, *Dendropanax umbellatus*, *Euterpe catinga*, *Parkia igneiflora*, *Emmotum* sp. 1, *Pagamea coriacea*, *Mauritia flexuosa*, *Sloanea spathulata*, *Alchornea triplinervia*, *Adiscanthus fusciflorus*, *Macrolobium limbatum*, *Jacqueshuberia lorentensis*, *Brosimum utile*, *Clidemia epibaterium*, *Lacmellea* sp.1, *Mauritiella armata*, *Metaxya rostrata*, *Odontadenia* sp.2, *Peperomia* sp.1, *Peperomia* sp.2, *Pleurothyrium* aff., *nobile*, *Pouteria cuspidata*, *Protium krukoffii*, *Quapoya peruviana*, *Siparuna* sp.1, *Stenospermation amomifolium*, *Swartzia pendula*, *Symphonia globulifera*, *Tapirira guianensis*, *Taralea oppositifolia*, *Tococa guianensis*, *Virola pavonis*, entre otros.

Zárate et al., (2013), dicen que en dos parcelas (Allpahuayo y ex petroleros) de 1ha cada uno, tomando datos de los árboles mayores o igual a 10 cm DAP, En las dos parcelas se registró 1625 individuos \geq 10 cm de DAP, en la parcela de Ex petroleros hay 746 individuos (45,9%) y en la de 13 de Febrero 879 individuos (54,1%), correspondientes a 108 especies (77 especies y 31 morfo especies) incluidas en 61 géneros y 35 familias de Angiospermas, no se reportan Gimnospermas. Se colectó 263 muestras botánicas. La parcela de 13 de Febrero tiene 33 especies y la de Ex Petroleros 96 especies.

La familia con mayor cantidad de individuos son: Clusiaceae con 544 ind. (33,5%), Malvaceae con 323 ind. (19,9%), Caesalpiniaceae con 234 ind. (14,4%),

Araliaceae con 72 ind. (4,4%), Sapotaceae con 68 ind. (4,2%), Myrtaceae con 41 ind. (2,5%), Apocynaceae 38 con ind. (2,3%), Icacinaceae 36 con ind. (2,2%), Linaceae con 27 ind. (1,7%), Mimosaceae con 25 ind. (1,5%).

Las especies más abundantes son *Caraipa utilis* con 386 ind. (23,8%), *Pachira brevipes* con 323 ind. (19,9%), *Dicymbe uaiparuensis* con 140 ind. (8,6%), *Haploclathra cordata* con 124 ind., 7,6%), *Dendropanax umbellatus* con 70 ind., (4,3%), entre otras.

6.8. Regeneración en los varillales.

Rojas y Tello (2006), señalan que realizaron la evaluación de la regeneración de un fragmento de bosque de varillal del CIEFOR, la muestra estuvo compuesta de 105 parcelas estructurales como son: parcelas de 10 m x 10 m en las categorías fustal (>10 cm DAP), 5 m x 5 m latizal (≥ 5 cm pero < 10 cm DAP) y 2 m x 2 m para la categoría de brinzal (altura total superior a 30 cm pero menor de 5 cm DAP). Reportaron 6298,18 árboles/ha en 93 especies, de las cuales 2292,73 árboles/ha corresponde a la categoría brinzal; 1523,64 plantas/ha a la categoría latizal; y 1781,82 árboles/ha a la categoría fustal, un 41,90% del área está ocupado por la categoría Fustal, *Caraipa densifolia* Mart ocupa el 12,38% del área y *Aniba guianensis* Aubl el 10,48%. Las plantas de la categoría latizal ocupan el 7,62% del área especialmente *Aniba guianensis* Aubl, ocupa el 2,86% y *Caraipa densifolia* Mart, e *Iryanthera* sp., ocupan el 1,91% del área. Las especies comerciales jóvenes de la categoría brinzal ocupan el 16,19% del área con predominancia de *Iryanthera* sp. (8,57%) y *Aniba guianensis* Aubl. (2,86%).

6.9. Diversidad Alfa

Panduro (1992), afirma que en cuatro parcelas de 0,1 ha de un bosque sobre arena blanca en árboles a partir de 5 cm de DAP, encontró que el índice de Shannon-Weaver varía entre 3,18 y 5,36 bits en 0.1ha. En cuanto al índice de Simpson varía entre 0,80 y 0,96 para el mismo tamaño de muestra.

Amasifuen y Zárate (2003), aseveran que en 1 ha de bosque en el fundo UNAP en dicotiledóneas $\geq 2,5$ cm de DAP, encontró en 1 ha 3909 individuos de los cuáles su índice de Shannon fue de 4,36; y Simpson= 0,0343. Mientras que evaluando por tipo de bosque (0,5 ha) indican que el bosque de terraza reporta 1491 individuos de las cuales el índice de Shannon= 5,64; y Simpson= 0,005; y para el bosque “Varillal” en 0,5 ha, registró 2418 individuos encontrando Shannon= 3,42 y Simpson= 0,087.

Tello (2008), indica que realizó estudios en las zonas inundables del río nanay cerca de la comunidad de Puerto Almendra donde encontró índice de Shannon de 3,88.

Mori y Reátegui (2012), manifiestan que en 1 ha de bosque de arena blanca “varillal” en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, el índice de diversidad para las plantas leñosas con ≥ 10 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho) un índice de Shannon $H= 3,57$ y Simpson $1-D= 0,9449$.

Zárate et al., (2013), mencionan que evaluaron dos parcelas de 1 ha cada una encontrando que la diversidad alfa que presentan las parcelas de los varillales son para la parcela de 13 de Febrero con 879 individuos, donde el índice de Shannon es 1,80 y 3,60 en Ex Petroleros donde se registró 746 individuos; de acuerdo a

Simpson 1-D; la parcela de 13 de Febrero y Ex petroleros obtuvo un valor de 0,73 y 0,95 respectivamente.

6.10. Índice de Valor de Importancia

Freitas (1995), asegura que en tres parcelas de bosque de varillal de 0,5 ha en la localidad de Jenaro Herrera, identificó 28 familias para árboles mayor o igual a 10 de DAP; reportando Fabaceae (70,4%), (Clusiaceae) (47,7), y Malvaceae (43,3%), juntas suman el mayor IVI y aportan más del 50% del valor total, le siguen en orden de importancia, Icacinaceae (18,4%) y Apocynaceae (13,4%), En cuanto a las especies solamente 8 de las 72 se consideran importante pues sus valores suman más de 50 % del valor total del IVI, entre ellas podemos mencionar a *Pachira brevipes* (41,2%), *Dicymbe puncticulosa* (19,8%), *Dipteryx oppositifolia* (18,4%), *Caraipa punctulata* (17,5%), (*Clusiaceae*) JH-SP 1 (17,3%), *Poraqueiba JH-SP 1* (15,9%) *Haploclathra paniculata* (14,5%) y *Ambelania JH-SP1* (9,4%).

Freitas (1996), certifica que en dos parcelas de bosque de varillal de 0,5 ha cada uno en la localidad de Jenaro Herrera identificó para arboles mayor a 10 cm de DAP, 25 familias, de las cuales Guttiferae (65,1%), Malvaceae (54,1%), Fabaceae (28,0%) y Euphorbiaceae (15,4%) poseen el mayor IVI definiendo la composición florística del bosque al aportar más del 50% del valor total. El mismo autor encontró 58 especies, de las cuales solamente 8 especies se consideran las más importantes porque sus valores suman más del 50% del valor total del IVI variando entre 52,3% para *Rhodognaphalopsis brevipes*, *Haploclathra paniculada* 25,6; *Calophyllum brasiliense* 24,6, *Hevea nítida* 13,6, *Roucheria punctata* 12,0, (*Clusiaceae*) JH-SP 1. 11,0, *Caraipa punctulata* 8,5 y 7,7% para *Macrolobium JH-SP 2*.

Rojas y Tello (2006), manifiestan que realizaron un estudio de regeneración (fustal, latizal y brinzal) en los varillales de CIEFOR Puerto Almendra, en 105 parcelas de muestreo de 10 x 10m cada una, para la categoría de fustales ≥ 10 cm DAP reportó lo siguiente: las especies con mayor representatividad en el bosque de varillal, son *Pachira brevipes* (A. Robins) W.S. Alverson (punga), es la especie con mayor relevancia en el bosque con un 21,61 % del total, seguido por *Caraipa utilis* Vásquez (aceite caspi) y *Macrolobium stenocladum* Hams (boa caspi) con 17.26 % y 16.54 % respectivamente; *Sloanea latifolia* (Rich) K. Schum 13,67% *Ternstroemia klugiana* 13,55.

6.11. Estructura horizontal

Según **Freitas, (1995) y (1996)**, sostiene que en una hectárea de bosque de arena blanca en la localidad de Jenaro Herrera la cantidad de árboles con diámetros iguales o superiores a 10 cm de DAP el mismo que varía entre 830 a 988 individuos, el área basal fue de 19.83 m².

IIAP 2001, reportado por **(IIAP-BIODAMAZ 2004)** aseveran que en un bosque “varillal alto seco”, se registraron 42 especies de árboles mayores de 10 cm de DAP con 500 ind/ha, área basal de 19, 988 m²/ha y un aproximado de 0,040 m²/individuo.

Zárate et al., (2013), ostentan que en dos parcelas muestreadas de 1ha cada una (Ex petrolero y 13 de Febrero) encontraron en total 1625 individuos mayores a 10 de DAP reportando un total de 54,79 m² como área basal entre todos los tallos muestreados; 29,75 m² (54,3%) para Ex petrolero y 25,04 m² (45,7%) para 13 de Febrero. Las cinco especies con la mayor cantidad de área basal son: *Caraipa*

utilis (31,21%), *Haploclathra cordata* (11,88%), *Pachira brevipes* (9,53%), *Dicymbe uaiparuensis* (6,40%) y *Taralea oppositifolia* (4,55%); juntas agrupan 34,83 m² (63,57%).

Zárate y Mori (2013), menciona que en trabajos de la zonificación ecológica y económica de la carretera Iquitos-Nauta determinaron que la densidad o la cantidad de individuos con DAP \geq 10 cm es de 87 individuos por 0,1 ha.

VII. MARCO CONCEPTUAL

Biodiversidad o diversidad biológica: Se define como la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas **(Moreno, 2001)**.

Composición florística: Estudia a las familias, géneros y especies que viven en un determinado lugar o área **(Font Quer, 2000)**.

Diversidad alfa: Es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, **(Moreno 2001)**.

Diversidad beta: Una comparación de diversidad entre ecosistemas, es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje **(Moreno 2001)**.

Diversidad: Hace referencia a la variabilidad de especies que se presentan en una dimensión espacio-temporal definido, **(Ramírez, 1999)**

Estructura: Organización física, tendencia o patrón que presenta un sistema, al interior de una comunidad, la estructura hace referencia a la cantidad de objetos presentes en ésta, su distribución y arreglo espacial (Noss 1990; Melo y Vargas 2003) mencionado por **(Segura 2012)**.

Flora: Se denomina flora al “conjunto de especies de plantas de un territorio”, es decir todas las plantas que habitan un área determinada **(IIAP-BIODAMAZ. 2004)**.

Formaciones vegetales: La formación se define como una cohabitación botánica individualizada por la forma biológica que en ella domina, En ese sentido se puede expresar en términos vulgares, como bosque, prado, estepa, sabana, espinar, chaparral, entre otros **(IIAP-BIODAMAZ. 2004)**.

Inventario: consiste en la anotación de la composición florística y de los demás caracteres geobotánicos que presenta una población vegetal homogénea concreta. El inventario constata la lista completa de las especies que existen en una superficie en estudio **(Font Quer 2000)**.

Riqueza específica: La riqueza de especies es la medida más sencilla y directa para medir la biodiversidad, pues expresa el número de especies por unidad de área (Van Kuijk *et al.* 2009) mencionado por **(Segura 2012)**.

Varillal: Los “varillales” son bosques que crecen sobre suelos de arena blanca estos suelos tienen pocos nutrientes. Tienen una alta densidad (cantidad) de árboles y arbustos, que en su mayoría son muy delgados y de baja estatura **(Mendoza, 2007)**.

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 MÉTODOS

8.1. Características generales del área de estudio

Ubicación

El ámbito de estudio donde se estableció la parcela, se ubica en el departamento de Loreto, provincia de Maynas, distrito de San Juan Bautista dentro del área de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, a la altura del Km 31.2 de la carretera Iquitos-Nauta (Figura 1).

Cuadro 3. Coordenadas UTM de los vértices de la parcela de estudio

Vértices	X	Y	Altitud
1	672806	9558916	143
2	672883	9558964	145
3	672749	9558993	150
4	672827	9559056	150

Accesibilidad

La vía de acceso hacia la zona de estudio es por carretera asfaltada, tomando como referencia a la ciudad de Iquitos se recorre en una combi por un aproximado de 45 minutos hasta llegar al Km 31.2 que se encuentra a 800 metros de la comunidad 13 de febrero (Kilómetro 32 de la carretera Iquitos-Nauta), desde allí se recorre a pie por una pequeña trocha de aproximadamente 6 km de longitud en un tiempo aproximado de 1 hora hasta llegar al área de estudio.

Clima

La zona climática de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana es de selva tropical lluviosa, caracterizada por precipitaciones anuales altas, entre 2 500 y 3 000 mm, y temperaturas medias anuales altas, mayores de 26 °C, los cambios climáticos estacionales son poco apreciables (no existe estacionalidad marcada), y bastante variables, dependiendo más de la precipitación pluvial que de la temperatura. La

humedad atmosférica es casi constante, variando de 80% hasta 100%. Ocasionalmente, durante la estación más seca, de junio y julio, ocurren períodos de descenso moderado de las temperaturas (que bajan hasta 14 o 15 °C), provocados por los vientos del hemisferio sur, **(Marengo, 1998)**.

8.1.1. Fisiografía

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

8.1.2. Vegetación

La vegetación del área de estudio corresponde al bosque de arena blanca localmente conocido como varillal. Este bosque se caracteriza por presentar baja diversidad, abundancia de tallos es decir tiene alta densidad de árboles, los fustes son muy delgados, un alto endemismo de especies representado por pocas especies como *Pachira brevipes*, *Dicymbe uaiparuensis*, *Caraipa utilis*, *Sloanea spathulata*, *Dendropanax umbellatus*, *Chrysophyllum sanguinolentum*, *Maclobium microcalyx*, *Ternstroemia klugiana*, *Haploclathra paniculata*, *Licania lata*, *Calophyllum brasiliense*, *Haploclathra cordata*, *Dendropanax umbellatus*, *Marlierea caudata*, *Tachigali paniculata*, *Aspidosperma excelsum* **(Encarnación, 1993; Vásquez, 1997; IIAP-BIODAMAZ, 2004; Mori y Reátegui, 2012)**.

