



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ECOLOGIA DE
BOSQUES TROPICALES.

TESIS

“Relación altura comercial y diámetro de especies de mayor importancia ecológica, bosque de terraza media. Distrito de San Juan Bautista, Loreto, Perú”.

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

Autor

JUANITA VIVIANA WONG SILVA

Iquitos - Perú

2018



UNAP

Facultad de
Ciencias Forestales

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 781

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por la Bachiller **JUANITA VIVIANA WONG SILVA**, titulada: **“RELACIÓN ALTURA COMERCIAL Y DIÁMETRO DE ESPECIES DE MAYOR IMPORTANCIA ECOLÓGICA, BOSQUE DE TERRAZA MEDIA. DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, LORETO, PERÚ”**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

la declaramos:

APROBADO
.....

Con el calificativo de:

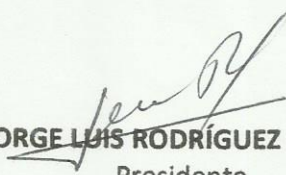
BUENO
.....


En consecuencia queda en condición de ser calificado:

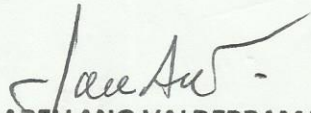
Apto
.....

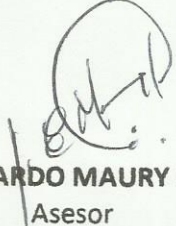
Y, recibir el Título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

Iquitos, 19 de mayo 2017


Ing. JORGE LUIS RODRÍGUEZ GÓMEZ, Dr.
Presidente


Ing. JORGE ELÍAS ALVÁN RUIZ, Dr.
Miembro


Ing. JARLIN ARELLANO VALDERRAMA.
Miembro


Ing. ANGEL EDUARDO MAURY LAURA, M.Sc.
Asesor

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

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


www.unapiquitos.edu.pe

Teléfono: 065-225303


TESIS

“Relación altura comercial y diámetro de especies de mayor importancia ecológica, bosque de terraza media. Distrito de San Juan Bautista, Loreto, Perú”

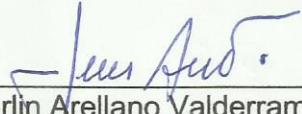
Aprobado el día 19 de mayo del 2017. Según Acta de Sustentación N° 781.



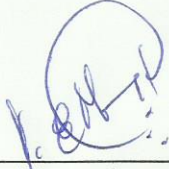
Ing° . Jorge Luis Rodríguez Gómez, Dr.
C.I.P. 46360
Presidente



Ing° . Jorge Elías Alvarán Ruiz, Dr.
C.I.P. 28387
Miembro



Ing° . Jarlin Arellano Valderrama
C.I.P. 65945
Miembro



Ing° . Ángel Eduardo Maury Laura, M.Sc.
C.I.P.
Asesor

ÍNDICE

	Pág.
Índice	i
Lista de cuadros	iii
Lista de figuras	iv
Resumen	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PROBLEMA.....	2
2.1. Descripción del problema.....	2
2.2. Definición del problema.....	3
III. HIPÓTESIS..	4
3.1. Hipótesis general	4
3.2. Hipótesis alterna	4
3.3. Hipótesis nula	4
IV. OBJETIVOS.....	5
4.1. Objetivo general.....	5
4.2. Objetivos específicos.....	5
V. VARIABLES.....	6
5.1. Identificación de variables, indicadores e índices.....	6
5.2. Operacionalización de variables	6
VI. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
VII. MARCO CONCEPTUAL.....	22
VIII. MATERIALES Y MÉTODO	24
8.1. Lugar de ejecución.....	24

8.2. Materiales y equipo.....	25
8.3. Método.....	25
8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
8.5. Técnica de presentación de resultados.....	29
IX. RESULTADOS	30
9.1. Composición florística	30
9.2. Índice de valor de importancia.....	31
9.3. Asociación entre diámetro y altura comercial de los árboles del bosque de colina baja.....	36
9.4. Asociación diámetro - altura comercial de los árboles de mayor importancia ecológica del bosque de colina baja.....	37
X. DISCUSIÓN	43
10.1. Composición florística	43
10.2. Índice de Valor de Importancia	44
10.3. Relación diámetro – altura comercial de especies forestales del bosque de terraza media	46
10.4. Relación diámetro – altura comercial de las plantas de cinco especies forestales del bosque de terraza media	46
XI. CONCLUSIONES	49
XII. RECOMENDACIONES	50
XIII. BIBLIOGRAFÍA.	51
ANEXO	

LISTA DE CUADROS

N°	Título	Pág.
1	Coordenadas de la Parcela de estudio	24
2	Composición florística del área de estudio	30
3	Abundancia de las especies evaluadas del bosque de terraza media.	32
4	Dominancia de las especies evaluadas del bosque de terraza media.	33
5	Frecuencia de las especies registradas en el bosque de terraza media.	34
6	Índice de valor de importancia de las especies del bosque de terraza media.....	35
7	Índice de valor de importancia de las especies del bosque de terraza media.....	36
8	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las especies forestales del bosque en estudio	38
9	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “huira caspi” del bosque en estudio	39
10	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “chimicua” del bosque en estudio	40
11	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “cumala” del bosque en estudio	41
12	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “copal” del bosque en estudio.....	42

LISTA DE FIGURAS

N°	Título	Pág.
1	Mapa de ubicación del área de estudio	40
2	Croquis de la distribución de las parcelas de muestreo	41
3.	Distribución de las especies registradas en el bosque de terraza media, por familia botánica.....	31
4	Modelos alométricos para la asociación diámetro – altura comercial de especies forestales en el bosque de terraza media.....	37
5	Modelos alométricos para la asociación diámetro – altura comercial de especies “huira caspi” en el bosque de terraza media.....	38
6	Relación diámetro – altura comercial de la especie “chimicua” en un bosque de terraza media.....	39
7	Relación diámetro – altura comercial de la especie “cumala” en un bosque de terraza media.....	40
8	Relación diámetro – altura comercial de la especie “copal” en un bosque de terraza media.....	41
9	Relación diámetro – altura comercial de la especie “añuje rumbo” en un bosque de terraza media	42

RESUMEN

El estudio se realizó en la Asociación Agraria de Conductores Directos “El Paujil”, zona de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, ubicado aproximadamente a 12 km del eje de la carretera Iquitos-Nauta, altura del km 35,5 hacia el río Nanay, distrito de San Juan Bautista, provincia Maynas, región Loreto. El objetivo fue conocer la relación altura comercial – diámetro de los árboles de mayor importancia ecológica de un bosque de terraza media. Para el inventario forestal se utilizó 16 parcelas de 0,0625 ha (25m x 25m); intensidad fue de 100%. Los resultados indican que se han registrado 32 especies comerciales distribuidas en 18 familias botánicas; la asociación diámetro – altura comercial de los árboles del bosque en estudio se ajustó al modelo de distribución de tipo **cúbica** con $\pi = 0,45$; además indica **regular** asociación entre las variables. La asociación diámetro – altura de los árboles de las especies “chimicua”, “cumala”, “copal” y “ñuje rumbo” fue de **buena a perfecta**.

Palabras claves: asociación, diámetro, altura comercial, ecuaciones.

I. INTRODUCCIÓN

El escases de información sobre la composición florística y dinámica de los diferentes tipos de bosque de la Amazonía dificulta ampliamente la orientación para su uso sostenible. En diversos estudios sobre silvicultura, ecología del bosque y fisiología de árboles se han utilizado una variedad de instrumentos de medición que a menudo difieren en exactitud, precisión, costo o simplicidad operacional (López *et al.* 2006).

Por tal razón, es de urgente necesidad desarrollar estudios para contrarrestar esta situación teniendo en cuenta la complejidad del bosque tropical la cual obstaculiza considerablemente todo tipo de gestión de evaluación y aprovechamiento forestal (Loja, 2010).

El diámetro, altura y otras características de las plantas se utilizan para estimar a través del uso de modelos estadístico estimativas de difícil medición, tales como biomasa y volumen de madera, número de individuos, relación entre variables, entre otros.

Por tal razón, en este estudio se evaluó la relación entre las variables altura comercial y diámetro de los árboles ≥ 15 cm de dap, esta información permitirá conocer cuál es el comportamiento de estas variables en las especies forestales de un bosque de terraza media, para ser aplicadas en los planes de manejo en las áreas degradadas de la amazonia peruana.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

El aprovechamiento tradicional y selectivo aún aplicado en nuestra región, producen impactos negativos sobre la abundancia de la vegetación; así como también la tumba, traslado mecanizado de los árboles y la construcción de infraestructuras tiene como resultado cambios en la composición florística, abundancia y estructura del bosque.

Un bosque no es simplemente una cantidad de madera si no una asociación de plantas vivas que puede y debe tratarse como una riqueza renovable (Loja, 2010).

Fontes (1999), estudió la existencia de patrones alométricos en cinco especies arbóreas pioneras tropicales, encontrando dos patrones distintos: uno relacionado con un mayor crecimiento de la altura, asegurando un espacio en el dosel y, el otro más ligado al crecimiento del diámetro y de la copa, ocupando mayor espacio horizontal.

En la actualidad existe escasa información referente a la relación entre variables de una misma especie que es el tema planteado en el presente estudio; con esta experiencia se busca nuevos conocimientos que ayuden a tomar decisión en lo que respecta al manejo silvicultural de cinco especies comerciales de mayor importancia ecológica de un bosque de terraza media, que finalmente influenciaran positivamente en los planes de manejo.

2.2. Definición del problema

¿Será que existe relación entre la altura comercial y el diámetro en los árboles de las especies comerciales de mayor importancia ecológica, en un bosque de terraza media, distrito de San Juan Bautista, Loreto, Perú?

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Existe relación entre la altura comercial y el diámetro en los árboles de las especies comerciales de un bosque de terraza media, distrito de San Juan Bautista, Loreto, Perú.

3.2. Hipótesis alterna

La altura comercial está relacionado con el diámetro en los árboles de las especies comerciales de un bosque de terraza media, distrito de San Juan Bautista, Loreto, Perú.

3.3. Hipótesis nula

La altura comercial no está relacionado con el diámetro en los árboles de las especies comerciales de un bosque de terraza media, distrito de San Juan Bautista, Loreto, Perú.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Definir si existe o no relación entre la altura comercial y el diámetro de los árboles de las especies forestales de un bosque de terraza media, distrito de San Juan Bautista, Loreto, Perú.

4.2. Objetivos específicos

- Listar la composición florística de especies forestales ≥ 30 cm de dap.
- Obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies registradas.
- Calificar por el método de correlación (si existiese relación entre las variables en estudio) el grado de asociación entre la altura comercial y el diámetro de las cinco especies forestales de mayor importancia ecológica.
- Cuantificar la participación de la variable independiente en los cambios de la variable dependiente, mediante el coeficiente de determinación (si existiese relación entre las variables en estudio).

V. VARIABLES

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices

En el estudio se planteó como variable independiente (X) a la altura comercial de los árboles registrados con ≥ 30 cm de Dap de un bosque de terraza media, siendo el indicador medición de altura comercial; el índice fue el metro; como variable dependiente (Y) se consideró al diámetro a la altura del pecho (dap) de los árboles registrados; el indicador fue la medición del dap y como índice se tuvo al centímetro.

5.2. Operacionalidad de las variables

Variables	Indicadores	Índices
Independiente (X)	Medición Altura comercial	m
Altura comercial de los árboles		
Dependiente (Y)		
Diámetro del árbol	Medición del Dap	cm

Observación: La aplicación de las variables independiente y dependiente fue para las cinco especies forestales de mayor importancia ecológica y, a nivel general para el tipo de bosque.

VI. REVISIÓN DE LITERATURA

6.1. Antecedentes

Composición florística

Valderrama *et al.* (1998), indican que la vegetación del Arboretum del CIEFOR – Puerto Almendra es representativa de la cuenca del Río Nanay; en 0,625 ha (Parcela II) identificaron las siguientes especies de la familia *Arecaceae*: *Euterpe precatória* Mart (4), *Paulina* sp. (1), *Mauritia flexuosa* (1), *Mauritia aculeata* Burret (6), *Maximiliano* sp. (1), *Socratea Exorciza* Wend (2). Así mismo, Mori (1999), en la Parcela VII del mismo arboretum registró un total de 59 especies a partir de plantas con diámetro ≥ 10 cm de DAP. Además, Bardales (1999) en la Parcela X determinó un total de 644 árboles agrupados en 64 familias botánicas.

Alván (1986), definió en una muestra de 15 hectáreas, utilizando fajas, en bosque de categoría aluvial y pantano en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, veintiséis familias botánicas en la cuenca del Pacaya, con 73 especies y en la cuenca del Samiria identificaron 21 familias botánica, con 48 especies.

En Jenaro Herrera Freitas (1996), menciona que para árboles con DAP ≥ 10 cm la composición florística del bosque latifoliado de terraza baja estuvo compuesta por 43 familias botánica, de las cuales, ocho aportan por lo menos el 50% del peso ecológico total, siendo las *Lecythidaceae* las de mayor presencia con 27,9% y las de menos presencia las *Palmae* con 12,6%.

Vidurruzaga (2003), reporta para un inventario con fines de manejo en la carretera Iquitos-Nauta un total de 202 especies maderables y 7 especies no maderables, los cuales se encuentran agrupados en 41 familias botánicas, siendo

los más importantes por su abundancia las Fabaceae, Lecythidaceae, Euphorbiaceae, Myristicaceae y Moraceae.

Relación entre variables de una misma especie

Burga (1993), menciona que la estructura diamétrica total del bosque de terraza, varillal y aluvial, muestran que más del 90% de los individuos se concentran en la clase diamétrica para DAP inferior a 10 cm; además, hace referencia que la distribución diamétrica total y por especie de árboles, se ajustó a un modelo de distribución de tipo exponencial, es decir mayor concentración de árboles en las clases diamétricas inferiores.

Ojeda (1974), reporta para Von Humboldt el ajuste de las curvas es muy bajo en la prueba de "t", es decir hay diferencia significativa, en la prueba de " χ^2 " chi-cuadrado da una diferencia de altamente significativa, en la prueba de correlación "r" es relativamente bajo y la distribución diamétrica no es la misma en todas las masas.

Heinsdijk y Miranda (1963), señalan que el bosque tropical es una mezcla de pequeños y grandes árboles con una gran variedad de diámetros (DAP) semejante a los que se observan en países templados de desigual edad, donde todavía la variación del diámetro es menor. Hawley y Smith (1980), consideran que el crecimiento en diámetro de los árboles es más variable que la altura.

En bosques con alta diversidad de especies, los diferentes modelos pueden ser simplificados por agrupamiento de especies estableciendo criterios adecuados, aunque esta simplificación reduce el contenido de información, revela los patrones generales y facilita las predicciones acerca del desarrollo del bosque (Swaine y Whitmore, 1988).

Utilizando los modelos ZELIG, FACET se han establecido grupos funcionales de acuerdo a los requerimientos de claro (dependencia de la luz) y capacidad de creación de claros (altura máxima) de las especies (Acevedo, 1980). Los modelos de transición permiten simplificar la simulación de la dinámica forestal a esta escala, definiendo cada estado de transición por medio de un tipo de cobertura definido como una combinación de especies (o de grupos funcionales) dominantes y estado sucesional, como se ha hecho en varias aplicaciones del modelo MOSAIC (Acevedo *et al.* 1995; Delgado, 2000 y Abbott-Wood, 2002).

Sobre este particular, Alves y Santos (2002), encontraron que no es posible predecir las relaciones alométricas sólo por el tamaño de los árboles adultos y su posición en el dosel; dicha variación pudiera estar relacionada con cambios del tamaño dependientes de respuestas diferentes a la disponibilidad de luz y rasgos demográficos. Una característica interesante de las poblaciones de plantas es que los intervalos individuales de tamaño son muy amplios como resultado de la competencia asimétrica por la luz o por la distribución poco uniforme de otros recursos (Weiner *et al.* 2001).

El DAP explica mucha de las variaciones en altura (Zeide y Vanderschaaf, 2002), y como resultado la relación alométrica DAP-altura ha sido utilizada como uno de los factores en el estudio de la dinámica de crecimiento del bosque. Esta relación ha sido también empleada para demostrar que el diámetro se incrementa a una tasa más rápida que la altura durante el crecimiento, como lo predicho por los modelos biomecánicos (Henry y Aarssen, 1999).

Se obtuvieron relaciones alométricas diámetro-altura para 34 especies de árboles de la Reserva Forestal Imataca con alto valor de importancia, para ser

incorporadas al modelo de base individual FACET para simular el establecimiento, crecimiento y mortalidad de árboles en la Reserva. Las alometrías varían para los distintos grupos funcionales, revelando relaciones alométricas asociadas a las características de tolerancia a luz y altura máxima de las especies. Este resultado permitió generar prototipos por grupo ecológico que pueden ser usados para revelar patrones generales de crecimiento y facilitar las predicciones acerca del desarrollo del bosque (Delgado *et al.* 2005).

Villacorta (2012), indica que la ecuación matemática exponencial fue la que se ajustó a los tres tipos de bosque del área de estudio con sus estadígrafos del coeficiente de correlación (r) y el coeficiente de determinación (R^2). Asimismo, manifiesta que el bosque húmedo de terraza alta es el que presenta el más alto coeficiente de determinación (0,892) y el menor exhibe el bosque húmedo de colina baja (0,852).

El mismo autor manifiesta que los modelos matemáticos exponencial, cuadrático y cúbico se ajustaron a la estructura diamétrica por especie para los tres tipos de bosque. Asimismo, revela que en el bosque húmedo de terraza baja, las especies *Iryanthera grandis* “cumala colorada” (1,000) y *Ruptiliocarpon caracolito* “topa caspi” (1,000) son las que presentan el más alto grado de asociación; mientras que para el bosque húmedo de terraza alta están representados por las especies *Brosimum lactescens* “chimicua” y *Virola peruviana* “cumala blanca” con 0,993; asimismo, las especies *Couepia bracteosa* “parinari” con 0,963 y *Eschweilera coriacea* “machimango blanco” con 0,967 son las que reportan el más alto coeficiente de determinación para el bosque húmedo de colina baja.

6.2. Marco Teórico

Inventario forestal

El término “inventario forestal” ha sido utilizado en el pasado como sinónimo de “procedimiento para la estimación de recursos leñosos (principalmente maderables comerciales) contenidos en un bosque” (Orozco y Brumér, 2002).

El inventario forestal no solo es un registro cualitativo y cuantitativo de las características de los árboles, sino que se amplía a todos los elementos que conforman el bosque, según el cual está compuesto por el capital vuelo, suelo y demás elementos o individuos que se desarrollan y viven en la masa forestal (Malleux, 1982).

El inventario es un instrumento de planificación, pues ofrece datos estadísticos seguros en lo referente a la cuantificación y distribución de los individuos vegetales, como también la caracterización de la población vegetal y la evaluación de la diversidad biológica Robles (1978); Péllico Neto y Brena (1997) y Prodan (1997), citado por Moscovich *et al.* (2003).

Para Orozco y Brumér (2002), es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal. Mientras que para Israel (2004) citado por Loja (2010), consiste en extraer información, es decir es para saber cómo aprovecharlo, es como una radiografía del bosque, un resumen de su situación en un tiempo dado.

Composición florística

Referente a las características de los bosques tropicales Louman (2001), define que la composición de un bosque está determinada tanto por factores

ambientales, por la posición geográfica, clima, suelo, y topografía; así como también, por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies. Lamprecht (1990), indica que la composición florística de los bosques tropicales cambia constantemente entre un lugar y otro; la composición florística se enfoca en la diversidad de especies dentro de un ecosistema y es necesario elaborar un cuadro que contenga los nombres de las especies identificadas, para describirlas adecuadamente.