En la clasificación de sistemas ecológicos de **Josse et al., (2007)**, los varillales se denominan como “vegetación esclerófila de arenas blancas del oeste de la Amazonía” menciona que es un sistema con distribución dispersa, determinada por las condiciones edáficas de suelos de arenas blancas bajos en nutrientes y la

presencia de una capa podzolica impermeable en el subsuelo. La profundidad de esta capa y la topografía del sitio influyen en la fisonomía que varía de formas leñosas de 1-2 m de alto, a arbolillos de 5-8 m, hasta bosques de 15 m de alto conocidos como varillales, debido a los diámetros menores de 20 cm de los árboles.

8.1.3. Suelo

Los suelos de la zona de estudio pertenecen al suelo de arenas blancas fuertemente lixiviados según clasificación de la FAO Arenosoles, Podsoles, generalmente se presenta en topografía plana o ligeramente onduladas. Se asume que los materiales parentales de estos suelos incluyen la unidad de arenitas de Iquitos, debido a su alta permeabilidad, los procesos de denudación son considerados prácticamente ausentes. Consiste predominante de arena fina con un diámetro de 0.1 a 0.5 mm, el contenido de limo es bajo menos del 15% y frecuente mente menos de 10% al igual que la arcilla aunque en la mayoría de estos suelos constituye menos del 5 %, las arenas constituye de cuarzo en un 99%. El contenido de carbón orgánico en el suelo mineral es bastante bajo. La reacción del suelo mineral es fuerte o ligeramente ácida en toda su extensión, con un pH entre 4,7 y 5,7. El contenido de aluminio intercambiable es nulo o muy bajo; por lo tanto, el porcentaje de saturación de aluminio intercambiable es también muy bajo (**Kauffman *et al.*, 1998**).



Figura 1 Mapa de ubicación del área de estudio

8.2. Materiales y equipos

Materiales de campo

Botas, machete, cuaderno de apuntes, plumón indeleble, lápiz, cinta métrica, tijera podadora de mano, tijera telescópica, bolsa de polietileno, papel periódico, cinta color naranja, costal, hilo pabilo, impermeable, alcohol industrial, subidores de árboles (pata de loro), baladoras, rafia, binoculares, linternas, pilas AA y AAA, mapa de vegetación, imágenes de satélite Landsat 5TM.

Equipos de campo

Cámara digital, GPS, brújula, clinómetro, entre otros.

Materiales de gabinete

Prensa, cordel, útiles de escritorio.

Equipos de gabinete y Software.

Estufa, prensa, Pc disco duro de 500 Gigas, y 2.Gigas de memoria RAM, impresora, memoria USB, procesadores de texto (Word), manejadores de base de datos, hoja de cálculo (Excel). Past. ArcGis 9.3.

8.3. Metodología.

8.3.1. Tipo y nivel de investigación.

El presente trabajo de investigación es de tipo inductiva y descriptiva, porque describiremos e interpretaremos lo que existe en el bosque sobre arena blanca, dando a conocer las características y rasgos importantes de este bosque.

8.3.2. Población y muestra

Población

Para la presente investigación la población estuvo conformada por los árboles del bosque sobre arena blanca en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

Muestra

La muestra del trabajo fueron todos los árboles cuyo DAP sean iguales o mayores a 10 cm que se encuentran en una hectárea de bosque sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

8.3.3. Análisis estadístico

Para determinar si la estructura es igual o diferente entre las sub parcelas se realizó el análisis de varianza (ANVA) que nos permite observar si las muestras (sub-parcelas) son estadísticamente diferentes o no, tanto en la estructura, riqueza y diversidad. Se trabajó a un nivel de significancia de 0,05.

Las diez sub-parcelas se dividió en dos grupos, el primer grupo está conformado por las cinco sub-parcelas más próximas al centro del parche del varillal las que se encuentran en la superficie plana, el segundo grupo las cinco sub-parcelas más alejadas del centro del varillal, las que se encuentran con una leve pendiente superior a 10%, (ver figura 2).

Si "F" calculada es menor que "F" tabulada no existe diferencia significativa, pero si "F" calculada es mayor que "F" tabulada existe diferencia significativa entre las sub-parcelas muestreadas.

8.3.4. Procedimiento

8.3.4.1. Establecimiento de la parcela

Se instaló una parcela de 100 m x 100 m de terreno equivalente a 1 ha, se delimitó y demarcó con jalones, wincha, brújula, además está debidamente geo referenciada con un dispositivo receptor GPS (sistema de posicionamiento global). Luego de haber ubicado el área de estudio se definió el primer vértice de la parcela y a continuación, con ayuda de la brújula, cinta métrica y cordeles se estableció los otros tres vértices faltantes delimitando así la parcela, consistente en un cuadrado de 1 ha, las esquinas de la parcela se marcaron con jalones de 1.60 metros de longitud amarradas con cinta color anaranjado para hacerlo más visible, la parcela a su vez fue subdividida en 10 sub parcelas de 50 x 20 m porque facilita la toma de datos de campo (**Zarate et al., 2013**) (Figura 3).

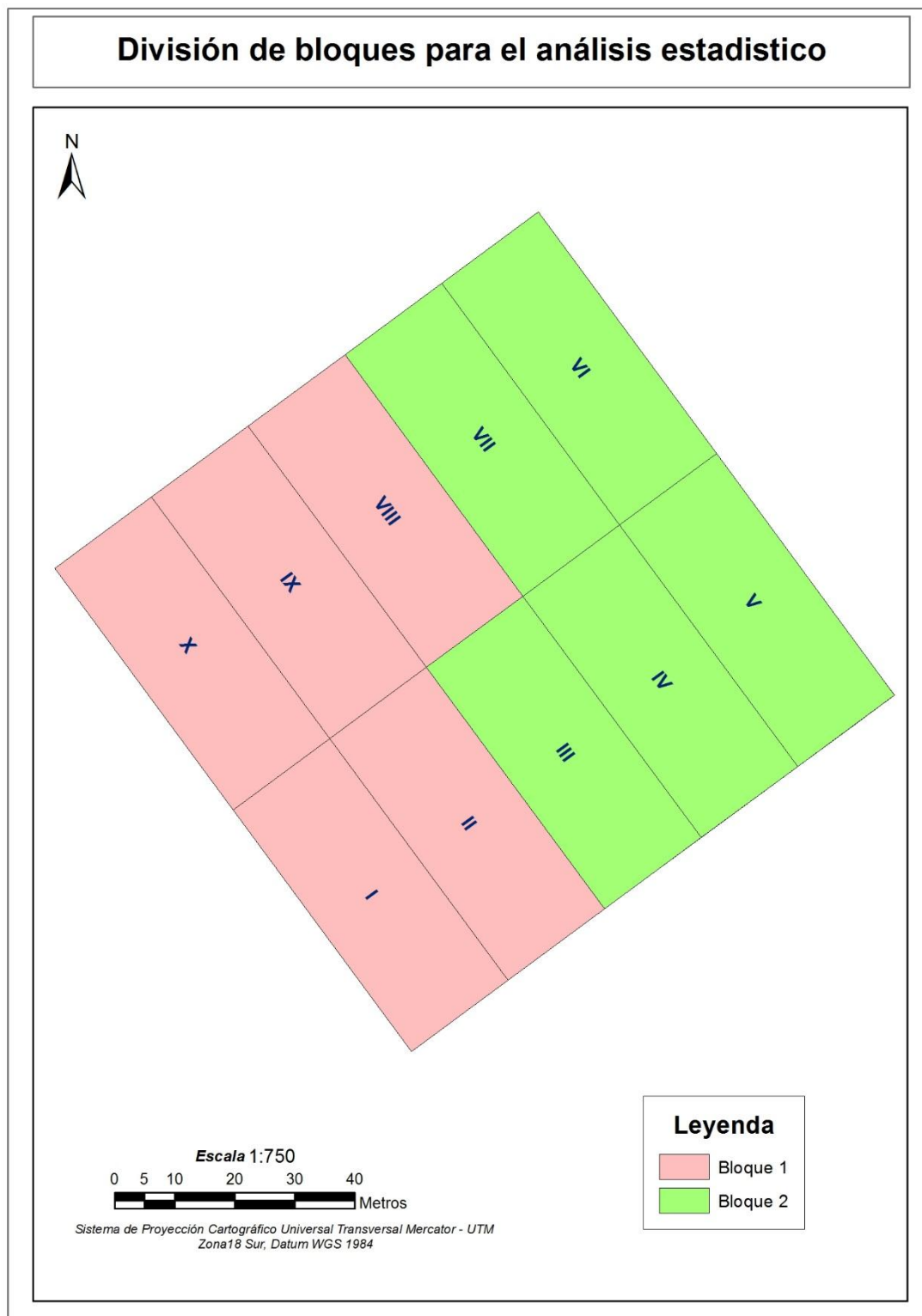
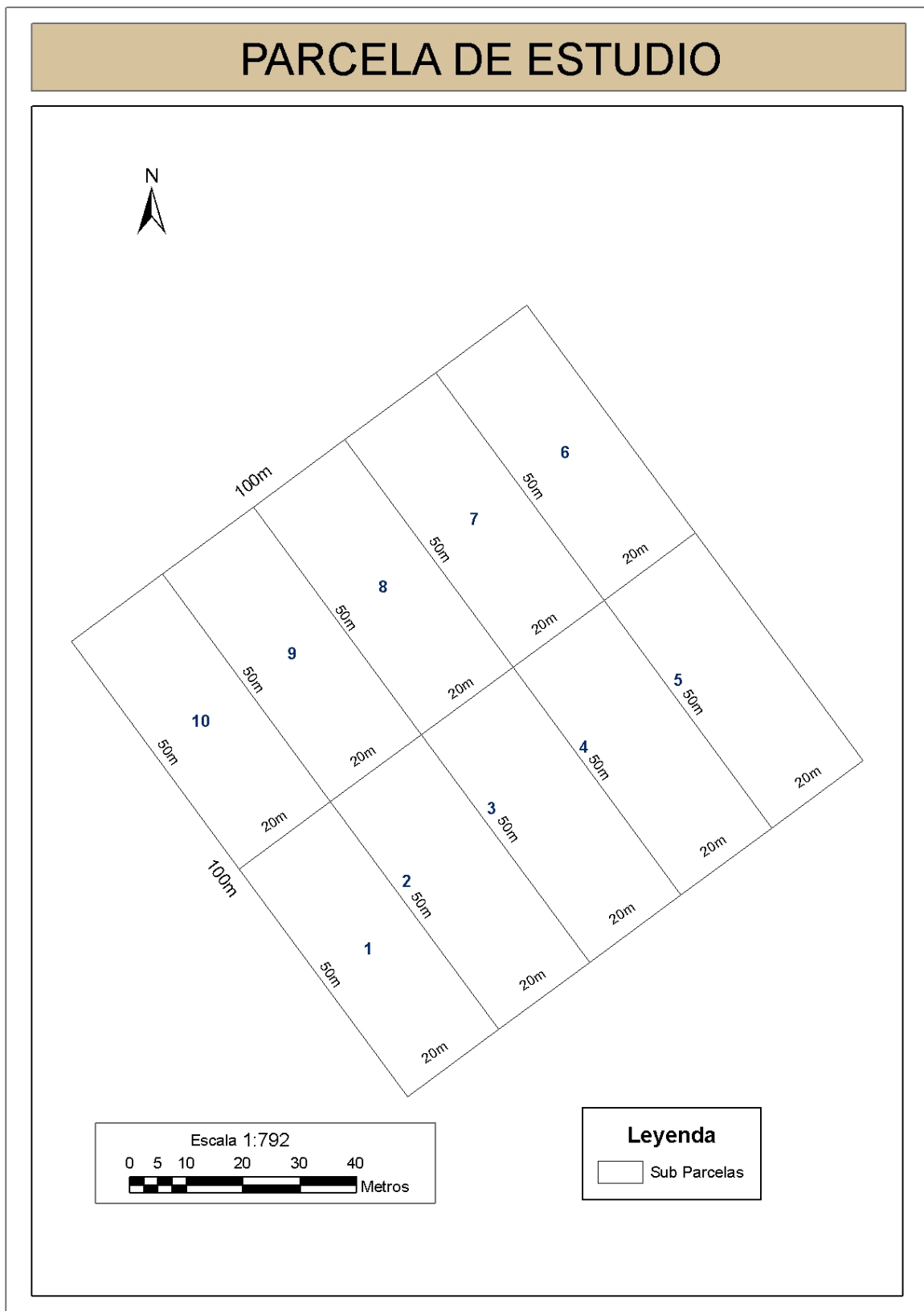


Figura 2. División del área de estudio para la prueba estadística.



8.3.4.2. Toma de datos

En el inventario se registraron y midieron todos los fustes de las especies vegetales (árboles, arbustos y palmeras) con diámetro a la altura del pecho (DAP) \geq a 10 cm, que se encuentren dentro de los límites de la parcela, se realizó un diseño de registro donde se puedan anotar las principales características de cada árbol de manera que se obtenga la mayor información posible, La medición del DAP se realizó con cinta diamétrica sobre la sección del tallo situada a 1.30 metros desde el punto del suelo, cuyo control se midió con una barra de 1.30 m de largo, simultáneamente se describió las características de la planta, tales como olor de la corteza, forma del fuste, presencia o ausencia de látex, tipo de raíz, colores de las flores y o frutos, entre otros, en lo posible se trató de identificar en campo la familia, género y en algunos casos la especie, la toma de datos de coordenadas X Y se realizó para observar la dispersión de los árboles en la parcela y puedan ser ubicadas fácilmente.

8.3.4.3. Herborización de muestras botánicas

El proceso de herborización constó de lo siguiente:

8.3.4.3.1. Recolecta botánica

Al menos se recolectaron tres muestras botánicas por cada especie, esto se realizó con tijeras telescópicas y tijera podadora de mano, posteriormente fue codificado o rotulado con un código de colecta con el número de árbol y sub parcela correspondiente, Para esto se tuvo en cuenta el concepto de muestra botánica como ejemplar normalmente con las características de la especie muy bien definidas, de tal manera que el conjunto de caracteres nos conlleve a una determinada especie en la confrontación con los herbarios.

8.3.4.3.2. Código de colección.

Se colocó un código correlativo del uno (1) hasta la última colecta anteponiendo las iniciales del tesista (iniciales del nombre y apellido) dicho código fue registrado en la parte inferior del periódico y también en la libreta de campo.

8.3.4.3.3. Preservado.

Las muestras botánicas una vez montada en periódico, fueron amarradas, para evitar los posibles ataques de los hongos e insectos, se usó una solución de alcohol de 70° y agua en una proporción de 50:50 posteriormente se vertió la solución dentro de una bolsa de polietileno donde están apilados las muestras botánicas empaquetadas en periódico, después se hermetizará procurando en lo posible no dejar mucho aire en la bolsa.

8.3.4.3.4. Prensado.

En este proceso se utilizó dos prensas de madera, láminas de aluminio y cartón, además de cuerdas para amarrar el cúmulo de muestras que se colocaron en el medio entre las dos prensas de madera, esto ayudó a que las muestras estén quietas al momento del secado.

8.3.4.3.5. Secado.

Las muestras prensadas posteriormente pasaron a ser secados en un secador de SERBIO (servicios de biodiversidad) donde permaneció por unas 48 a 72 horas según el material vegetativo, el horno permaneció a una temperatura de más o menos entre 60 y 70 °C.

8.3.4.4. Identificación de especímenes

Concluido el proceso de herborización se procedió a la debida identificación de los especímenes botánicos para tal objetivo se procedió de la siguiente manera: Las muestras fueron agrupadas en familias con ayuda de textos especializados, como **(Vásquez. 1997), (Ribeiro et al. 1994), (Spichiger.1990a y b), (Gentry, 1993)**, información de trabajo de campo, y la ayuda de los asesores.

Una vez agrupadas en familia se procedió a identificar otro rango taxonómico, el de género y especie, para esto también se consultó a textos especializados, **(Vásquez. 1997), (Ribeiro et al. 1994), (Spichiger.1990a y b), (Gentry, A. 1993)**, consultando con especialistas y asesores, también fue posible compararlos con las exicatas del herbario amazonense (AMAZ) para su debida identificación y certificación, además de consultar la base de datos del Jardín Botánico de Missouri que se encuentra disponible en el internet, (www.mobot.org/W3T/Search/vas.html). Y del Field Museum de Chicago (<http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>).

8.3.4.5. Depósito de especímenes en el herbario

Una vez que los especímenes fueron identificado sean estos a nivel de familia, género o especie se procedió a montar en una exicatas y posteriormente depositarlos en el herbario amazonense (AMAZ), para que sirvan de soporte y discusiones de posteriores estudios que otros autores desean realizar.

8.3.4.6. Análisis de datos

8.3.4.6.1. Estructura horizontal del bosque.

Fue determinado de acuerdo al número de árbol de las especies de plantas que se encuentran en clases diamétricas cada 10 cm. Se graficó la estructura de

número de individuos por clase diamétrica, asimismo se elaboró una tabla con las especies y las clases diamétricas a las que corresponde.

Índice de valor de importancia

Abundancia absoluta (A). Se define como el número total de individuos pertenecientes a una determinada especie dentro de la muestra.

$$A = \sum n_i$$

Dónde:

A: Abundancia absoluta

n_i : Individuos de una misma especie

La abundancia relativa (A_%): indica la participación de cada especie en la muestra y es expresado en porcentaje.

$$A_{\%} = \frac{A}{\sum t} \times 100$$

Dónde:

A_%: Abundancia relativa

A: Abundancia absoluta de una misma especie

$\sum t$: Sumatoria total de individuos de todas las especies

La dominancia absoluta (D): es la sumatoria de las áreas basales del número total de árboles por especie.

$$D = \sum ab$$

Dónde:

D: Dominancia absoluta

ab: Área basal, en m², de los individuos de una misma especie,

$$(ab = dap^2 \times \frac{\pi}{4} = dap^2 \times 0,7854).$$

La Frecuencia Absoluta (Fa), indica la dispersión de la especie en la muestra o en el bosque. Está definida por el número de sub-parcelas del área en la que se presenta la especie; se determina a través de la expresión que se indica a continuación.

$$Fa = \frac{\text{Número de sub-parcelas con presencia de la especie}}{\text{Número total de sub-parcelas de la muestra}} \times 100$$

La frecuencia relativa (Fr), indica que del total de frecuencias absolutas de las especies en la muestra o bosque, el porcentaje con que participa la frecuencia absoluta de cada especie. Se determina a través de la expresión que se indica a continuación.

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia absoluta de la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies en la muestra o bosque}} \times 100$$

Dominancia relativa

La dominancia relativa indica el porcentaje de área basal que representa la especie con respecto a la muestra.

$$D_{\%} = \frac{D}{\sum tab} \times 100$$

Dónde:

D%: Dominancia relativa

D: Dominancia absoluta

$\sum tab$: Suma total del área basal de todas las especies

Índice de valor de importancia

Un método para integrar estos tres aspectos es el IVI que se obtuvo sumando para cada especie su abundancia, frecuencia, y dominancia relativa, Propuesta por (Curtis y McIntosh 1951).

$$IVI = A_{q_n} + F_{q_n} + D_{q_n}$$

Cabe mencionar que la presentación de gráficos y tablas correspondientes al IVI que poseen valores iguales, se ordenó de forma alfabética.

8.3.4.6.2. Diversidad alfa

Para el cálculo de la diversidad utilizó los índices que se mencionan a continuación.

Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon- Weaver expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Además mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, expresado por Magurran (1988), citado por **(Moreno, 2001)**.

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

Dónde:

Pi = Abundancia proporcional de la especie i, se refiere al número de individuo de la especie i dividido entre el número total de individuo de la parcela.

ln = Logaritmo natural.

Índice de Simpson

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; Peet, 1974). Mencionado por **Moreno, (2001)**.

$$d = \sum p_i^2$$

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.

Índice de α Fisher

Según (**Magurran, 1988**) la ecuación es la siguiente:

$$S = \alpha \cdot \ln(1 + N/\alpha)$$

Dónde:

S = Número total de especies

α = Valor de diversidad α Fisher

ln = Logaritmo natural

N = Número total de individuos

8.3.4.6.3. Diversidad beta

Índice de similitud de Simpson (1960)

$$I = N_c/N_1$$

Dónde

N_c = Número de taxones en común entre las dos localidades.

N_1 = Número de taxones de la localidad menos diversa.

Coeficiente de similitud de Bray Curtis

$$1 - BC = 1 - \frac{\sum(n_{1i} - n_{2i})}{\sum[n_{1i} + n_{2i}]}$$

Dónde

n_{1i} = Número de individuos de especie i Población 1

n_{2i} = Número de individuos de especie i Población 2

8.3.4.6.4. Composición y Riqueza específica del bosque.

La composición indica cuáles son las especies vegetales que componen un bosque, para eso se realizó con ayuda del programa para Windows, Excel. Primero con la digitalización de la base de datos y posteriormente con ayuda de la tabla dinámica se realizó el análisis de la composición florística tanto para familia género y especie. Del mismo modo se cuantificó la cantidad de especies que se encontró en el área de estudio en razón al área muestreada.

8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada fue de observación directa; medición directa mediante un inventario en una hectárea de bosque sobre arena blanca, la ubicación del área de estudio se realizó mediante una imagen satelital Landsat 5TM, se levantaron información de datos biométricos cualitativos y cuantitativos de las variables de estudio los cuales fueron apuntados en formatos de campo, se utilizó la cinta diamétrica para medición del DAP de la flora, las recolectas de las muestras botánicas se realizó con ayuda de la tijera telescópica y tijera podadora de mano, para la identificación de las especies se utilizaron excicatas de los herbarios y fotografías proporcionado por Field Museum de Chicago (<http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>), los datos obtenidos fueron procesados por el software Excel y Past” a través de informes de tablas y gráficos dinámicos el cual determinó información sobre la estructura y diversidad del área de estudio.

8.5. Técnica de presentación de resultados

Los resultados de la flora se presentan en el sistema de clasificación APG III (2009), los mismos que se darán a conocer en cuadros, tablas y figuras además de diagramas, etc. Asimismo se realizó un análisis e interpretación, con mayor énfasis en los resultados más sobresalientes del estudio.

IX. RESULTADOS

9.1. Número de árboles por hectárea y por clase diamétrica

Se contabilizó un total de 1002 individuos en el bosque en estudio, existe una considerable variación en la cantidad de tallos por sub-parcela de 50 x 20 m, de 81 a 119 individuos sub-parcela VII y II respectivamente con un promedio de 100 individuos por sub-parcela, con una desviación estándar de 13,43 y un coeficiente de variación de 13,40%.

En cuanto a la clase diamétrica tenemos que 818 (81,6%), del total de los individuos registrados se ubican en la clase diamétrica de (10-19,9), el 13,7 % (137 individuos) pertenecen a la clase diamétrica de (20-29,9), el restante 4,7 % pertenece a la clase diamétrica (30-39,9; 40-49,9; 60-69), reflejándose la característica particular de este tipo de bosque de “fustes delgados” ver figura 4, los diámetros a la altura del pecho (DAP) varían de 10 a 66,8 cm, con un promedio de 15,67 cm, una desviación estándar de 1,97 y un coeficiente de variación de 12,48% lo que significa que los datos obtenidos se encuentran más próximos al promedio.

La distribución del número de árboles por clase diamétrica de las especies que reportan el mayor número de individuos se presentan en el cuadro 4, el mismo que asciende a 1002 árb/ha, de las cuales las cinco especies con mayor número de individuos son: *Pachira brevipes* (315 ind/ha), *Caraipa utilis* (269 ind/ha), *Dicymbe uaiparuensis* 197 (ind/ha), *Ternstroemia klugiana* (41 ind/ha), *Emmotum floribundum* (32 ind/ha), *Dendropanax umbellatus* (20 ind/ha), y las especies con menos individuos fueron catorce (14) de las cuales podemos mencionar a *Aspidosperma excelsum*, *Buchenavia parvifolia*, *Calophyllum brasiliense*,

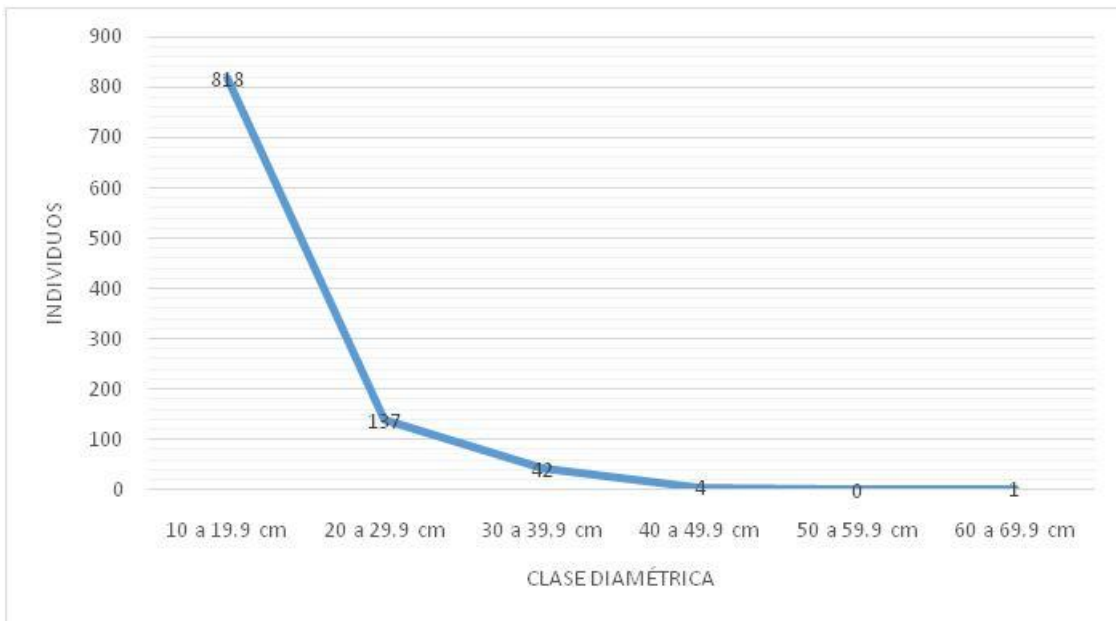
Cathedra acuminata, *Humiria balsenifera*, *Lacmellea peruviana*, *Lissocarpa stenocarpa*, *Schefflera morotoni*, entre otras, todas ellas con un solo individuo cada uno.

Cuadro 4. Número de árboles por hectárea y por clase diamétrica en cm del bosque sobre arena blanca.

N°	Especies	10a19.9	20a29.9	30a39.9	40a49.9	60a69.9	Total
1	<i>Pachira brevipes</i>	312	3				315
2	<i>Caraipa utilis</i>	141	94	32	2		269
3	<i>Dicymbe uaiparuensis</i>	180	16		1		197
4	<i>Ternstroemia klugiana</i>	37	4				41
5	<i>Emmotum floribundum</i>	23	6	2		1	32
6	<i>Dendropanax umbellatus</i>	17	1	1	1		20
7	<i>Mauritiella aculeata</i>	16					16
8	<i>Sloanea spathulata</i>	13					13
9	<i>Parkia igneiflora</i>	9	1				10
10	<i>Calophyllum longifolium</i>	4	2	2			8
11	<i>Hevea guianensis</i>	8					8
12	<i>Hymenolobium nitidum</i>	4	3				7
13	<i>Licania lata</i>	7					7
14	<i>Macrobium bifolium</i>	5	2				7
15	<i>Jacqueshuberia lorentensis</i>	6					6
16	<i>Matayba inelegans</i>	5					5
17	<i>Roucheria schomburgkii</i>	5					5
18	<i>Licania heteromorpha</i>	4					4
19	<i>Couma macrocarpa</i>	3					3
20	<i>Curupira tefeensis</i>	2		1			3
21	<i>Macrobium microcalyx</i>	2	1				3
22	<i>Pouteria</i> sp.1	3					3
23	<i>Chrysophyllum</i> sp.1	1	1				2
24	<i>Mezilaurus</i> sp.1		1	1			2
25	<i>Sloanea laurifolia</i>	1		1			2
26	<i>Aspidosperma excelsum</i>		1				1
27	<i>Buchenavia parvifolia</i>	1					1
28	<i>Calophyllum brasiliense</i>		1				1
29	<i>Cathedra acuminata</i>			1			1
30	<i>Eschweilera</i> sp.1			1			1
31	<i>Humiria balsenifera</i>	1					1
32	<i>Inga</i> sp.1	1					1
33	<i>Lacmellea peruviana</i>	1					1
34	<i>Licaria canella</i>	1					1

Cuadro 4. Número de árboles por hectárea y por clase diamétrica (continuación)

N°	Especies	10a19.9	20a29.9	30a39.9	40a49.9	60a69.9	Total
35	<i>Lissocarpa stenocarpa</i>	1					1
36	<i>Pagamea</i> sp.1	1					1
37	<i>Protium subserratum</i>	1					1
38	<i>Schefflera morotoni</i>	1					1
39	<i>Simaba</i> sp.1	1					1
Total		818	137	42	4	1	1002

**Figura 4.** Curva de variación del número de árboles por clase diamétrica.

En la figura 4 se muestra la distribución diamétrica típica de los bosques tropicales reflejándose la mayor abundancia en las clases diamétrica inferiores, disminuyendo progresivamente a medida que aumenta el rango de la clase diamétrica formando así la inconfundible J invertida que indica el buen estado del bosque.