Louman (2001), menciona que la comunidad vegetal puede ser caracterizada por su composición, riqueza, diversidad y su estructura. Por su composición se refiere a las especies presentes en el bosque; por su riqueza expresa el número total de especies; y por diversidad enumera a las especies de acuerdo al tamaño de la población

Malleux (1982), describe que las características más resaltantes del bosque tropical son gran complejidad en composición florística y por su difícil accesibilidad. Panduro (1992), menciona que el reconocimiento de las especies y familias botánicas es tedioso, es de gran utilidad conociendo la adaptabilidad de la especie en el área y permitir concluir sobre su forma de vida.

Establecer el número de árboles por clase diamétrica y especie

De acuerdo a recomendaciones internacionales sobre normalización Rollet (1974), citado por Cárdenas (1986), para permitir comparaciones con resultados de otros levantamientos, se fijará en el presente trabajo un intervalo de clase igual a 10 cm.

Estructura Horizontal de la vegetación

Tuomisto (1993), indica que existen muchas variables utilizadas para definir

los tipos de vegetación, como por ejemplo; la estructura del bosque, composición florística, especies indicadoras, riqueza de suelo, drenaje, topografía del terreno, factores climatológicos y potencial en el uso forestal.

Ruokolainen & Tuomisto (1993), reportan que en la Amazonía Peruana los terrenos de tierra firme ocupados por bosques tropicales son estructuralmente homogéneos en áreas muy extensas y poseen un número muy alto de especies vegetales. Por lo tanto, el conocimiento de la estructura y el comportamiento de diferentes comunidades son importantes para el manejo y el uso sustentable de los recursos naturales del bosque húmedo tropical.

Dansereau (1961) cit. por Hidalgo (1982) manifiesta que la estructura debe entenderse como agregado cuantitativo de actividades funcionales; es decir, la ocupación espacial de los componentes de una masa vegetal. La caracterización de la estructura se resume al análisis de elementos como; la estratificación y consistencia o textura.

Schulz (1970) cit. por Wasdworth (2000), define la estructura horizontal como el arreglo espacial de los árboles en una superficie boscosa; este arreglo espacial, se relaciona con los tamaños, ubicación relativa y tipos de forma de vida. De esta manera se mide la densidad del bosque por; la cantidad y tamaño de los árboles; y el área basal.

Lamprecht (1990), sugiere técnicas que permitirán realizar el análisis de la composición florística y estructura horizontal que se presentan a continuación:

a) Abundancia de especies

Font-Quer (1953) define la abundancia como el número de individuos de cada especie dentro de una asociación vegetal. El análisis de la abundancia por

especies, por grupo comercial, grupo ecológico o por clase diamétrica proporcionan información visual sobre la factibilidad de realizar un aprovechamiento comercial en relación a la futura composición del bosque (Louman & Stanley, 2002). Asimismo, Lamprecht (1990) define a la abundancia absoluta como el número total de individuos pertenecientes a una especie y abundancia relativa como la proporción de cada especie en porcentaje del número total de árboles registrados en la parcela de estudio.

Por lo general, las especies más abundantes poseen altos valores de frecuencia, es decir, que pertenecen a grupos con distribución horizontal continua; a pesar de la gran abundancia de individuos, son relativamente pocas las especies que caracterizan florísticamente al bosque y las restantes son más bien “acompañantes” o poco importantes (Lamprecht, 1990).

Para Hawley y Smith (1972), en las masas irregulares al envejecer en cada uno de los pequeños grupos uniformes disminuye el número de árboles, al principio rápidamente y luego más despacio, puede llegar el momento en que, de un grupo inicial de un centenar de individuos, no sobrevivirá más que uno.

b) Dominancia de especies

Lamprecht (1990), indica que la dominancia es el grado de cobertura de las especies, expresando el espacio ocupado por las mismas; se define como la suma de las proyecciones horizontales de la copa de los árboles sobre el suelo. Y para tener una idea sobre la dominancia entre las especies de un bosque, lo ideal sería medir el ancho, la altura y la ubicación de todas las copas de los árboles en parcelas permanentes de muestreo.

Hidalgo (1982), dice que otros autores coinciden en la importancia de la

forma de la copa para definir la conformación y desarrollo de los futuros fustes de los árboles. Sin embargo, su estimación ha sido motivo de divergencias. Por otro lado Lamprecht (1990), menciona que a causa de la existencia de varios doseles, la estructura vertical y horizontal del bosque se vuelve compleja; la determinación de la proyección de la copa resulta en extremo complicada, trabajosa y en algún caso imposible de realizar, usualmente ésta se determina en forma visual, resultado demasiado costoso y estaría sujeto a muchos errores de medición. Por lo tanto, la proyección de la copa ya no es evaluada, se emplean las áreas basales consideradas como sustitutos de los verdaderos valores de la dominancia de las especies.

Louman y Stanley (2002) e Hidalgo (1982), afirman que el empleo de las áreas basales es justificable; ya que las investigaciones al respecto han demostrado que por regla general existe una correlación lineal relativamente alta, parabólica y cuadrática entre el diámetro de la copa y del fuste, gracias al aporte de muchos investigadores (Dawkins 1963, Malleux 1970, Hoheisel 1976 cit. por Hidalgo, 1982).

Finegan (1997) cit. por Louman (2001), desde el punto de vista silvicultural, menciona que la medida más importante de la organización horizontal es el área basal (m^2/ha). Snook (1993) cit en Louman & Stanley (2002), refieren que al usar el parámetro de área basal y, si una especie posee altos valores, significa que posee mejor calidad de sitio; esto es un indicador del nivel de competencia en el dosel y grado de desarrollo del bosque. Asimismo, Sabogal (1980) cit en Freitas (1986), indica que el área basal permite medir la potencialidad productora del medio ambiente.

Además Louman (2001), menciona que el área basal real se puede usar

como indicador de la aproximación de la vegetación actual a la capacidad de carga de un sitio determinado (área basal máxima). Para ello, es necesario determinar el estado del desarrollo y la estructura del bosque; complementar los datos del área basal con la información de la composición florística (dos bosques con la misma área basal pueden tener una composición completamente diferente) y de la distribución de los árboles por clase diamétrica (una misma área basal puede significar muchos árboles de tamaños pequeños, o pocos árboles grandes).

Lamprecht (1990), define la dominancia absoluta de una especie como la suma de las áreas basales individuales expresadas en m^2 ; la dominancia relativa se calcula como la proporción del área basal de una especie en relación al área basal total en porcentaje.

Estudios realizados en bosques de la Amazonía, presentan valores de dominancia que varían entre 22-50 m^2/ha (INIEA, 2003) y de 26-27 m^2/ha presentados por Abadie (1956), Sabogal (1980) y Marmillod (1982), cit. por Freitas (1996).

Lamprecht (1990), define que la tendencia de desarrollo de un bosque se puede determinar mediante el análisis de la distribución del número de árboles por clase diamétrica, para especies o grupos de especies. En los bosques tropicales húmedos las reservas de árboles pequeños son en todo momento lo suficientemente abundantes como para sustituir a los árboles grandes que mueren, el rendimiento sostenido natural está obviamente asegurado.

Para Louman (2001), las características del bosque como el suelo, clima, especies y dinámica, determinan la estructura horizontal, esto se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica. Hawley y Smith (1972) cit. por

Louman (2001), define dos tipos de estructuras diamétricas: Las coetáneas o regulares y las discetáneas o irregulares. Una *estructura regular* corresponde a un bosque donde la mayor parte de los individuos de una o varias especies tienen una misma edad o tamaño, esta estructura se expresa gráficamente con una curva en forma de campana. En una *estructura irregular*, los individuos del bosque se encuentran distribuidos en varias clases de tamaño representado mediante una distribución del tipo “J” invertida. También es común encontrar bosques con distribución de curvas en forma de una “J” invertida incompleta; esto significa que algunas clases diamétricas se encuentran subrepresentadas (tienen pocos individuos) o sobrerrepresentadas.

Los bosques secundarios jóvenes corresponden con frecuencia a estructuras parcialmente regulares; mientras que los bosques primarios, así como los secundarios maduros, presentan estructuras regulares, incompletas en muchos casos.

Una especie que presenta una estructura de “J” invertida, está formado por individuos pequeños y jóvenes que se encuentran bajo la sombra de árboles de mayor tamaño y edad. Estos individuos pueden sobrevivir bajo condiciones de menor iluminación y son probablemente esciófitas o esciófitas parciales. Muchas especies en un mismo bosque con estructura diamétrica regular, pueden presentar curvas en forma de campana o distribución bimodal (con dos o más picos). Estas curvas, por lo general, corresponden a especies exigentes en luz que necesitan claros de mayor tamaño (heliófitas efímeras o durables).

Para Louman y Stanley (2002), el bosque húmedo tropical presenta por lo general, una distribución en forma de “J” invertida. Lamprecht (1962) cit. por Hidalgo (1982), menciona que el bosque es dinámico y no requiere intervenciones

específicas para mantener la estructura existente, garantizando la existencia y sobrevivencia; por el contrario, cuando ocurre una estructura diamétrica irregular, las especies tenderán a desaparecer con el tiempo.

La presencia de estructuras diamétricas irregulares, es decir, la escasez de árboles en clases diamétricas inferiores para una serie de especies pertenecientes a diversos tipos de bosques húmedos tropicales, ha sido descrita por varios autores, entre ellos Brunig (1968), Lamprecht (1964), Richards (1966) y Whitmore (1975) citado por Lamprecht (1990).

c) Frecuencia de especies

La frecuencia expresa la regularidad de la distribución espacial u horizontal, indicando la existencia de una especie en determinadas subparcelas evaluadas. Es un concepto estadístico que expresa la medida de porcentajes de ocurrencia, presencia o ausencia de una especie en áreas de igual tamaño dentro de una comunidad (Lamprecht 1962, Forster 1973 y Finol 1974 citados por Hidalgo, 1982). Este parámetro resulta ser un indicador de la diversidad o de la complejidad florística de la asociación dentro de la comunidad forestal (Sabogal 1980, Vega 1968, citado en Freitas, 1986).