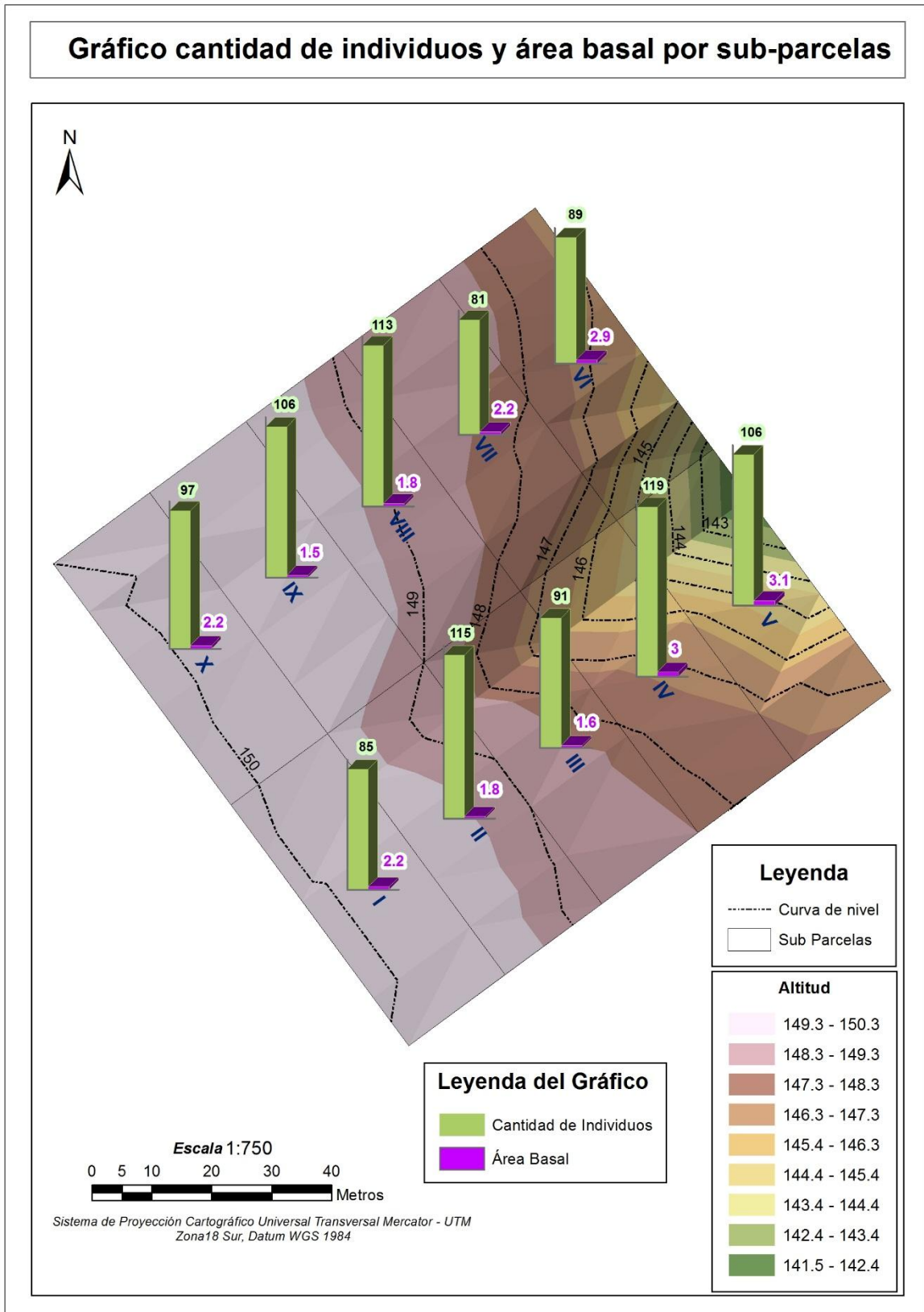


Figura 5. Cantidad de individuos por sub-parcela de 50 x 20 m.

9.2. Índice de valor de importancia del bosque de arena blanca.

De acuerdo a la clasificación jerárquica de las 39 especies de plantas, tres son las especies más importantes las cuales reportan el mayor peso ecológico ya que juntas suman 175 % del IVI que representan más del 50 % del total. El índice de valor de importancia se observa en el cuadro 5, mostrando que: *Caraipa utilis* (78,72%), *Pachira brevipes* (56,54%), *Dicymbe uaiparuensis* (41,98%), son las especies que caracterizan la asociación vegetal, las mismas son las más frecuentes encontrándose en las 10 sub-parcelas, correspondiendo también a las más dominantes sumando un total 17,55 m²/ha.

Cuadro 5. Índice de Valor de Importancia (IVI) por especie en una hectárea de bosque sobre arena blanca.

ID	Especies	ABU	ABU (%)	FRE	FRE (%)	DOM	DOM (%)	IVI
1	<i>Caraipa utilis</i>	269	26,85	10	7,09	10,08	44,78	78,72
2	<i>Pachira brevipes</i>	315	31,44	10	7,09	4,05	18,01	56,54
3	<i>Dicymbe uaiparuensis</i>	197	19,66	10	7,09	3,43	15,23	41,98
4	<i>Emmotum floribundum</i>	32	3,19	8	5,67	1,06	4,72	13,58
5	<i>Ternstroemia klugiana</i>	41	4,09	9	6,38	0,66	2,92	13,40
6	<i>Dendropanax umbellatus</i>	20	2,00	9	6,38	0,46	2,03	10,41
7	<i>Sloanea spathulata</i>	13	1,30	7	4,96	0,16	0,73	6,99
8	<i>Parkia igneiflora</i>	10	1,00	7	4,96	0,17	0,74	6,70
9	<i>Calophyllum longifolium</i>	8	0,80	5	3,55	0,32	1,44	5,79
10	<i>Hymenolobium nitidum</i>	7	0,70	6	4,26	0,17	0,78	5,73
11	<i>Mauritiella aculeata</i>	16	1,60	4	2,84	0,20	0,87	5,31
12	<i>Licania lata</i>	7	0,70	5	3,55	0,06	0,27	4,51
13	<i>Hevea guianensis</i>	8	0,80	4	2,84	0,15	0,68	4,32
14	<i>Jacqueshuberia lorentensis</i>	6	0,60	4	2,84	0,07	0,31	3,75
15	<i>Matayba inelegans</i>	5	0,50	4	2,84	0,07	0,31	3,65
16	<i>Roucheria schomburgkii</i>	5	0,50	4	2,84	0,06	0,28	3,61
17	<i>Macrobium bifolium</i>	7	0,70	3	2,13	0,15	0,67	3,50
18	<i>Curupira tefeensis</i>	3	0,30	3	2,13	0,18	0,81	3,24
19	<i>Macrobium microcalyx</i>	3	0,30	3	2,13	0,07	0,32	2,75
20	<i>Couma macrocarpa</i>	3	0,30	3	2,13	0,04	0,17	2,60
21	<i>Mezilaurus</i> sp,1	2	0,20	2	1,42	0,14	0,63	2,24

Cuadro 5. Índice de Valor de Importancia (IVI) por especie (continuación)

ID	Especies	ABU	ABU (%)	FRE	FRE (%)	DOM	DOM (%)	IVI
22	<i>Sloanea laurifolia</i>	2	0,20	2	1,42	0,12	0,52	2,14
23	<i>Licania heteromorpha</i>	4	0,40	2	1,42	0,06	0,26	2,08
24	<i>Chrysophyllum</i> sp,1	2	0,20	2	1,42	0,08	0,37	1,99
25	<i>Pouteria</i> sp,1	3	0,30	1	0,71	0,06	0,25	1,26
26	<i>Eschweilera</i> sp,1	1	0,10	1	0,71	0,10	0,43	1,24
27	<i>Cathedra acuminata</i>	1	0,10	1	0,71	0,09	0,42	1,22
28	<i>Aspidosperma excelsum</i>	1	0,10	1	0,71	0,05	0,23	1,04
29	<i>Calophyllum brasiliense</i>	1	0,10	1	0,71	0,04	0,18	0,99
30	<i>Lacmellea peruviana</i>	1	0,10	1	0,71	0,03	0,13	0,94
31	<i>Schefflera morotoni</i>	1	0,10	1	0,71	0,03	0,12	0,93
32	<i>Inga</i> sp,1	1	0,10	1	0,71	0,01	0,07	0,88
33	<i>Licaria canella</i>	1	0,10	1	0,71	0,01	0,06	0,87
34	<i>Buchenavia parvifolia</i>	1	0,10	1	0,71	0,01	0,05	0,86
35	<i>Protium subseratum</i>	1	0,10	1	0,71	0,01	0,05	0,86
36	<i>Lissocarpa stenocarpa</i>	1	0,10	1	0,71	0,01	0,05	0,86
37	<i>Pagamea</i> sp,1	1	0,10	1	0,71	0,01	0,04	0,85
38	<i>Simaba</i> sp,1	1	0,10	1	0,71	0,01	0,04	0,85
39	<i>Humiria balsenifera</i>	1	0,10	1	0,71	0,01	0,03	0,84
Total general		1002	100	141	100	22,50	100	300

Índice de valor de Importancia del bosque sobre arena blanca donde se muestra
 ABU: abundancia absoluta por especies; ABU%: abundancia relativa; FRE: frecuencia absoluta; FRE%: frecuencia relativa; DOM: dominancia absoluta; DOM%: dominancia relativa; IVI: índice del valor de importancia.

El área basal por sub-parcela de 50 x 20 m, varía de 1,3 a 3,1 m² con un promedio de 2,25 m² desviación estándar de 0,59 y un coeficiente de variación de 26,26%. Los 1002 individuos suman un total de 22,50 m²/ha de área basal, las sub-parcelas V, IV y VI tiene el mayor área basal con 3,13; 3,01 y 2,94 m² respectivamente, mientras que el menor área basal se encuentra en la sub-parcela IX, III y II con 1,52; 1,58 y 1,85 m² respectivamente.

9.3. Diversidad Alfa y Beta

9.3.1. Diversidad alfa

La riqueza específica del bosque sobre arena blanca está conformada por 39 especies, por sub-parcelas de 0,1 ha, la riqueza del bosque varía de 10 a 24 especies con un promedio de 14 especies por 0,1 ha, la sub-parcela con mayor cantidad de especies es la V y VI, con 24 especies cada una, mientras que en la I y II se encontró la menor riqueza de especies con 10 cada uno.

La diversidad de Shannon, varía de 1,08 a 2,54 con un promedio de 1,76, una desviación estándar de 0,41 y un coeficiente de variación de 23,35 %, éstos valores se muestran por sub-parcela de 50 x 20 m, el valor mínimo se encontró en la sub-parcela IX y el valor máximo en la sub-parcela V, considerando que la diversidad por sub-parcela es de baja a media.

De acuerdo a la inversa de Simpson, los resultados encontrados varían de 0,53 a 0,88 con un promedio de 0,74, una desviación estándar de 0,09 y un coeficiente de variación de 12,68 %, lo que podemos considerar que esta diversidad es de media a alta, encontrando estos valores en las mismas parcelas anteriormente mencionadas.

Según el índice de α Fisher la sub-parcela menos diversa es la IX encontrándose un valor de 1,38 mientras que la sub-parcela VI se encontró el valor máximo de 10,05 calificado como una diversidad baja, en promedio se encontró 4,84 con una desviación estándar de 3,02 y coeficiente de variación de 62,34 % (Ver cuadro 7), en la parcela de una hectárea se encontró un valor Shannon de 2,01 considerada como diversidad media; la inversa de Simpson de 0,79 considerada como

diversidad media; sin embargo α Fisher de 8,08 calificada como diversidad baja, (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Diversidad alfa de la parcela de una hectárea de bosque.

Diversidad de la parcela de 1ha	
Especies	39
Individuos	1002
Shannon H	2,01
Simpson 1-D	0,79
Fisher alfa	8,08

En cuadro 6 se muestra un resumen de la diversidad alfa de la parcela de una hectárea del bosque sobre arena blanca, dónde se muestra que los valores de diversidad que posee la parcela son relativamente bajo en comparación a otros ecosistemas de tierra firme.

Cuadro 7. Índices de diversidad alfa de las diez sub-parcelas.

Sub-parcelas	Especies	Individuos	Shannon H	Simpson 1-D	Alfa Fisher
1	10	85	1,616	0,7471	2,944
2	10	115	1,582	0,7448	2,632
3	17	91	1,937	0,7784	6,165
4	18	119	1,877	0,7817	5,895
5	24	106	2,537	0,8768	9,671
6	23	89	2,211	0,8047	10,05
7	11	81	1,753	0,7749	3,436
8	11	113	1,529	0,6951	3,013
9	6	106	1,084	0,5344	1,377
10	11	97	1,444	0,6538	3,192
Promedio	14,10	100,20	1,76	0,74	4,84
Desviación estándar	6,05	13,43	0,41	0,09	3,02
CV (%)	42,87	13,40	23,35	12,68	62,34

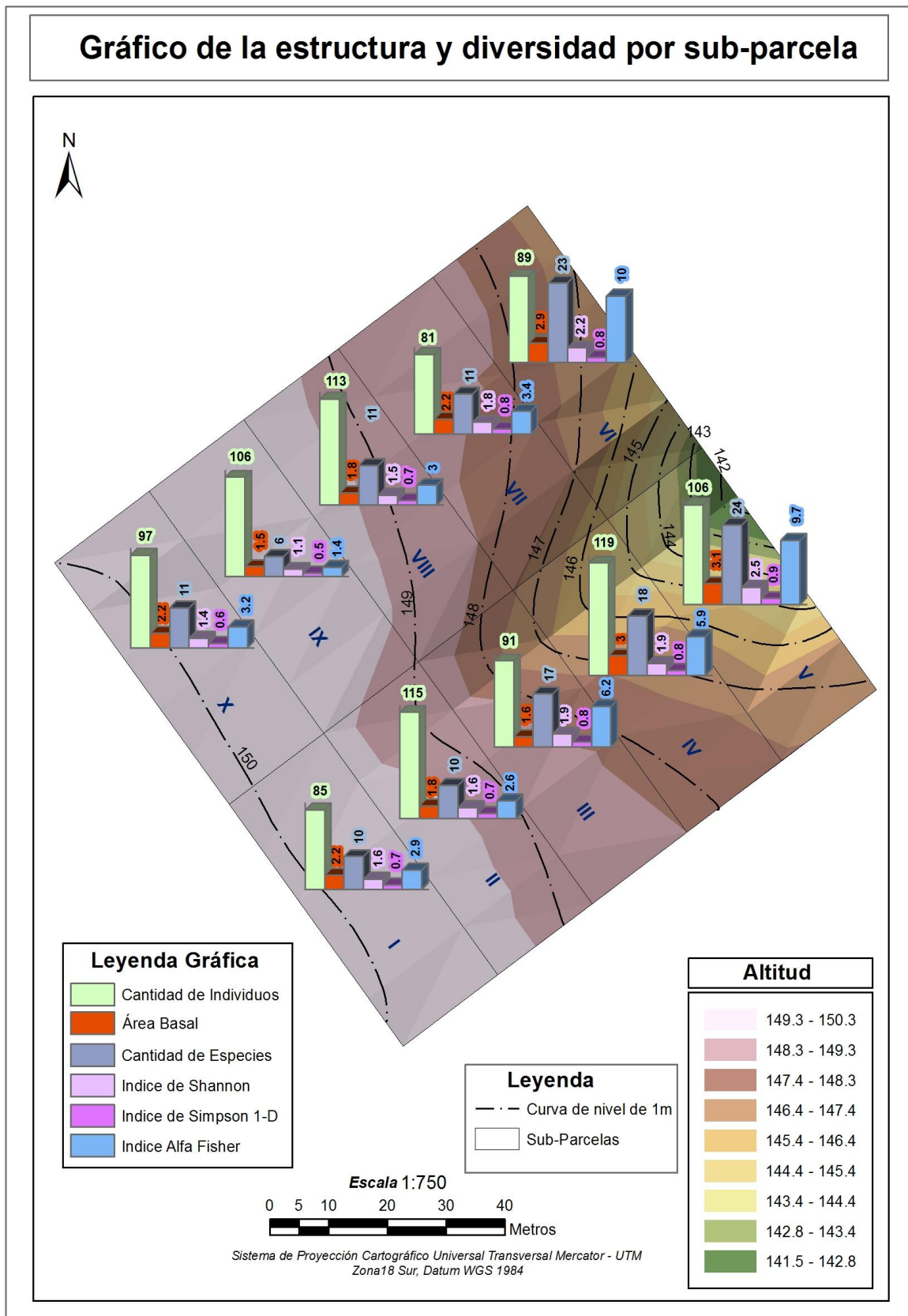


Figura 6. Representación espacial de la estructura y diversidad por sub-parcela.

En la figura 6 se resume los principales resultados representados espacialmente por cada sub-parcela de 50 x 20 m, para la representación gráfica la cantidad de individuos se dividió entre 7 (siete) la cantidad de especies entre dos, en ella se observa que el mayor área basal, riqueza y diversidad se reportó en la sub-parcela V, a pesar de haber mayor riqueza el índice de Alfa Fisher difiere en su análisis dejándose llevar por la distribución de las abundancias de las especies, así mismo se encontró que la diversidad guarda relación directa con la pendiente o variabilidad de la superficie del área de estudio ya que en áreas planas se registró la menor riqueza de especies, por ende los menores índices de diversidad pasando lo contrario en áreas de mayor pendiente, la relación directa o indirecta entre la cantidad de individuos y área basal no es concordante, así mismo la cantidad de individuos no se relacionó con la pendiente, lo que no pasó con el área basal que se dejó influenciar por la pendiente justificándose con la aparición de nuevas especies de mayor diámetro encontrándose precisamente en la parcela V que tuvo el mayor área basal.

9.3.2. Diversidad beta

La diversidad beta de Simpson entre las parcelas varió entre 0,45 a 1, con un promedio de 0,77, desviación estándar de 0,15 y coeficiente de variación de 19,84%, indicando que varias sub-parcelas comparten las mismas especies tal es el caso de la sub-parcela I el total de sus especies (100%) se encuentra en la sub-parcela III, la sub-parcela II también comparte el 100% de sus especies con la sub-parcela V y IX, asimismo las sub-parcelas I,II,III, V, y IX comparten más del 90% de especies, mientras que los valores más bajos como 0,45 se encontró entre las sub-parcelas VII con el X, asimismo el VIII con el X, indicando que entre

éstas sub-parcelas solo son similares en un 45% en composición de especies, ver cuadro 8; Figura 7.

Cuadro 8. Diversidad beta según el índice de Simpson.

Sub-parcelas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
I	1	0,90	1	0,90	1	0,80	0,60	0,70	1	0,60
II	0,90	1	0,90	0,80	1	0,9	0,6	0,6	1	0,60
III	1	0,90	1	0,82	0,82	0,71	0,73	0,73	1	0,82
IV	0,90	0,80	0,82	1	0,67	0,56	0,64	0,73	0,83	0,64
V	1	1	0,82	0,67	1	0,65	0,73	0,73	1	0,91
VI	0,80	0,9	0,71	0,56	0,65	1	0,73	0,55	0,83	0,73
VII	0,60	0,6	0,73	0,64	0,73	0,73	1	0,82	0,83	0,45
VIII	0,70	0,6	0,73	0,73	0,73	0,55	0,82	1	0,83	0,45
IX	1	1	1	0,83	1	0,83	0,83	0,83	1	0,67
X	0,60	0,60	0,82	0,64	0,91	0,73	0,45	0,45	0,67	1

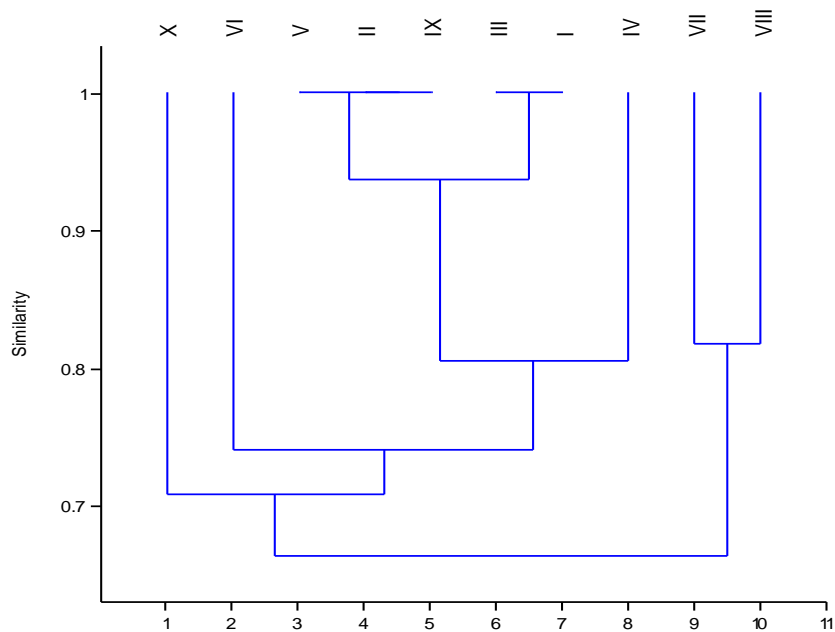


Figura 7. Dendrograma de similitud de las sub-parcelas de 0,1ha, según Simpson.

La diversidad beta según Bray-Curtis nos dice que la similitud en cuanto a la composición de especies compartidas entre las sub-parcelas de 20 x 50 m, varía de 0,39 a 0,83 (39 a 83 %) con un promedio de 0,64, desviación estándar de 0,10 y coeficiente de variación de 16,34, las sub-parcelas con mayores similitudes son la VIII con la IX (83%), seguido por el II con el IV (82%) y el I con el II (80%), mientras que las sub-parcelas con menores similitudes son: la VI con el IX (39%).

Cuadro 9. La diversidad beta de las sub-parcelas según Bray-Curtis.

Sub-parcelas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
I	1	0,80	0,77	0,77	0,71	0,67	0,70	0,62	0,59	0,76
II	0,80	1	0,74	0,82	0,62	0,57	0,67	0,75	0,69	0,62
III	0,77	0,74	1	0,79	0,71	0,60	0,63	0,67	0,64	0,65
IV	0,77	0,82	0,79	1	0,63	0,63	0,67	0,68	0,60	0,63
V	0,71	0,62	0,71	0,63	1	0,59	0,57	0,48	0,45	0,63
VI	0,67	0,57	0,60	0,63	0,59	1	0,72	0,48	0,39	0,56
VII	0,70	0,67	0,63	0,67	0,57	0,72	1	0,67	0,49	0,54
VIII	0,62	0,75	0,67	0,68	0,48	0,48	0,67	1	0,83	0,49
IX	0,59	0,69	0,64	0,60	0,45	0,39	0,49	0,83	1	0,46
X	0,76	0,62	0,65	0,63	0,63	0,56	0,54	0,49	0,46	1

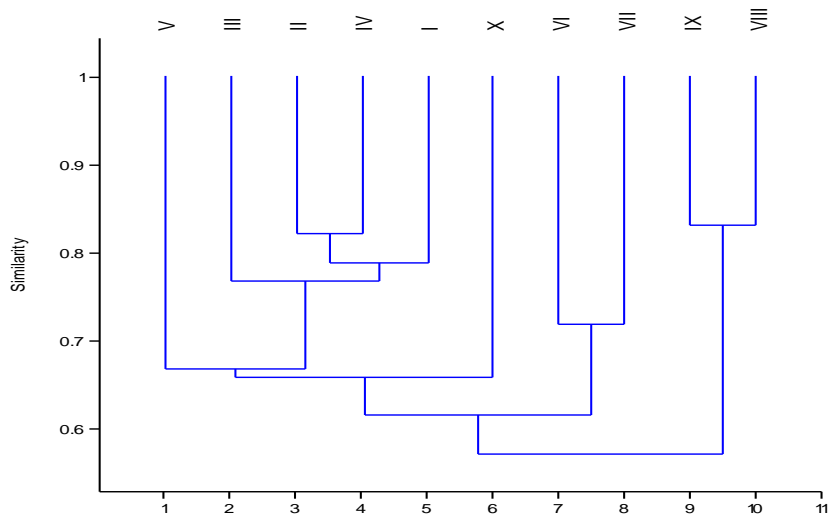


Figura 8. Dendrograma de similitud de las sub-parcelas de 0,1ha según el índice de Bray-Curtis.

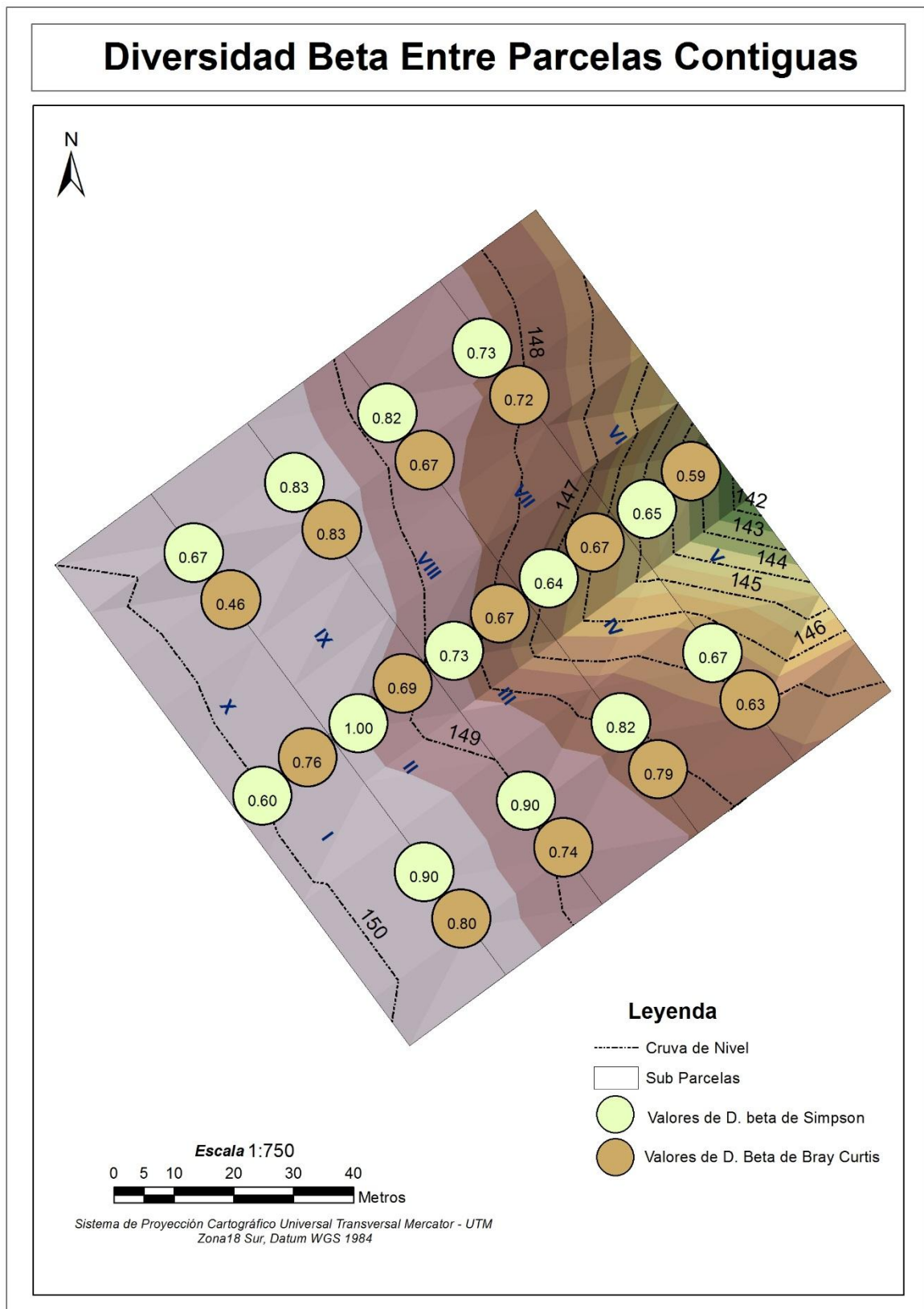


Figura 9. Representación espacial de la diversidad beta entre parcelas contiguas.

9.4. Composición florística

En una hectárea de bosque sobre arena blanca se registró 1002 individuos \geq 10 cm de DAP correspondiente a 39 especies y 35 géneros, incluidas en 23 familias de Angiospermas. La composición del bosque contiene 23 familias de las cuales la familia más abundante fue Malvaceae 315 ind. (31,44%), Calophyllaceae 278 Ind., (27,74%), Fabaceae 231 Ind. (23,05%), Pentaphragmaceae 41 Ind. (4,09%), Icacinaceae 32 Ind. (3,19%) Araliaceae 21 Ind. (2,10%), Arecaceae 16 Ind. (1,60%), Elaeocarpaceae 15 Ind. (1,50%), Chrysobalanaceae 11 Ind. (1,10%), Euphorbiaceae 8 Ind. (0.80%) entre otros, ver figura 10.

La familia con mayor cantidad de géneros es Fabaceae (6), Apocynaceae (3) Olacaceae (2), Lauraceae (2), Sapotaceae (2), Calophyllaceae (2), Araliaceae (2) y otros que contienen un solo género cada uno.

Los géneros con mayores cantidades de especies son: *Calophyllum*, *Licania*, *Macrobium* y *Sloanea* con 2 especies cada una, los 31 géneros restantes solo tienen una especie cada una, (ver cuadro 10).