Para Lamprecht (1990), de acuerdo a las frecuencias absolutas, se acostumbra a reunir las especies en cinco (5) clases siguientes: I = 1- 20 %; II = 21- 40 %; III= 41- 60 %; IV= 61-80 %; V= 81-100 %. Además, la relación de frecuencia se puede representar gráficamente en un diagrama, determinando una idea aproximada de la homogeneidad del bosque. Diagramas con valores altos en las clases de frecuencia de IV-V indican la existencia de una composición florística homogénea. Altos valores en las clases I-II representan una heterogeneidad florística establecida.

Debe observarse que los valores de frecuencia también dependen del tamaño de las subparcelas; cuanto más grandes sean éstas, mayor cantidad de especies tendrán acceso a las clases altas de frecuencia. Por lo tanto, solo son comparables los diagramas de frecuencia obtenidos a partir de parcelas de muestreo con igual tamaño de subparcelas, Lamprecht (1990).

La frecuencia absoluta también es igual a la existencia en todas las subparcelas. La frecuencia relativa de una especie se calcula como la proyección expresada en porcentajes de la frecuencia absoluta de una especie en relación a la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies, Lamprecht (1990).

d) Índice de valor de importancia

Los datos estructurales de abundancia, dominancia y frecuencia revelan aspectos importantes de la composición florística; pero por sí solos, no ofrecen información sobre la estructura florística del bosque en conjunto, de allí que muchos autores como Cain y Castro, 1956; Foerster, 1973; Lamprecht, 1964; Sabogal, 1980; Hidalgo, 1982 citados por Freitas, 1986 y 1996, intentan buscar la manera de combinarlos en una sola expresión.

El llamado índice de valor de importancia (IVI), formulado por Curtis & McIntosh (1951) cit. en Lamprecht (1990), este es calculado para cada especie, a partir de la suma de valores relativos de abundancia, frecuencia y dominancia. Con éste índice es posible calcular el “peso ecológico” de cada especie, dentro del tipo de bosque correspondiente. La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugiere la igualdad o por lo menos la semejanza del bosque en su composición, en su estructura, en lo referente al sitio y a la dinámica.

El valor máximo relativo del IVI es de 300 %, cuando más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes. Este parámetro está influenciado por la forma y tamaño de la unidad de muestra (Sabogal, 1980; Finol, 1976 citados por Freitas 1986).

Relación de las variables

Los modelos matemáticos tienen muchas ventajas sobre una descripción verbal del problema, una ventaja obvia es que describe un problema en forma mucho más concisa. Esto tiende a hacer que toda la estructura del problema sea más comprensible y ayude a revelar las relaciones importantes entre causa y efecto. De esta manera, indica con más claridad que datos adicionales son importantes para el análisis; también facilita simultáneamente el manejo del problema en su totalidad y el estudio de todas sus interpelaciones. http://www.investigacion-operaciones.com/Metodologia_IO.htm.

Los modelos pueden ser evaluados por el coeficiente de determinación (R^2), el coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) y el error cuadrático medio de predicción (ECMP). El coeficiente de determinación se interpreta como la proporción de la variabilidad total en Y explicable por la variación de la variable independiente o la proporción de la variabilidad total explicada por el modelo (Di Rienzo *et al.* 2001).

Por otro lado, la alometría es una herramienta que permite relacionar características físicas o fisiológicas de las especies forestales para predecir su comportamiento en el futuro (King, 1990 - 1996 y Leite, 1999).

Según Davis & Johnson (1987) y Ramírez & Zepeda (1994), manifiestan que las variables dasométricas como la altura, el diámetro normal o el volumen, como una función de la edad del árbol, es una relación que sigue un patrón que puede ser representada por una curva logística, que a su vez es descrita por una ecuación. Es evidente que si existen grandes diferencias entre estos valores debemos de rechazar el modelo propuesto (Segura & Andrade, 2008).

La alometría es una herramienta que permite relacionar características físicas o biológicas de las especies forestales para predecir su comportamiento en el futuro; esta técnica permite obtener parámetros de interés para investigadores y planificadores de sistemas de aprovechamiento intensivo de los recursos naturales (King, 1996 citado por López *et al.* 2003).

VII. MARCO CONCEPTUAL

Bosques. Es toda área cubierta de árboles sean o no reproductivos. En su condición natural o en plantaciones (Malleux, 1982).

Árboles.- Son plantas leñosas perennes que tienen un fuste y una copa bien diferenciada (Lindorf *et al.* 1991).

Inventario forestal: Se define como el conjunto de procedimientos destinado a proveer información cualitativa y cuantitativa de un bosque (Wabo, 2003).

Estructura horizontal. Es considerado como el arreglo espacial de los árboles en una superficie boscosa; este arreglo espacial, se relaciona con los tamaños, ubicación relativa y tipos de forma de vida (Schulz, 1970 cit. por Wasdworth, 2000).

Composición florística.- Es la relación de especies y familias de los árboles forestales comerciales que se registrarán en el área de estudio (Louman, 2001).

Abundancia. La abundancia, en el sentido cuantitativo, es el número de individuos de cada especie dentro de una asociación vegetal, referido a una unidad de superficie (Lamprecht, 1964).

Dominancia. Es el grado de cobertura de las especies, expresando el espacio ocupado por las mismas; la dominancia absoluta de una especie es la suma de las áreas basales individuales expresadas en m² (Lamprecht, 1990). La dominancia permite medir la potencialidad productiva del bosque constituyendo un parámetro útil para la determinación de la calidad de sitio (Finol, 1971).

Frecuencia. La frecuencia expresa la regularidad de la distribución espacial u horizontal, indicando la existencia de una especie en determinadas subparcelas

evaluadas. Es un concepto estadístico que expresa la medida de porcentajes de ocurrencia, presencia o ausencia de una especie en áreas de igual tamaño dentro de una comunidad (Lamprecht, 1962; Forster, 1973 y Finol, 1974 citados por Hidalgo, 1982).

Modelo alométrico. Son ecuaciones matemáticas que permiten realizar estimaciones en función de unas pocas variables de fácil medición, tales como el diámetro a la altura del pecho (dap) y/o la altura total (Loetsch *et al.* 1973; Caillez, 1980; Husch *et al.* 1982 y Parresol, 1990, citados por Segura & Andrade, 2008).

VIII. MATERIALES Y MÉTODO

8.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó en la Asociación Agraria de Conductores Directos “El Paujil”, zona de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, ubicado aproximadamente a 12 km del eje de la carretera Iquitos-Nauta, altura del km 35,5 hacia el río Nanay, distrito de San Juan Bautista, provincia Maynas, región Loreto; las coordenadas UTM se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1: Coordenadas de la Parcela de estudio

Coordenadas de Ubicación		
Vértice	Este	Norte
C	666324	9562204
D	666543	9561916
E	666793	9563659
F	666524	9563898

Ver anexo **Figura 1**. Mapa de ubicación del área de estudio.

La parcela de estudio tiene acceso por vía terrestre desde la ciudad de Iquitos, hacía el sur de la ciudad por la carretera Iquitos – Nauta hasta llegar al km 35,5; posteriormente a la derecha, por una carretera afirmada, se transita aproximadamente 12 km. El tiempo que se toma en llegar a la zona es de aproximadamente cuatro horas. Existe otra vía de acceso alterna que es por el río Nanay ingresando por la quebrada Yarana, solo en época de creciente.

El área corresponde a la zona climática de Selva Tropical lluviosa,

caracterizada por precipitaciones anuales altas entre 2500 mm y 3000 mm y, temperaturas medias anuales mayores de 26°C. Los cambios climáticos estacionales son poco apreciables y bastantes variables, dependiendo más de las precipitaciones pluviales que de la temperatura (Marengo, 1998).

El tipo de suelo existente en el área de estudio según FAO (1974), citado por IIAP (2001), es el cambisol districo (asociación otorongo - colina), ubicados en paisajes de terrazas medias y lomadas con pendientes moderadas a fuertemente inclinadas.

8.2. Materiales y equipos

Libreta de campo, lápices, borrador, marcador indeleble, machetes, jalones, huincha de 50 m, forcípulas, GPS, brújula, clinómetro, calculadora de bolsillo, computadora y accesorios, material de escritorio en general.

8.3. Método

Tipo y nivel de investigación

La presente investigación fue del tipo descriptivo y de nivel básico.

Población y muestra

Para la evaluación se tuvo en cuenta como población a todas las plantas del bosque de terraza media y, como muestra se considerará a las plantas ≥ 30 cm de dap que se registraron en el área de estudio.

Análisis estadístico

Para la evaluación estadística de los datos que se registraron en el inventario forestal se aplicó la estadística básica y la prueba de correlación lineal simple para determinar el grado de relación o asociación entre las dos variables y, el coeficiente de determinación será para demostrar cuanto es la participación de la variable independiente en las variaciones de la variable dependiente (Beiguelman, 1994).

Los cálculos se efectuaron utilizando el software SPSS 21.

Para determinar el grado de asociación entre las dos variables se utilizó la siguiente tabla:

Valor de "Π" (+ ó -)			Grado de Asociación
	1,00		Perfecta
< 1	a	≥ 0,75	Excelente
< 0,75	a	≥ 0,50	Buena
< 0,50	a	> 0,00	Regular
	0,00		Nula

Los modelos alométricos considerados para el presente estudio fueron:

Nº	MODELOS ALOMÉTRICOS	ECUACIONES
1	LINEAL	$Y = b_0 + (b_1 \times t)$
2	LOGARITMICA	$Y = b_0 + (b_1 \times \ln(t))$
3	INVERSA	$Y = b_0 + (b_1 / t)$
4	CUADRATICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$
5	CUBICA	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$
6	COMPUESTA	$Y = b_0 \times (b_1^t)$
7	POTENCIAL	$Y = b_0 \times (t^{b_1})$
8	S-CURVA	$Y = e^{(b_0 \times (b_1 / t))}$
9	CRECIMIENTO	$Y = e^{(b_0 \times (b_1 \times t))}$
10	EXPONENCIAL	$Y = b_0 \times (e^{(b_1 \times t)})$
11	LOGISTICA	$Y = 1 / (1/u + b_0 \times (b_1^t))$

Donde:

b_0 = Constante (Parámetros a estimarse)

b_1 = Constante (Parámetros a estimarse)

b_2 = Constante (Parámetros a estimarse)

b_3 = Constante (Parámetros a estimarse)

\ln = logaritmo (Parámetros a estimarse)

Procedimiento

Inventario forestal

Para el registro de las características de las especies forestales ≥ 30 cm de dap, se utilizaron 16 parcelas de 0,0625 ha (25m x 25m). El perímetro de cada unidad de estudio se trazó con azimut de 10^0 y 144^0 ver anexo 2. El inventario forestal tuvo una intensidad de 100 % en cada parcela, se utilizó el formato siguiente:

Lugar Cuenca:
 Región: U.M. N° Brigada:
 Jefe Br: Matero: Tipo de Bosque:
 Fecha:

Nº Parcela	Nº árbol	Especie	DAP (cm)	Hc (m)	Hr (m)	OBSERVACIÓN
01	1					

Descripción del formato:

Brigada o grupo.- Nombre de los componentes del grupo de trabajo.

Código de la Unidad de muestreo.- Se utilizó los números del 1 al 16 de acuerdo a la unidad de muestreo.

Nombre de la especie.- Inicialmente se identificó a los árboles por el nombre vulgar y/o taxonómica con el apoyo de una persona especializada, posteriormente se efectuó la verificación en el herbario de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Medición del diámetro.- El diámetro de los árboles se midió a la altura del pecho (dap) aproximadamente a 1,30 m de altura del nivel del suelo, para clasificar a los árboles ≥ 30 cm de dap. se utilizó como material a la forcípula de metal, graduada con aproximación al centímetro, colocada siempre en dirección opuesta a la pendiente.

Medición de altura comercial.- La altura comercial de los árboles comprendió desde el nivel del suelo (sin aleta) o al final de la aleta cuando existió y, el punto de ramificación del tronco principal o la presencia de algún defecto en el fuste, esta medición se efectuó con aproximación al metro. A cada 100 m se realizó la verificación utilizando el clinómetro suunto.

Medición de altura total. - La altura total de los árboles comprendió desde el nivel del suelo hasta la parte final de la copa, esta medición se efectuó con aproximación al metro.

Relación altura comercial con el diámetro de los árboles.

Se tomó en cuenta el registro de la composición florística, altura comercial y el diámetro a la altura del pecho (dap) de cada uno de los árboles de las especies

comerciales; se efectuó la siguiente comparación Altura comercial Vs. Dap; el análisis fue para las cinco especies de mayor importancia ecológica y, a nivel general para el tipo de bosque evaluado.

8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el registro de los datos del diámetro del fuste a la altura del pecho (DAP) de todos los árboles comerciales ≥ 30 cm de DAP fueron medidos con el calibrador forestal (forcípula). La altura comercial (HC) se estimó visualmente o utilizando clinómetro suunto. La identificación dendrológica se realizó con la ayuda de un matero con experiencia quien proporcionó el nombre común de las especies forestales comerciales; los datos obtenidos se procesaron en el software Excel y SPSS 21.

8.5. Técnica de presentación de resultados

La presentación de los resultados finales se realizó a través de cuadros y figuras, con las respectivas descripciones y análisis de los mismos.

IX. RESULTADOS

9.1. Composición florística

Cuadro 2: Composición florística del área de estudio.

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Familia Botánica
1	"achiotillo"	<i>Sloanea durissima</i>	Elaeocarpaceae
2	"añuje rumo"	<i>Anaueria brasiliensis</i>	Lauraceae
3	"bolaina"	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
4	"canela moena"	<i>Ocotea aciphylla</i>	Lauraceae
5	"capirona de altura"	<i>Capirona decorticans</i>	Rubiaceae
6	"carahuasca negra"	<i>Unonopsis veneficiorum</i>	Annonaceae
7	"chimicua"	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Moraceae
8	"chingonga"	<i>Brosimun utile</i>	Moraceae
9	"copal"	<i>Protium altsonii</i>	Burseraceae
10	"cuchara caspi"	<i>Molouetia killipii</i>	Apocynaceae
11	"Cumaceba"	<i>Swartzia polyphylla</i>	Fabaceae
12	"cumala "	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae
13	"cumala colorada"	<i>Iryanthera crassifolia</i>	Myristicaceae
14	"huamanzamana"	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignonaceae
15	"huayruro"	<i>Ormocia coccinea</i>	Fabaceae
16	"huira caspi"	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae
17	"machimango"	<i>Eschweilera parvifolia</i>	Lecythidaceae
18	"machimango amarillo"	<i>Eschweilera albiflora</i>	Lecythidaceae
19	"moena amarilla"	<i>Ocotea oblonga</i>	Lauraceae
20	"moena"	<i>Nectandra acuiminata</i>	Lauraceae
21	"mullo huayo"	<i>Coccoloba padiformis</i>	Polygonaceae
22	"papelillo caspi"	<i>Couratari guianensis</i>	Lecythidaceae
23	"punga de altura"	<i>Pachira insignis</i>	Bombacaceae
24	"quinilla blanca"	<i>Pouteria cuspidata</i>	Sapotaceae
25	"quinilla colorada"	<i>Manilkara bidentata</i>	Sapotaceae
26	"quinilla"	<i>Pouteria bangii</i>	Sapotaceae
27	"sacha anona"	<i>Rollinia pittieri</i>	Annonaceae
28	"sacha parinari amarillo"	<i>Licania sp.</i>	Chrysobalanaceae
29	"sacha parinari negro"	<i>Licania sp.</i>	Chrysobalanaceae
30	"sacha quinilla"	<i>Quiina amazonica</i>	Quiinaceae
31	"shimbillo"	<i>Inga thibaudiana</i>	Fabaceae
32	"tanganara de altura"	<i>Tachigali brevipes</i>	Fabaceae

En el cuadro 2 se muestra la relación de las especies que se registraron en el inventario forestal en un bosque de terraza media de la amazonia peruana, indicando el nombre común, nombre científico y familia botánica, para árboles \geq 30 cm de dap. (Spichiger *et al.* 1989-1990).

En la figura 3 se observa la distribución de las especies por familia botánica, donde se nota la formación de 4 grupos bien definidos.

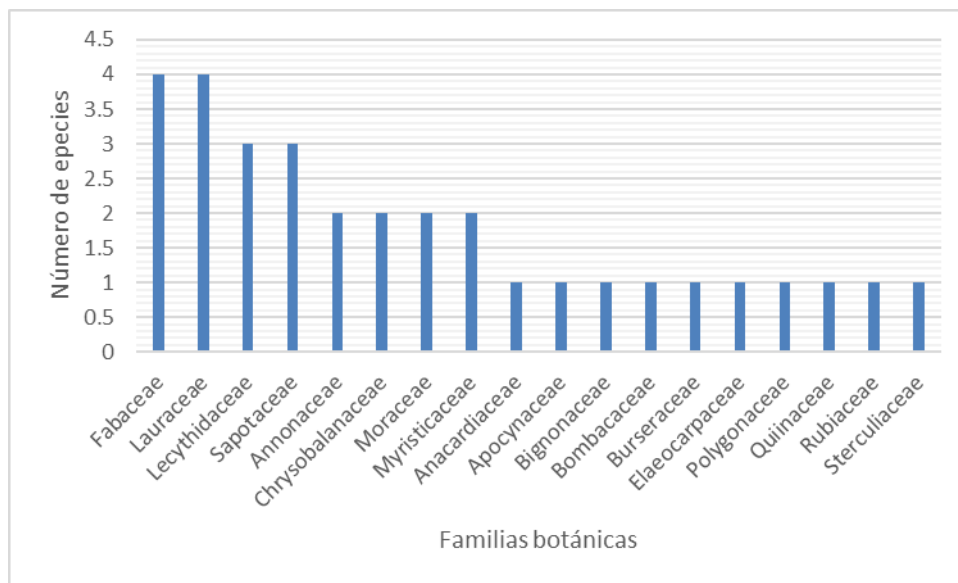


Figura 3. Distribución de las especies registradas en el bosque de terraza media, por familia botánica.

9.2. Índice de Valor de Importancia

Abundancia

En el cuadro 3 se presenta el listado de las especies forestales registrada en el área de estudio, considerando el nombre común y el número de individuos para cada uno de ellas.

Cuadro 3: Abundancia de las especies evaluadas del bosque de terraza media.

Orden	Nombre común	Número de individuos
1	"achiotillo"	1
2	"añuje rumo"	3
3	"bolaina negra"	1
4	"canela moena"	1
5	"capirona de altura"	1
6	"carahuasca negra"	2
7	"chimicua"	3
8	"chingonga"	1
9	"copal"	3
10	"cuchara caspi"	1
11	"Cumaceba"	1
12	"cumala "	3
13	"cumala colorada"	2
14	"huamanzamana"	1
15	"huayruro"	1
16	"huira caspi"	4
17	"machimango"	2
18	"machimango amarillo"	2
19	"moena amarilla"	1
20	"moena"	1
21	"mullo huayo"	1
22	"papelillo caspi"	1
23	"punga de altura"	1
24	"quinilla blanca"	1
25	"quinilla colorada"	1
26	"quinilla"	1
27	"sacha anona"	2
28	"sacha parinari amarillo"	1
29	"sacha parinari negro"	1
30	"sacha quinilla"	1
31	"shimbillo"	2
32	"tangerana de altura"	1
Total:		49

Dominancia

En el cuadro 4 se presenta el listado de las especies forestales registrada en el área de estudio, considerando el nombre común y el área basal de cada uno de ellas.