En cuanto a la composición de especies del bosque las más abundantes son *Pachira brevipes* 315 ind. (31,44%), *Caraipa utilis* 269 ind. (26.85%), *Dicymbe uaiparuensis* 197 ind. (19,66%), *Ternstroemia klugiana* 41 ind. (4,09%), *Emmotum floribundum* 32 ind. (3,19%), *Dendropanax umbellatus* 20 ind. (2%), *Mauritiella aculeata* 16 ind. (1,60%), *Sloanea spathulata* 13 ind. (1,30%), *Parkia igneiflora* 10 ind. (1%), *Calophyllum longifolium* 10 ind. (0,80%), (ver cuadro 11).

Cuadro 10. Registro de cantidad de familias, géneros y especies en el área de estudio.

N°	Familia	Géneros	Especies
1	Fabaceae	6	7
2	Apocynaceae	3	3
3	Calophyllaceae	2	3
4	Araliaceae	2	2
5	Chrysobalanaceae	1	2
6	Elaeocarpaceae	1	2
7	Lauraceae	2	2
8	Olacaceae	2	2
9	Sapotaceae	2	2
10	Arecaceae	1	1
11	Burseraceae	1	1
12	Combretaceae	1	1
13	Ebenaceae	1	1
14	Euphorbiaceae	1	1
15	Humiriaceae	1	1
16	Icacinaceae	1	1
17	Lecythidaceae	1	1
18	Linaceae	1	1
19	Malvaceae	1	1
20	Pentaphylacaceae	1	1
21	Rubiaceae	1	1
22	Sapindaceae	1	1
23	Simaroubaceae	1	1
	Total	35	39

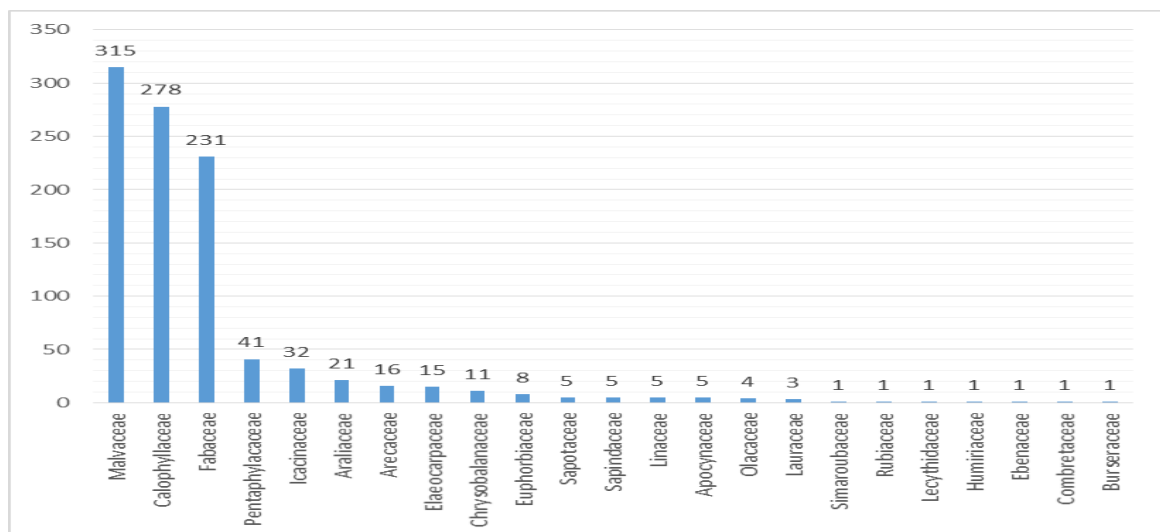


Figura 10. Familias más abundantes del área de estudio.

Cuadro 11. Abundancia de las especies encontradas en el área de estudio.

N°	Familia (APG III)	Especies	Nombre común	Ind./ha	Porcentaje
1	Malvaceae	<i>Pachira brevipes</i>	Punga de Varillal	315	31.44%
2	Calophyllaceae	<i>Caraipa utilis</i>	Aceite caspi	269	26.85%
3	Fabaceae	<i>Dicymbe uaiparuensis</i>	Boa caspi	197	19.66%
4	Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia klugiana</i>	Caracha caspi	41	4.09%
5	Icacinaceae	<i>Emmotum floribundum</i>	Sacha humari	32	3.19%
6	Araliaceae	<i>Dendropanax umbellatus</i>	Fosforo caspi	20	2.00%
7	Arecaceae	<i>Mauritiella aculeata</i>	Aguajillo	16	1.60%
8	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea spathulata</i>	Cepanchina	13	1.30%
9	Fabaceae	<i>Parkia igneiflora</i>	Pasahaco blanco	10	1.00%
10	Calophyllaceae	<i>Calophyllum longifolium</i>	Lagarto caspi	8	0.80%
11	Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i>	Shiringa	8	0.80%
12	Fabaceae	<i>Hymenolobium nitidum</i>		7	0.70%
13	Chrysobalanaceae	<i>Licania lata</i>	Tinaja caspi	7	0.70%
14	Fabaceae	<i>Macrobium bifolium</i>		7	0.70%
15	Fabaceae	<i>Jacqueshuberia loretensis</i>	Bandera caspi	6	0.60%
16	Sapindaceae	<i>Matayba inelegans</i>	Pinsha huayo	5	0.50%
17	Linaceae	<i>Roucheria schomburgkii</i>		5	0.50%
18	Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i>	Casharana	4	0.40%
19	Apocynaceae	<i>Couma macrocarpa</i>	Leche caspi	3	0.30%
20	Olacaceae	<i>Curupira tefeensis</i>		3	0.30%
21	Fabaceae	<i>Macrobium microcalyx</i>		3	0.30%
22	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.1	Caimitillo	3	0.30%
23	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i> sp.1		2	0.20%
24	Lauraceae	<i>Mezilaurus</i> sp.1		2	0.20%
25	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea laurifolia</i>	Cepanchina	2	0.20%
26	Apocynaceae	<i>Aspidosperma excelsum</i>	Remocaspi	1	0.10%
27	Combretaceae	<i>Buchenavia parvifolia</i>	Yacushapana menuda	1	0.10%
28	Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Lagarto caspi	1	0.10%
29	Olacaceae	<i>Cathedra acuminata</i>		1	0.10%
30	Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.1	Machimango	1	0.10%
31	Humiriaceae	<i>Humiria balsenifera</i>		1	0.10%
32	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.1	Shimbillo	1	0.10%
33	Apocynaceae	<i>Lacmellea peruviana</i>	Chicle huayo	1	0.10%
34	Lauraceae	<i>Licaria canella</i>	Pushiri muena	1	0.10%
35	Ebenaceae	<i>Lissocarpa stenocarpa</i>		1	0.10%
36	Rubiaceae	<i>Pagamea</i> sp.1		1	0.10%
37	Burseraceae	<i>Protium subserratum</i>	Copal colorado	1	0.10%
38	Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Sacha ubilla	1	0.10%
39	Simaroubaceae	<i>Simaba</i> sp.1		1	0.10%
Total general				1002	100.00%

La composición por sub-parcela está bien marcada en cuanto a la abundancia de tres especies que son *Pachira brevipes*, *Caraipa utilis* y *Dicymbe uaiparuensis*, asimismo, estas especies son las más frecuentes en este bosque (Figura 11).

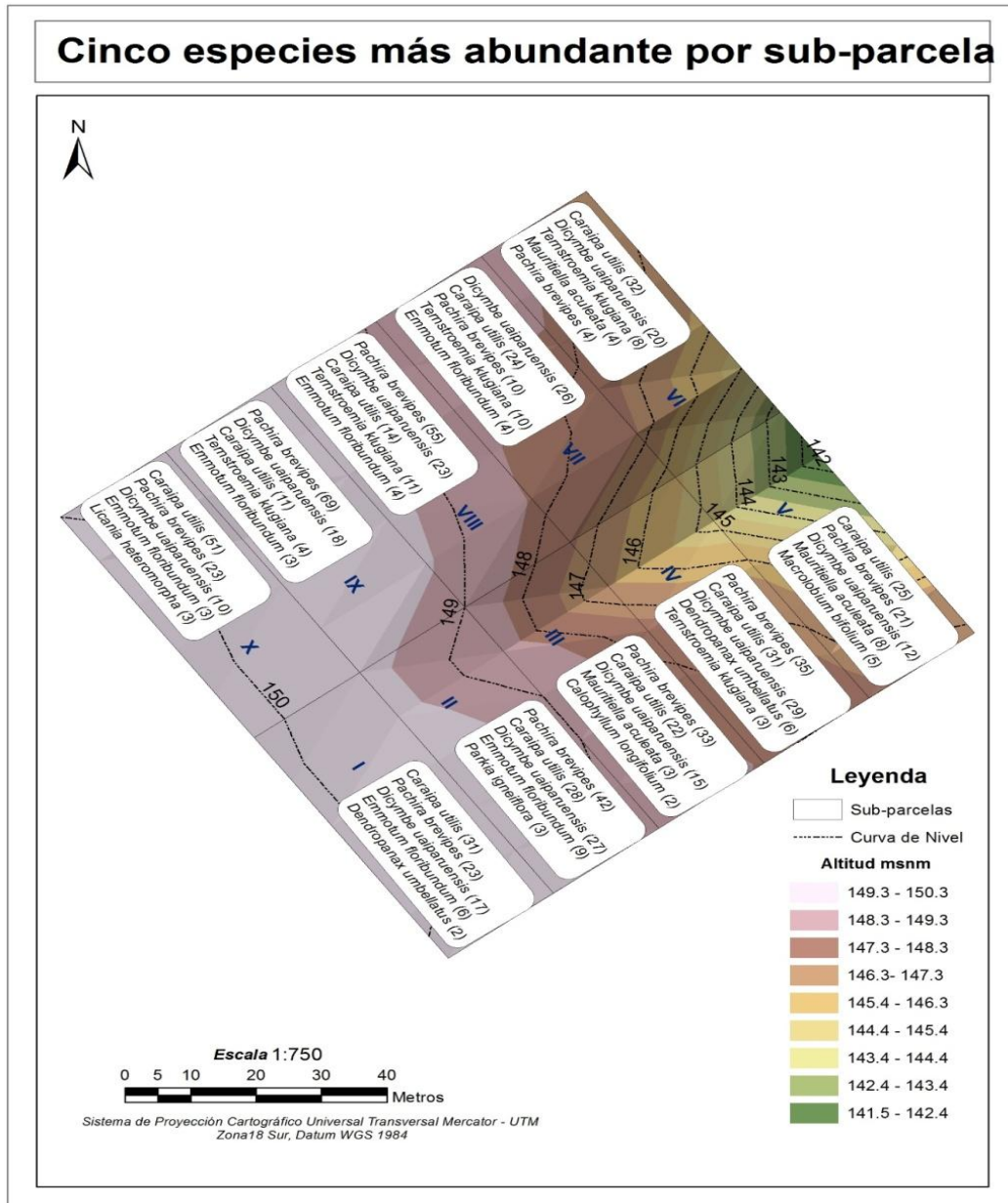


Figura 11. Abundancia de especies por sub-parcela, representada con curva de nivel con una equidistancia de un metro.

9.5. Análisis estadístico.

9.5.1. Número de árboles y área basal por sub-parcela.

El ANVA con respecto a la estructura horizontal (área basal) del bosque a un nivel de significancia de $\alpha= 0,05$ nos indica que, no existe diferencia significativa, las mismas se reflejan en la comparación por sub-parcela de 0,1ha, lo que indica que los varillales o bosques sobre arena blanca no son diferentes en su estructura horizontal mostrando esta característica peculiar de fustes delgados en todo el parche de varillal en forma homogénea.

Cuadro 12. Diferencia según el ANVA en el área basal del bosque por sub-parcela.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	F_c	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.05835569	1	1.06	4.06	0.08	5.32
Dentro de los grupos	2.08415756	8	0.26			
Total	3.14251325	9				

En cuanto a la cantidad de individuos por sub-parcelas, el ANVA indica que son iguales estadísticamente, (ver cuadro 13), indicando que en estos bosques los tallos son muy abundantes en toda el área de estudio.

Cuadro 13. Análisis de varianza de la cantidad de individuos por sub-parcela

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F_c	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	90	1	90	0.47	0.51	5.32
Dentro de los grupos	1533.6	8	191.7			
Total	1623.6	9				

9.5.2. Diversidad

El ANVA a un nivel de significancia de α 0,05 nos indica que existe diferencia significativa en la riqueza de especies entre las sub-parcelas de 50 x 20 m (ver cuadro 14), asimismo existe diferencia significativa en la diversidad de especies entre las sub-parcelas, cabe mencionar que los tres índices de diversidad tanto Shannon, Simpson y Alfa Fisher resultaron significativos (ver cuadro 15; 16; 17), es decir son diferentes estadísticamente, lo que indica que las sub-parcelas más diversas está condicionado por la pendiente permitiendo la aparición de nuevas especies aumentando así la riqueza de especies.

Cuadro 14. Análisis de varianza de la riqueza específica por sub-parcela.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	F_c	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	202.5	1	202.50	12.82	0.01	5.32
Dentro de los grupos	126.4	8	15.80			
Total	328.9	9				

Cuadro 15. Análisis de varianza del índice de diversidad de Shannon por sub-parcela.

ANÁLISIS DE VARIANZA							
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	F_c	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	0.93636	1	0.94	12.95	0.01	5.32	
Dentro de los grupos	0.57836	8	0.07				
Total	1.51472	9					

Cuadro 16. Análisis de varianza del índice de diversidad de Simpson por sub-parcela.

ANÁLISIS DE VARIANZA							
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	F_c	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	0.0411	1	0.04	8.66	0.02	5.32	
Dentro de los grupos	0.0379	8	0.005				
Total	0.0791	9					

Cuadro 17. Análisis de varianza del índice de diversidad de Alfa Fisher por sub-parcela.