Cuadro 4: Dominancia de las especies evaluadas del bosque de terraza media.

Orden	Nombre común	Área basal (m²)
1	"achiotillo"	0,09
2	"añuje rumo"	0,35
3	"bolaina negra"	0,47
4	"canela moena"	0,23
5	"capirona de altura"	0,08
6	"carahuasca negra"	0,26
7	"chimicua"	0,37
8	"chingonga"	0,17
9	"copal"	0,29
10	"cuchara caspi"	0,09
11	"Cumaceba"	0,34
12	"cumala "	0,31
13	"cumala colorada"	0,25
14	"huamanzamana"	0,24
15	"huayruro"	0,08
16	"huida caspi"	0,48
17	"machimango"	0,27
18	"machimango amarillo"	0,31
19	"moena amarilla"	0,22
20	"moena"	0,09
21	"mullo huayo"	0,10
22	"papelillo caspi"	0,26
23	"punga de altura"	0,30
24	"quinilla blanca"	0,12
25	"quinilla colorada"	0,13
26	"quinilla"	0,11
27	"sacha anona"	0,19
28	"sacha parinari amarillo"	0,11
29	"sacha parinari negro"	0,12
30	"sacha quinilla"	0,12
31	"shimbillo"	0,32
32	"tanganana de altura"	0,26
Total:		7,14

Frecuencia

En el cuadro 5 se presenta el listado de las especies forestales registrada en el área de estudio, considerando el nombre común y la frecuencia de cada uno de ellas.

Cuadro 5: Frecuencia de las especies registradas en el bosque de terraza media.

Orden	Nombre común	Frecuencia absoluta
1	"achiotillo"	1
2	"añuje rumo"	2
3	"bolaina negra"	1
4	"canela moena"	1
5	"capirona de altura"	1
6	"carahuasca negra"	2
7	"chimicua"	3
8	"chingonga"	1
9	"copal"	3
10	"cuchara caspi"	1
11	"Cumaceba"	1
12	"cumala "	3
13	"cumala colorada"	2
14	"huamanzamana"	1
15	"huayruro"	2
16	"huira caspi"	3
17	"machimango"	1
18	"machimango amarillo"	2
19	"moena amarilla"	1
20	"moena"	1
21	"mullo huayo"	1
22	"papelillo caspi"	1
23	"punga de altura"	1
24	"quinilla blanca"	1
25	"quinilla colorada"	1
26	"quinilla"	1
27	"sacha anona"	2
28	"sacha parinari amarillo"	1
29	"sacha parinari negro"	1
30	"sacha quinilla"	1
31	"shimbillo"	2
32	"tangarana de altura"	1
Total:		47

Índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia ecológica del bosque en estudio se presenta en el cuadro 6, indicando la abundancia relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa.

Cuadro 6: Índice de valor de importancia de las especies del bosque de terraza media.

Orden	Nombre común	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	IVI (%)
1	"huira caspi"	8,2	6,8	6,4	21,3
2	"chimicua"	6,1	5,2	6,4	17,7
3	"cumala"	6,1	4,4	6,4	16,9
4	"copal"	6,1	4,0	6,4	16,5
5	"añuje rumo"	6,1	4,9	4,3	15,2
6	"shimbillo"	4,1	4,5	4,3	12,8
7	"machimango amarillo"	4,1	4,4	4,3	12,7
8	"carahuasca"	4,1	3,7	4,3	12,0
9	"cumala colorada"	4,1	3,5	4,3	11,9
10	"sacha anona"	4,1	2,7	4,3	11,0
11	"bolaina"	2,0	6,5	2,1	10,7
12	"machimango"	4,1	3,8	2,1	10,0
13	"cumaceba"	2,0	4,8	2,1	9,0
14	"punga"	2,0	4,2	2,1	8,4
15	"tangarana"	2,0	3,7	2,1	7,9
16	"papelillo caspi"	2,0	3,6	2,1	7,7
17	"huamanzamana"	2,0	3,3	2,1	7,5
18	"huairuro"	2,0	1,1	4,3	7,4
19	"canela moena"	2,0	3,2	2,1	7,4
20	"moena"	2,0	3,1	2,1	7,3
21	"chingonga"	2,0	2,3	2,1	6,5
22	"quinilla blanca"	2,0	1,8	2,1	6,0
23	"quinilla"	2,0	1,7	2,1	5,8
24	"sacha parinari negro"	2,0	1,7	2,1	5,8
25	"sacha quinilla"	2,0	1,7	2,1	5,8
26	"quinilla colorada"	2,0	1,6	2,1	5,8
27	"sacha parinari amarillo"	2,0	1,6	2,1	5,8
28	"mullo huayo"	2,0	1,3	2,1	5,5
29	"achiotillo"	2,0	1,3	2,1	5,4
30	"cuchara caspi"	2,0	1,3	2,1	5,4
31	"moena amarillo"	2,0	1,3	2,1	5,4
32	"capirona"	2,0	1,1	2,1	5,3
Total:		100,0	100,0	100,0	300,0

9.3. Asociación entre diámetro y altura comercial de las especies forestales de un bosque de terraza media.

Los modelos alométricos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de los árboles registrados en el bosque de terraza media, indican como resultado que una de las once ecuaciones evaluadas es la que más se ajusta a ésta relación es la **cúbica**, en ella se observa el mayor coeficiente de correlación $r = 0,45$ y el coeficiente de determinación $r^2 = 0,205$ que se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las especies forestales del bosque en estudio.

Ecuación	r	r^2
Lineal	0,427	0,182
Logarítmica	0,390	0,152
Inversa	0,300	0,090
Cuadrático	0,427	0,182
Cúbico	0,453	0,205
Compuesto	0,449	0,202
Potencia	0,409	0,167
S	0,310	0,096
Crecimiento	0,449	0,202
Exponencial	0,449	0,202
Logística	0,449	0,202

También, se presenta la figura 4 donde se observa la tendencia **cúbica** de la relación diámetro - altura comercial en la especie “cumala” en el bosque de terraza media.

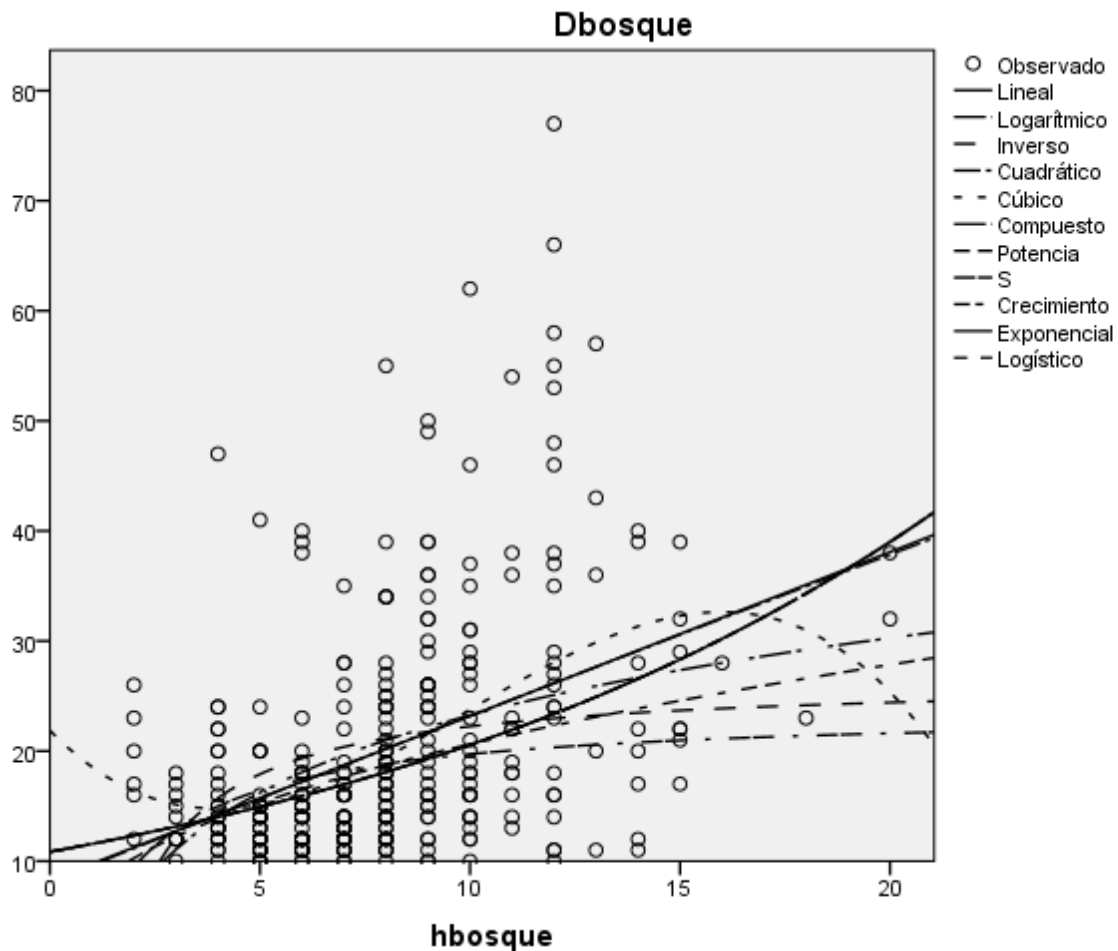


Figura 4. Modelos alométricos para la asociación diámetro – altura comercial de especies forestales en el bosque de terraza media.

9.4. Asociación entre el diámetro y altura comercial de cinco especies de mayor importancia ecológica de un bosque de terraza media.

De los modelos matemáticos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de la especie forestal “huira caspi” registrada en el bosque de terraza media, los resultados indican que de las ecuaciones evaluadas la que más se ajusta a ésta relación son los modelos **compuesto, potencia, crecimiento, exponencial y logística**, en ellas se observa el mayor coeficiente

de correlación $r = 0,152$ y coeficiente de determinación $r^2 = 0,023$ se presenta en el cuadro 8 y en la figura 5.