ANÁLISIS DE VARIANZA							
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	F_c	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	48.6599	1	48.66	11.73	0.01	5.32	
Dentro de los grupos	33.1787	8	4.15				
Total	81.8387	9					

X. DISCUSIÓN

10.1. Número de árboles por hectárea y por clase diamétrica.

Zárate y Mori (2013) asevera que en promedio se encuentra 87 individuos por 0,1 ha para plantas DAP ≥ 10 cm, en contraste con nuestro estudio que se reporta en promedio 100 individuos por 0,1 ha, Por su parte **Freitas, (1995) & (1996); IAP-BIODAMAZ (2004); Zárate et al., (2013)**, mencionan que la densidad de individuos por hectárea de los bosques sobre arena blanca varía de 500 a 988, en contraste nosotros en el presente el estudio encontramos 1002 Ind/ha, ampliando así el rango de densidad por hectárea de árboles mayores o igual 10 cm de DAP, lo que demuestra que la densidad de tallos de los bosques sobre arena blanca son variables, esto se debe precisamente a que en éstos tipos de bosques los fustes son delgado encontrando para nuestro estudio que más del 81% (818 individuos) del total de los tallos pertenecen a la clase diamétrica de 10 a 19,9, resultados muy diferentes al ser comparados con estudios de bosques sobre suelo arcilloso donde **Alvarado (2012)**, reporta para la primera clase diamétrica de (10-19,9 cm DAP) con 232,50 árb/ha para el bosque húmedo de terraza baja que representa el 57,38%; 429,17 árb/ha para el bosque húmedo de terraza media; 197,33 árb/ha le corresponde al bosque húmedo de colina baja y 102,22 árb/ha para el bosque húmedo de colina alta que representan el 41,22%, 52,56% y 43,81% respectivamente. Así mismo Vidurizaga (2003), indica que la distribución de individuos es de mayor a menor cantidad con respecto a las clases diamétricas o sea son inversamente proporcionales, además revela que el más alto número de individuos se encuentran en las tres primeras clases diamétricas con 182 ind/ha, que representa el 89,66% de la población inventariada, el cual es un porcentaje bajo con lo reportado en este estudio ya que reportamos que el

99% de los árboles se encuentran dentro del rango de las tres primeras clases diamétricas (10-10,9; 20-20,9; 30-30,9 cm DAP) mostrando la peculiaridad de los bosques sobre suelo de arena blanca, árboles con los fustes delgados.

Las especies se agrupan con mayor número de árboles en las clases diamétricas inferiores, mientras que en las clases diamétricas superiores presentan pocos individuos, situación que define una elevada densidad de individuos delgados y escasos árboles de gran tamaño creciendo en forma dispersa, característica estructural típica de los bosques húmedos tropicales. Las especies *Pachira brevipes* (312 ind.), *Dicymbe uaiparuensis* (180 ind.) y *Caraipa utilis* (141 ind.) son las más abundantes en la primera clase diamétrica (10-19,9 cm), pero hacia las clases superiores *Pachira brevipes* disminuye notoriamente en abundancia, aun así *Caraipa utilis* duplica en área basal a *Pachira brevipes* 10,08 m²/ha y 4,05 m²/ha respectivamente esto se deba a que *Caraipa utilis* tiene individuos distribuidos en cuatro de las cinco clases diamétrica existentes para el estudio, siendo mayor en la segunda (20-29,9 cm, 4,44 m²/ha), solo éstas dos especies suman más del 50 % del área basal de la parcela. Se podría pensar que los individuos de las sub-parcelas que tienen mayor cantidad de individuos tendrían mayor área basal pero no es así ya que la sub-parcelas II a pesar de tener 115 individuos (cinco más del promedio y cuatro menos del máximo) solo tiene 1,8 m² de área basal al igual que la sub-parcela VII que tiene 113 individuos, mientras que la sub-parcela IV con 119 tiene 3,0 m² de área basal, del mismo modo el de menor densidad de árboles 81 individuos tiene 2,2 m² de área basal, observando que no existe un patrón referencial entre la cantidad de individuos y el área basal (ver Figura 5), El área basal de la sub parcela II y VIII puede estar influenciada por

la abundancia de *Pachira brevipes* ya que ésta especie presenta diámetro reducido generalmente presente en la primera clase diamétrica (10-19,9 cm DAP). En cuanto al área basal **Freitas, (1995) y (1996)**, reporta la existencia de 19,83 m² por hectárea en el bosque sobre arena blanca en Jenaro Herrera, nosotros reportamos la existencia de 22,50 m²ha⁻¹, en contraste con lo encontrado por **Zárate et al., (2013)**, (746 individuos) 29,75 m²ha⁻¹ para Ex petrolero mientras que para la parcela ubicada en 13 de Febrero (879 individuos) 25,04 m²ha⁻¹, a pesar de que esta última se encuentra aledaña a la parcela de nuestro estudio se nota una leve diferencia que se puede explicar por qué él tiene menos cantidad de individuos mostrando una relación inversa entre el área basal y la cantidad de individuos, lo que significa que los árboles de nuestra parcela tienen una mayor competencia por los nutrientes notándose esa interacción en el área basal de los árboles.

10.2. Índice de valor de importancia del bosque sobre arena blanca

La especies que se encuentran caracterizando la asociación vegetal según el IVI son *Caraipa utilis*(78,72%), *Pachira brevipes* (56,54%),*Dicymbe uaiparuensis* (41,98%), *Emmotum floribundum* (13,58%), *Ternstroemia klugiana* (13,40%), *Dendropanax umbellatus* (10,41%), *Sloanea spathulata* (6,99%), *Parkia igneiflora* (6,70%), *Calophyllum longifolium* (5,79%), *Hymenolobium nitidum* (5,73%), algo similar a lo reportado por **Rojas y Tello (2006)**, donde las especies con mayor representatividad en el bosque de varillal, son *Pachira brevipes* con un 21,61 % del total, seguido por *Caraipa utilis* y *Macrolobium stenocladum* con 17,26 % y 16,54 % respectivamente; *Sloanea latifolia* 13,67% y *Ternstroemia klugiana* 13,55%; mientras que para **Freitas (1995)**, en Jenaro Herrera reporta que la

asociación está constituida por *Pachira brevipes* (41,2%), *Dicymbe puncticulosa* (19,8%), *Dipteryx oppositifolia* (18,4%), *Caraipa punctulata* (17,5%), (*Clusiaceae*) JH-SP 1(17,3%), *Poraqueiba* JH-SP 1(15,9%) *Haploclathra paniculata* (14,5%), *Ambelania* JH-SP1 (9,4%), así mismo para **Freitas (1996)**, el IVI varía entre 52,3% para *Rhodognaphalopsis brevipes* (ahora *Pachira brevipes*), *Haploclathra paniculada* 25,6%; *Calophyllum brasiliense* 24,6%, *Hevea nítida* 13,6%, *Roucheria punctata* 12,05, (*Clusiaceae*) JH-SP 1, 11,0%, *Caraipa punctulata* 8,5 7,7% *Macrobium* JH-SP 2, lo que muestra que las asociaciones vegetales en los varillales son diferentes según su ubicación geográfica y la distancia entre ellas.

La alta frecuencia de las especies del área de estudio, indica que se trata de un bosque muy homogéneo demostrado también mediante los índices de diversidad donde las especies muy frecuentes no corren el riesgo de extinción en el área, pero por ser áreas muy sensibles merecen una alta atención ya que éstos bosques no son muy abundantes y se encuentran en forma de parches además que estos ecosistemas son muy frágiles y de una no inmediata recuperación por sus condiciones ambientales exigentes para los organismos que en ella habitan.

10.3. Diversidad

10.3.1. Diversidad alfa

10.3.1.1. Riqueza

La riqueza para las parcelas de 0,1 ha (**Fine et al., 2010**), reportan en promedio 41,5 especies para la Amazonía peruana, nosotros en la parcela evaluada tenemos que el promedio es de 14 especies que varía de 10 a 24 especies en las 10 sub-parcelas de 0,1 ha, ésta fuerte diferencia está ocasionada por los DAP evaluados ya que Fine et al, (2010) Utilizaron de $\geq 2,5$ cm y en el presente trabajo

son de ≥ 10 cm; entonces podemos decir que la cantidad de especies reportados en esta investigación son probablemente similares, por su parte **Mori y Reátegui (2012)**, **Zárate et al., (2013)** mencionan que en promedio se encuentran 19,8 especies con un rango de 6 a 39 especies lo cual es concordante con nuestro estudio.

En cuanto a la Riqueza específica por hectárea se reporta la existencia de 39 especies por hectárea resultado similar a lo reportado por **Zárate et al., (2013)** que reporta la existencia de 33 especies por hectárea en contraste con lo reportado por **Mori y Reátegui (2012)**, que documenta la presencia de 87 especies por hectárea duplicando la riqueza reportada en el presente estudio, y mostrando la baja riqueza de especies que presenta el área comparada con lo reportado para los Bosques de tierra firme 252,3 especies por ha **Valderrama (2007)**, notándose claramente la baja riqueza que contienen los Bosques sobre arena blanca más aun comparada por lo reportado por **(Gentry 1988)**, donde en 1 ha de bosque encontró cerca de 300 especies, atribuyéndole esta alta diversidad a la heterogeneidad de hábitats derivadas de las diferentes condiciones edáficas y ecológicas.

10.3.1.2. Índice de diversidad

El índices de Shannon de nuestra área de estudio para parcelas de 0,1 ha, varía de 1,08 a 2,54 mientras que el índice de Simpson varían de 0,53 a 0,88, difiriendo así de lo reportado por **Panduro (1992)** quien encontró que Shannon-Weaver varía entre 3,18 y 5,36 en 0,1 ha, en cuanto al índice de Simpson varía entre 0,80 y 0,96 por 0,1 ha, Esto se debe a que **Panduro (1992)** consideró su muestra desde cinco cm de DAP, en cuanto a la diversidad por hectárea nuestro estudio

con 1002 individuos y 39 especies obtuvo un índice de diversidad Shannon de 2,01, la inversa de Simpson de 0,79 y Alfa Fisher de 8,08, resultados similares encontró **Zárate et al., (2013)**, Shannon de 1,80 de acuerdo a Simpson 1-D; obtuvo un valor de 0,73 resultados similares debido a la cercanía a nuestra área de estudio, mientras que **Mori y Reátegui, (2012)**, para su parcela de Ex petroleros de una hectárea de extensión encontró un Shannon de 3,60, de acuerdo a Simpson 1-D; obtuvo un valor de 0,95, mostrando que este varillal es más diverso que lo reportado en el presente estudio siendo similares a lo reportado por **Amasifuen y Zárate (2005)**, para “Varilla” en 0,5 ha, que encontró Shannon= 3,42; y Simpson= 0,087, mientras que para tierra firme el mismo autor encontró un índice de Simpson= 0,005; Alfa Fisher= 224,04; al igual que el índice de Shannon de 5,64 considerado alto ya que Shannon rara vez sobre pasa los 4,5 según **Magurran (1988)**, pero este estudio difieren en el área muestreado 0,5ha y DAP considerado para la muestra 2,5 cm de DAP, del mismo modo **Tello (2008)** reporta para zonas inundables un índice de Shannon de 3,88. Por su parte **Valderrama (2007)** en un estudio realizado en tierra firme sobre suelo arcilloso y arcillo arenoso encontró un promedio de Alfa Fisher de 175,3 mostrando que los bosques sobre tierra firme son mucho más diverso que los bosques sobre arena blanca.

Algo sobresaliente en el presente estudio es la relación directa que se encontró entre la diversidad alfa y la pendiente de la superficie del suelo, las sub-parcelas ubicadas en las partes planas muestran valores bajos en riqueza y diversidad alfa mientras que las sub-parcelas con mayor pendiente tienen valores más altos de riqueza y diversidad alfa.

10.3.2. Diversidad beta

La diversidad beta según Simpson para nuestro estudio varió de 0,45 a 1, al mismo tiempo seis sub-parcelas comparte más del 90% de especies lo que supone que hay dominancia de algunas especies que se encuentran distribuidos ampliamente, pero así mismo Bray Curtis nos dice que la similitud entre las sub-parcelas varia de 39 a 83%, resultado que está fuera del rango de lo reportado por **Mori y Reátegui (2012)** 0,19 a 0,58 (Bray Curtis) así mismo **Zárate et al., (2013)**, reporta valores de Bray Curtis de 0,21 a 0,27, lo que indica que nuestras sub parcelas son bastantes similares en cuanto a composición de especies ya que en promedio son según Simpson y Bray Curtis son 0,77 (77%) y 0,64 (64%) respectivamente esta diferencia entre estos índices se debe a que Bray Curtis toma más interés en la abundancia de individuos de la especie.

El análisis de diversidad beta por sub-parcela nos permitió entender que hay poca diferencia en cuanto a la composición de especies, lo que se refleja en la baja diversidad alfa, es muy probable que se deba a factores físicos tales como el suelo ya que estas plantas estas sometidos a condiciones edáficas extremas, la pendiente tuvo una fuerte influencia en la diversidad ya que la mayor parte del área de muestreo se encuentra en una zona plana con una pendiente menor a 10% mostrando altos valores de similaridad y bajos valores de diversidad alfa, mientras que la sub parcela V y VI son quizás las dos parcelas más diferentes de todo el grupo ubicándose espacialmente en una zona de pendiente de la superficie del suelo que llegó hasta 24%, que modifica el suministro de agua para las planta permitiendo la aparición de *Mauritiella aculeata* que prefiere zonas húmedas encontrándose esta especie en la zona más baja del área de estudio,

estas dos sub-parcelas son bajas en similaridad al mismo tiempo son las más diversas.

10.4. Composición florística de los bosques sobre arena blanca

Los bosques sobre arena blanca constituyen uno de los ecosistemas más reducidos y fragmentados producto del desarrollo poblacional y el de la infraestructura en la ciudad de Iquitos, a pesar de esto, los estudios que proporcionen información descriptiva apropiada para mejorar el entendimiento de este ecosistema son pocos, estos estudios han contemplado algunos alcances generales sobre la flora, **Anderson et al., (1975), Panduro (1992), Freitas (1995 y 1996), Amasifuen y Zárate (2005), Vriesendorp et al., (2007) Fine et al., (2010), Mori y Reátegui (2012), Zárate y Mori (2013), Zárate et al., (2013)**, haciendo una recopilación de información de inventarios florísticos publicados, **Zárate et al., (2013)** encontró que para los bosques sobre arena blanca en Loreto se han reportado en total 501 especies de plantas entre árboles y arbustos todas éstas dentro de 292 géneros y 95 familias,

En nuestro estudio se reporta un total de 25 familias, encabezado según la cantidad de individuos por: Malvaceae (44%) Calophyllaceae (27,74%) Fabaceae (23,05%,) Pentaphylacaceae (4,09%), Icacinaceae (3,19%) Araliaceae (2,10%) Arecaceae (1,60%) Elaeocarpaceae (1,50%) Chrysobalanaceae (1,10%), Euphorbiaceae (0,80%), Similares a los encontrados por **Panduro (1992), Freitas (1996), Amasifuen y Zárate (2005), Fine et al., (2010), Zárate et al., (2013), Zárate y Mori (2013)**, difiriendo solo en la más abundante, ya que Fabaceae generalmente corresponde a la mayor abundancia de individuos en inventarios de Amazonía Peruana.

El rango de familias por hectárea es de 25-35 familias encontrados por **Freitas (1996)**, **Mori y Reátegui (2012)**, lo cual concuerda con nuestro estudio que reporta la existencia de 25 familias.