Cuadro 8. Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “huira caspi” del bosque en estudio.

Ecuación	r	r^2
Lineal	0,089	0,008
Logarítmica	0,095	0,009
Inversa	0,095	0,009
Cuadrático	0,105	0,011
Cúbico	0,105	0,011
Compuesto	0,152	0,023
Potencia	0,152	0,023
S	0,148	0,022
Crecimiento	0,152	0,023
Exponencial	0,152	0,023
Logística	0,152	0,023

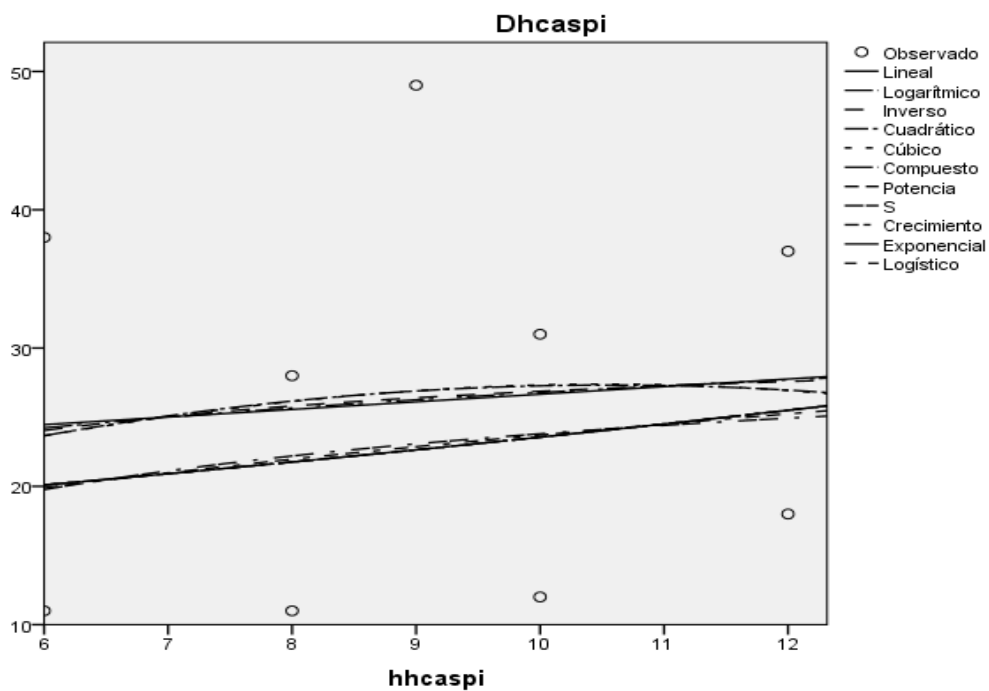


Figura 5. Modelos alométricos para la asociación diámetro – altura comercial de especies “huira caspi” en el bosque de terraza media.

Los modelos alométricos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de la especie “chimicua” registrada en el bosque de terraza media, indica como resultado que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la **cúbica**, en ella se observa el mayor coeficiente de correlación $r = 0,716$ y coeficiente de determinación $r^2 = 0,513$ que se muestra en el cuadro 9 y en la figura 6.

Cuadro 9. Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “chimicua” del bosque en estudio.

Ecuación	r	r^2
Lineal	0,158	0,025
Logarítmica	0,055	0,003
Inversa	0,084	0,007
Cuadrático	0,402	0,162
Cúbico	0,716	0,513
Compuesto	0,316	0,100
Potencia	0,224	0,050
S	0,095	0,009
Crecimiento	0,316	0,100
Exponencial	0,316	0,100
Logística	0,316	0,100

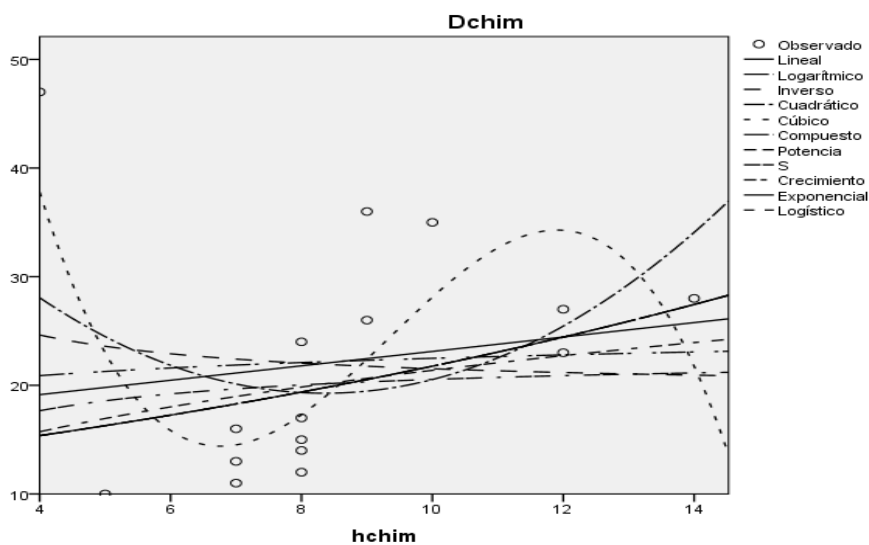


Figura 6. Relación diámetro – altura comercial de la especie “chimicua” en un bosque de terraza media.

Los modelos alométricos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de la especie “cumala” registrada en el bosque de terraza media, indica como resultado que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la **cúbica**, en ella se observa el mayor coeficiente de correlación $r = 0,503$ y coeficiente de determinación $r^2 = 0,253$ que se muestra en el cuadro 10 y en la figura 7.

Cuadro 10. Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “cumala” del bosque en estudio.

Ecuación	r	r^2
Lineal	0,374	0,140
Logarítmica	0,243	0,059
Inversa	0,095	0,009
Cuadrático	0,499	0,249
Cúbico	0,503	0,253
Compuesto	0,316	0,100
Potencia	0,190	0,036
S	0,045	0,002
Crecimiento	0,316	0,100
Exponencial	0,316	0,100
Logística	0,316	0,100

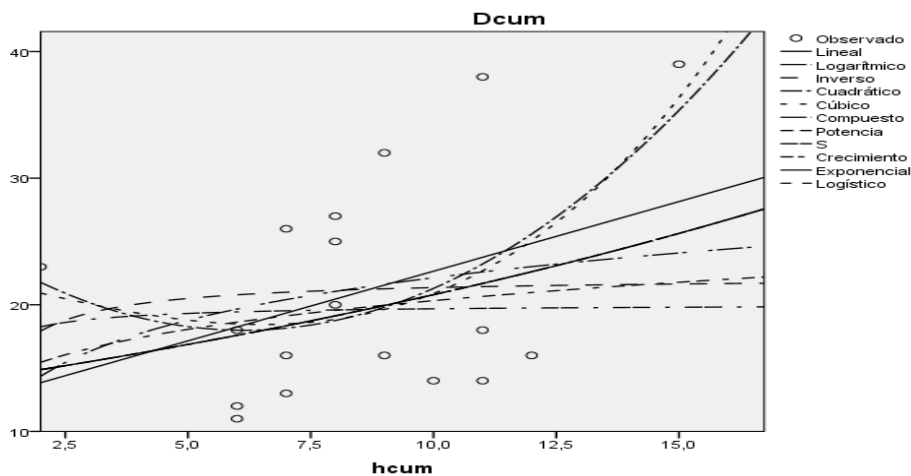


Figura 7. Relación diámetro – altura comercial de la especie “cumala” en un bosque de terraza media.

Los modelos alométricos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de la especie “copal” registrada en el bosque de terraza media, indica como resultado que la ecuación que más se ajusta a ésta relación es la **cúbica**, en ella se observa el mayor coeficiente de correlación $r = 0,526$ y coeficiente de determinación $r^2 = 0,277$ que se muestra en el cuadro 11 y en la figura 8.

Cuadro 11. Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “copal” del bosque en estudio.

Ecuación	r	r^2
Lineal	0,373	0,139
Logarítmica	0,310	0,096
Inversa	0,210	0,044
Cuadrático	0,392	0,154
Cúbico	0,526	0,277
Compuesto	0,302	0,091
Potencia	0,241	0,058
S	0,141	0,020
Crecimiento	0,302	0,091
Exponencial	0,302	0,091
Logística	0,302	0,091

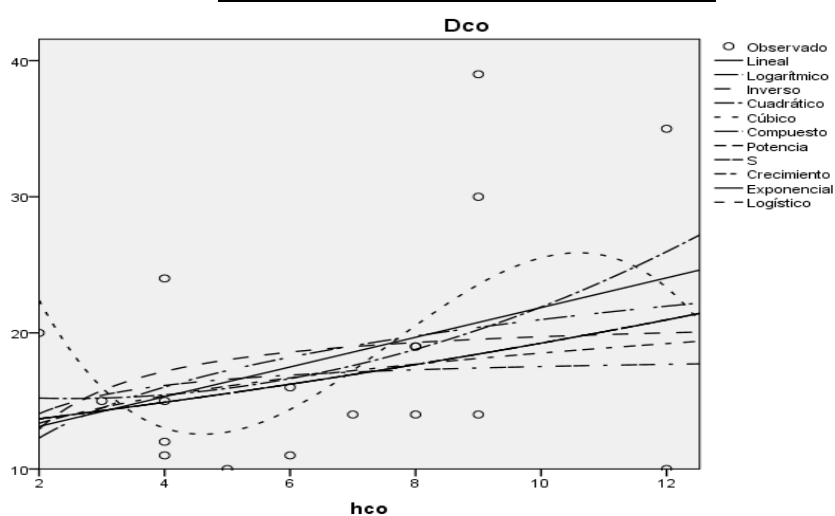


Figura 8. Relación diámetro – altura comercial de la especie “copal” en un bosque de terraza media.