Zárate et al., (2013), Reporta como especies más abundantes a *Caraipa utilis* (23,8%), *Pachira brevipes* (19,9%), *Dicymbe uaiparuensis* (8,6%), *Haploclathra cordata* (7,6%), *Dendropanax umbellatus* (4,3%), *Marlierea caudata* (2,2%), *Tachigali paniculata* (1,8%), *Emmotum floribundum* (1,5%), *Roucheria punctata* (1,4%), *Ternstroemia klugiana* (1,4%). Este resultado concuerda con nuestro estudio a excepción de *Marlierea caudata*, *Haploclathra cordata* y *Tachigali paniculata* que no se encontró en nuestra parcela pero si reportamos a *Pachira brevipes* (31,44%), *Caraipa utilis* (26,85%), *Dicymbe uaiparuensis* (19,66%), *Ternstroemia klugiana* (4,09%), *Emmotum floribundum* (3,19%) *Dendropanax umbellatus* (2%), *Mauritiella aculeata* (1,60%), *Sloanea spathulata* (1,30%) *Parkia igneiflora* (1%), *Calophyllum longifolium* (0,80%); resultados similares reportó **Panduro (1992)**, adicionando especies como *Euterpe* sp, y *Eperua* sp, Sin embargo en los estudios previos en alto Nanay se puede observar que los varillales cambian de composición a medida que se aleja de la ciudad de Iquitos, ya que en el Alto Nanay, **Vriesendorp et al., (2007)** indica que no se encontraron especies especialistas tales como *Pachira brevipes* (Malvaceae), *Dicymbe amazónica* (Fabaceae s,l.), *Caraipa* spp, (Calophyllaceae), los cuales son muy comunes en los varillales cercanos a la ciudad de Iquitos, La especie más abundante en este inventario fue *Macrobium microcalyx* (Fabaceae s,l.), otras especies comunes en este varillal en Alto Nanay incluyen *Emmotum floribundum* (Icacinaceae), *Macoubea guianensis* (Apocynaceae), mientras que las especies

raras para este tipo de hábitats son: *Ladenbergia* sp, *Remijia* sp, *Pagamea* spp, (Rubiaceae), *Salpinga* sp, (Melastomataceae), *Trichomanes crispum* (Pteridophyta), *Odontodenia* sp, (Apocynaceae) y *Ocotea aciphylla* (Lauraceae).

En contraste con nuestro estudio en la Amazonía brasilera **Anderson et al., (1975)**, reporta la presencia de *Sandemania hoehnei*, *Matayba opaca*, *Cybianthus spicatus* cf, (anterioemente *Conomorpha* cf, *grandiflora*), *Eugenia* sp, *Glycoxylon inophyllum*, *Aldina heterophylla*, *Ouratea spruceana*, *Swartzia doliopoda*, y *Clusia* aff, *Columnaris*, *Talisia cesarina*, *Protium heptaphyllum* y *Humiria balsamífera*, *Psychotria barbiflora* ,Concordando con nuestro estudio solo con la presencia de *Humiria balsamífera*, lo que indica que los bosques sobre arena blanca de la Amazonía brasilera son distintos en cuanto a composición florística de especies, en ese sentido algunas especies suelen ser muy abundantes en algunos parches de varillales y en otros parche pueden no estar presentes, que puede ser explicado por la distancia que existe entre parches de varillales que se distribuyen en forma de islas, es decir no existe un corredor biológico entre estos favoreciendo el proceso de especiación lo que hace mucho más tedioso el manejo de éstos bosques y nace la necesidad de ampliar estudios en los bosques sobre arena blanca.

XI. CONCLUSIONES

- ✓ La estructura del bosque estuvo representada por 1002 individuos por hectárea con un promedio de 100 ind/sub-parcela, el área basal total fué de 22,50 m²/ha, con un promedio de 2,25 m² por sub-parcelas.
- ✓ Tres son las especies más importantes del bosque según el IVI estuvo representada por *Caraipa utilis* (78,72%), *Pachira brevipes* (56,54%), *Dicymbe uaiparuensis* (41,98%), las mismas fueron las más abundantes, frecuentes y dominantes.
- ✓ La riqueza de especies está representada por 39 especies por hectárea, con un promedio de 14 especies por 0,1 ha; los índices de diversidad de Shannon, Simpson y Alfa Fisher por hectárea obtuvieron un valor de 2,01, 0,79, 8,08, mientras que por sub parcelas tuvieron un promedio de 1,76, 0,74, 4,84 respectivamente.
- ✓ La diversidad beta entre las sub-parcelas de 50 x 20 m según el índice de similitud de Simpson y Bray Curtis son 77% y 64 % respectivamente, lo que indica el porcentaje de especies compartidas entre las 10 sub-parcelas, mostrando valores altos en especies compartidas.
- ✓ La composición florística del bosque sobre arena blanca estuvo representada por 39 especies, 35 géneros y 23 familias de angiospermas, la familia más abundante fue Malvaceae (31,44%) Calophyllaceae (27,74%) Fabaceae (23,05%), Pentaphylacaceae (4,09%), Icacinaceae (3,19%) Araliaceae (2,10%) Arecaceae (1,60%), mientras que las especies más abundantes fueron *Pachira brevipes* (31,44%), *Caraipa utilis* (26,85%),

Dicymbe uaiparuensis (19,66%), *Ternstroemia klugiana* (4,09%), *Emmotum floribundum* (3,19%), para una hectárea.

- ✓ La familia más rica en géneros fue Fabaceae, Apocynaceae, Calophyllaceae, Araliaceae; las mismas fueron las más diversas en especies.
- ✓ Se pudo notar poca similaridad florística comunes en bosques neotropicales ya que Malvaceae fue la familia más abundante debido a la abundancia de *Pachira brevipes*, seguido por calophyllaceae, Fabaceae, Pentaphylacaceae e Icacinaceae.
- ✓ Según el ANVA y la prueba de F no existen diferencia significativa en la estructura horizontal del bosque, mientras que en la diversidad florística sí se encontró diferencia significativa entre las sub-parcelas, motivo por el cuál se aprueba la hipótesis general solo para el caso de diversidad florística.

XII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda utilizar esta tesis como información para la implementación de planes de manejo de los varillales, para ello se presenta información de la composición, estructura y diversidad florística del bosque sobre arena blanca.
- ✓ Realizar estudios similares recopilando información de la posición sociológica de los árboles y la regeneración natural del bosque.
- ✓ Efectuar estudios a las especies presentes en los varillales ya que se necesita conocer su ecología y dinámica de las especies en el bosque con el objetivo de poder manejarlos.
- ✓ Desarrollar investigaciones en los parches de los varillales intervenidos por la extracción de arena blanca y observar el proceso de recuperación de estos bosques.
- ✓ Ampliar estudios similares en otros parches de varillales con el fin de ampliar el conocimiento de los varillales alejados de la ciudad de Iquitos.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J. 2012.** Estructura horizontal y valoración económica de las especies de madera comercial de los bosques húmedos tropicales de terraza baja, terraza media, colina baja y colina alta, distrito del Napo, Loreto, Perú, Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Forestales 150 p.
- Álvarez, J. 2006.** Imágenes del paraíso. La Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Wust Ediciones. 92 págs.
- Álvarez J. y Soini P. 2002.** Importancia de la Zona Reservada Allpahuayo Mishana para la conservación de la biodiversidad de la Amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Lima-Perú 16 págs.
- Amasifuen, C. y R. Zárate. 2005.** Composición taxonómica, ecológica y período de floración de plantas leñosas “dicotiledóneas” en dos tipos de bosque del fundo UNAP, tesis presentada para obtener título profesional de biólogo, UNAP, facultad de biología. Carretera Iquitos-Nauta, Loreto-Perú. 396p.
- Anderson, A. 1981.** White-Sand Vegetation of Brazilian Amazonia Source: Biotropica, Vol. 13, No. 3 (Sep. 1981), pp. 199-210 Published by: The Association for Tropical Biology and Conservation Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2388125> Accessed: 27/01/2009 17:51.
- Anderson, A.; Prance, G.; y de Albuquerque, B. 1975.** Estudos sobre a vegetação das Campinas Amazônicas. A vegetación lenhosa da campina da reserva biológica IMPA-SUFRAMA (Manaus - Caracaraí, km 62) Acta Amazônica 5(3): 225-246 p.

- Baker, R. 1998.** “Principios básicos de análisis estadístico”. Novena Edición, Prentice Hall, México. 216 págs.
- 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. 93– 114.
- Fine, P; García-Villacorta, R; Pitman, N; Mesones, I y Kembel, S. 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.3417/2008068>. URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.3417/2008068>
- Font Quer, P. 2000.** Diccionario de Botánica. Ediciones Península, Barcelona, España. 1244 p.
- Freitas, L. 1995.** Caracterización Florística y Estructural de tres comunidades boscosas de terraza alta en la Zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Documento Técnico N° 3. Iquitos-Perú. 50 pp.
- Freitas, L. 1996.** Caracterización Florística y Estructural de cuatro comunidades boscosas de terraza baja en la Zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Documento Técnico N° 26. Iquitos-Perú. 77 pp.

- García, R.; Ahuite, M.; 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.** Tree species richness of upper Amazonian Forests. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 85: 156-159.
- Gentry, A. 1993.** A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú).With supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International. Washington-USA. 895 págs.
- 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. 74p.
- Josse, C., G. Navarro, F. Encarnación, A. Tovar, P. Comer, W. Ferreira, F. Rodríguez, J. Saito, J. Sanjurjo, J. Dyson, E. Rubin de Celis, R. Zárate, J. Chang, M. Ahuite, C. Vargas, F. Paredes, W. Castro, J. Maco y F. Reátegui. 2007.** Sistemas ecológicos de la cuenca amazónica de Perú y Bolivia; clasificación y mapeo. NatureServe. Arlington, Virginia, EE UU. 92 p.
- Kalliola, R; Flores, S. 1998.** Geología 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.
- Kauffman S. Paredes G. y Marquina R. 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.

Lamprecht, H. 1962. Ensayo sobre unos Métodos para el Análisis Estructural de los Bosques Tropicales. Acta Científica Venezolana. 13 (2): 57 – 65.

Louman, B, Quiroz, D, y Nilsoon, M, 2001. Silvicultura de Bosques latifoliados Húmedos con énfasis en América Central, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 256p,

Magurran, A. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. 1a. ed. Great Britain. University Press, Cambridge, 179 pp.

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.

Mendoza, R. E. 2007. Varillal, Bosques que dan para vivir. IIAP, Proyecto BIODAMAZ, Iquitos-Perú 36 p.

Morales M, Vílchez B. Chazdon R L, Ortega M, Ortiz E, Guevara M. 2012. Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del corredor biológico de Osa, Costa Rica. Revista forestal mesoamericana. 9 (23) 19-28.

Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la diversidad. Vol. 1. CYTED. ORCYT – UNESCO. Zaragoza, España. 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).Iquitos-Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas. 147p.

- Panduro, M. (1992).** Diversidad arbórea de un bosque tipo Varillal en Iquitos. Iquitos- Perú. (Tesis Ingeniero Forestal). Iquitos. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.1-105p.
- Prance, G. 1996.** Islands in Amazonia. Philosophical Transactions. K. Soc. Lond. B (1996) 351, 823-833 p.
- Ramirez, A. (1999).** Ecología Aplicada: Diseño y Análisis Estadístico. Ed. Por Alfonso Velasco Rojas. Centro Editorial: Escuela Colombiana de Ingeniería. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 325 p.
- Rojas, R y Tello, R. 2006.** Abundancia y stock de la regeneración natural de especies forestales en el bosque (varillal) del CIEFOR, Iquitos- Perú [en línea]. Instituto de Investigación Forestal y Fauna, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Forestales. Disponible en: www.investigacionfcf.galeon.com/articulos/Articulo_15.pdf
- Segura, G. A. 2012.** Identificación y caracterización de tipos de bosques en la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de Biósfera Maya, impactos del manejo forestal y propuesta de una red de parcelas permanentes de muestreo para su monitoreo; Centro Agronómico Tropical de Investigación Y Enseñanza. Tesis para obtener el grado de Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Turrialba, Costa Rica, 142 p.
- Spichiger, R., Meroz, J., Loizeau, P. y Stutz de Ortega, L. 1990a.** Contribución a la flora de la Amazonía peruana. Los árboles del arboretum de Jenaro Herrera Vol I. Geneve. 359 p.

- Spichiger, R., Meroz, J., Loizeau, P. y Stutz DE Ortega, L. 1990b.** Contribución a la flora de la Amazonía peruana. Los árboles del arboretum de Jenaro Herrera Vol II, Geneve. 565 p.
- Ribeiro, j., Hopkins, M., Vicentini, A., Sothers, C., Costa, m., Brito, J., De Souza, M., Martins, L., Lohmann, L., Assuncao, P., Pereira, E., Dasilva, C., Mesquita, M y Procópio, L. 1994.** Guia de identificacao das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazonia Central. Flora da Reserva Ducke. 799 p.
- Ruokolainen, K. y Tuomisco, 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.
- Tello, R. 2008.** Estructura, composición, crecimiento y Potencial del bosque aluvial del río Nanay, Iquitos - Perú, con fines de manejo sostenible, tesis para optar el grado de doctor en ciencias ambientales, universidad nacional de Trujillo escuela de postgrado Trujillo – Perú 126 p.
- Tello, R., Rojas, R., Ramirez, F., Angulo. P., Álvarez, L., Panduro, M & Alegria W. 2006.** Potencial de un fragmento forestal tipo varillal en una terraza media CIEFOR, Universidad Nacional De La Amazonía Peruana. Iquitos Perú. 25p.<http://www.investigacionfcf.galeon.com/articulos/resumen14.htm>
- 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 (Ciencias Biológicas). Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas. Iquitos-Perú.184 pp.

- Vásquez, R. 1997.** Flórmula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis - USA. 1046 p.
- Vásquez, R, y R. Rojas 2013.** Clave para identificar grupos de familias de Gymnospermae y Angiospermae del Perú, Jardín Botánico de Missouri, USA. 77 p. **por publicarse.**
- VIDURRIZAGA, D.M. 2003.** Inventario y evaluación con fines de manejo, carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú. Tesis para obtener el título de ingeniero forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. 60 p.
- Vriesendorp, C, J.A. Álvarez, N. Barbagelata, W.S. Alverson, Y/AND D.K. Moskovits, Eds. 2007.** Perú: Nanay, Mazán, Arabela. Rapid Biological Inventories Report 18. The Field Museum, Chicago.86 p.
- Zárate, R. y Mori, T. 2012.** Vegetación, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos – Perú 257 p. **Versión preliminar.**
- Zárate R, T Mori, y L Valles (2013).** Composición florística, diversidad y estructura de los Bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto (Perú), Arnaldoa 13 (1).

FOTOS



Proceso de herborización de plantas



Muestra Fértil de *Curupira tefeensis*



Colecta de muestras de árboles altos



Medición del DAP de los arboles



Raíz de *Emmotum floribundum*



Fuste de *Dicymbe uaiparuensis*