Los modelos alométricos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de la especie “añuje rumo” registrada en el bosque de terraza media, indica como resultado que la ecuación que más se ajusta a ésta relación son **cuadrática** y **cúbica**, en ellas se observa el mayor coeficiente de correlación $r = 1.000$ y coeficiente de determinación $r^2 = 1.000$ que se muestra en el cuadro 12 y en la figura 9.

Cuadro 12. Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “añuje rumo” del bosque en estudio.

Ecuación	r	r^2
Lineal	0,377	0,142
Logarítmica	0,467	0,218
Inversa	0,540	0,292
Cuadrático	1,000	1,000
Cúbico	1,000	1,000
Compuesto	0,367	0,135
Potencia	0,458	0,210
S	0,532	0,283
Crecimiento	0,367	0,135
Exponencial	0,367	0,135
Logística	0,367	0,135

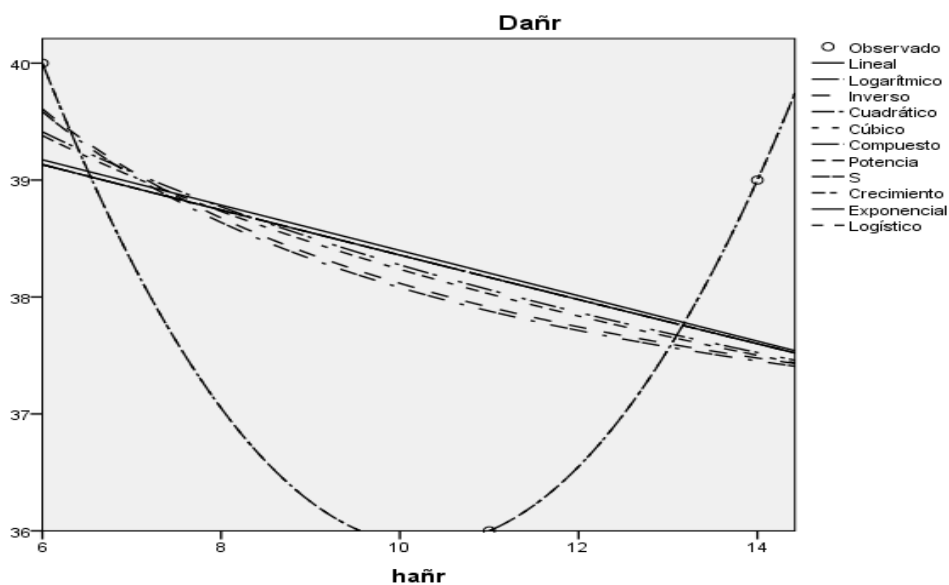


Figura 9. Relación diámetro – altura comercial de la especie “añuje rumo” en un bosque de terraza media.

X. DISCUSIÓN

10.1. Composición florística

En este estudio se registró en total treinta y dos (32) especies forestales ≥ 30 cm de dap, las cuales se encuentran distribuidas en dieciocho (18) familias botánicas; destacando las familias Fabaceae y Lauraceae que presentaron mayor número de especies forestales (4 especies) que representaron el 25% de las especies registradas en la evaluación; las familias botánicas que registraron 3 especies forestales fueron 2 y representaron el 18,75%; las familias con 2 especies fueron 4 que representaron 25% y las familias con 1 especie representaron 31,25% de las especies registradas.

Paima (2010), en un bosque de terraza baja, en el distrito del Tigre para árboles ≥ 40 cm de dap, registró como composición florística 15 especies comerciales distribuidas en 11 familias botánicas; las familias representativas para este bosque fueron: Las Fabaceas con el 27% de especies, seguida de las Lauraceas y Lecythydaceas con el 18% de especies; este grupo de familias representaron el 64% de especies inventariadas. Luna (2013), en un bosque de colina baja en el distrito del Yavari, registró a la familia Myristicaceae con el mayor número de especies (2) con predominio del genero *Virola* que representó el 25% del total; mientras que las demás especies que son siete (7) en total tienen una sola especie (*glabrum*, *odorata*, *rubescens*, *integrifolia*, *amara*, *acuminata* y *cateniformis*) que en total representan el 87,5% del bosque; además Ruiz (2013), en un bosque de colina baja suave registró en una muestra de 20 ha en total diecisiete (17) especies comerciales, en la muestra de 30 ha, 40 ha y 50 ha fueron dieciocho (18) especies comerciales; las especies comerciales estuvieron distribuidas en trece (13) familias botánicas, para todas las muestras, destacaron

las familias Fabaceae, Myristicaceae, Meliaceae y Moraceae que presentaron mayor número de especies comerciales (2 especies c/u), que representaron el 31 % de familias botánicas registradas, así mismo este grupo de especies poseen el 47% de las especies anotadas en la evaluación; las demás familias botánicas que son nueve (9) presentaron una sola especie comercial, quienes representan el 53% de las especies comerciales. Saldaña (2013), en la evaluación de 250 ha de bosque de colina baja suave en el distrito del Yavarí registró 13 especies comerciales que se distribuyeron en siete (7) familias botánicas, destacándose las siguientes, Fabaceae, Meliaceae y Myristicaceae.

Comparando los resultados del presente estudio referente a la composición florística con los estudios mencionados, se observa que las familias Fabaceae y Lauraceae son las representativas del bosque de terraza; además de observa que la familia botánica Fabaceae se presenta frecuentemente en los otros tipos de bosque por lo que se supone que es una especie representativa en la amazonia peruana. Gómez (1972), menciona que los bosques tropicales presentan una composición fuertemente mixta, con una gran cantidad de especies por unidad de superficie, varía de un lugar a otro del bosque, relacionada a las condiciones del medio y a las características inherentes a las especies.

10.2. Índice de Valor de Importancia

Los resultados obtenidos de los parámetros de abundancia relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa hicieron posible obtener el índice de valor de importancia para cada una de las especies forestales registradas en el bosque de terraza media.

La abundancia es el número de árboles por especie, la frecuencia es la existencia o la falta de una especie dentro de una unidad de área específica (parcela) y la dominancia es el grado de cobertura de la especies, como la expresión del espacio que ocupan. Luego de un aprovechamiento maderero, se modifican los parámetros anteriormente mencionados, donde la capacidad de los ecosistemas para reponer su composición y estructura original depende de las condiciones naturales antes mencionadas, como también de la severidad con que se alteraron las funciones ecológicas del ecosistema (Lamprecht, 1990).

Los valores del índice de valor de importancia de las 32 especies forestales registradas en el inventario forestal se muestran en el cuadro 6, donde se observa que once de las especies alcanzaron el mayor peso ecológico del bosque en estudio con 158,7% de IVI; las especies representativas fueron, *Tapirira guianensis* (21,3%) "huira caspi", *Pseudolmedia laevis* (17,7%) "chimicua", *Virola calophylla* (16,9%) "cumala", *Protium altsonii* (16,5%) "copal", *Anaueria brasiliensis* (15,2%) "añuje rumo", *Inga thibaudiana* (12,8%) "shimbillo", *Eschweilera albiflora* (12,7%) "machimango amarillo", *Guatteria megalophylla* (12%) "carahuasca", *Iryanthera crassifolia* (11,9%) "cumala colorada", *Rollinia pittieri* (11%) "sacha anona" y *Guazuma ulmifolia* (10,7%) "bolaina".

La baja frecuencia de algunas especies del área de estudio indica que se trata de un bosque muy heterogéneo, donde las especies menos frecuentes corren riesgo de extinción en el área. El hecho de que existe poca abundancia y dominancia de especies comerciales se debe en gran medida a los aprovechamientos selectivos realizados inadecuadamente en tiempos pasados.

10.3. Relación diámetro – altura comercial de especies forestales del bosque de terraza media.

En el cuadros 7 y figura 4 de los resultados se reporta las ecuaciones alométricas que fueron utilizadas para evaluar la relación diámetro – altura comercial de las plantas de las especies forestales del tipo de bosque terraza media con $dap \geq 30$ cm; la ecuación que se ajusta es la **cúbica** con coeficiente de correlación $r = 0,45$ por tanto existe regular relación entre el diámetro y la altura comercial; el coeficiente de determinación $r^2 = 0,205$ indica que 20,5% de la variabilidad es común en ambas variables y el 79,5% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas con $dap \geq 30$ cm del bosque de terraza media se atribuye a otros factores diferentes a la altura comercial. Burga (1993), determinó para tres tipos de bosque terraza, varillal y aluvial que la distribución diamétrica total y por especie se ajustó el modelo matemático del **tipo exponencial**, es decir mayor concentración de árboles en las clases diamétricas inferiores. Villacorta (2012), manifiesta que los modelos matemáticos exponencial, cuadrático y cúbico se ajustaron a la estructura diamétrica por especie para los bosques terraza baja, terraza alta y colina baja. Husch (1963) y Harrison (1951) mencionados por Burga (1993), indican que la medición del diámetro es una de las medidas forestales más importantes para la organización de planes de ordenación y administración.

10.4. Relación diámetro – altura comercial de las plantas de cinco especies forestales del bosque de terraza media.

En los cuadros del 08 al 12 y figuras del 5 al 9 se reportan las ecuaciones matemáticas que sirvieron para evaluar la relación diámetro – altura comercial de las cinco especies forestales de mayor importancia ecológica del bosque de terraza media; en la relación diámetro – altura comercial para la especie “huira

caspi” se presentan cinco ecuaciones que se ajustan a esta relación, ellas son **compuesto, potencia, crecimiento, exponencial y logística**, con coeficiente de correlación $r = 0,152$ por tanto existe **regular** correlación entre la relación diámetro - altura comercial y, el coeficiente de determinación $r^2 = 0,023$ indica que 2,3% de la variabilidad es común en ambas variables y el 97,7% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas de “huira caspi” se atribuye a otros factores diferentes a la altura comercial; para la especie “chimicua” la ecuación **cúbica** es la que se ajusta para la asociación diámetro – altura comercial, con coeficiente de correlación $r = 0,716$ que indica **buena** asociación entre el diámetro y la altura comercial en esta especie y, el coeficiente de determinación $r^2 = 0,513$ indica que 51,3% de la variabilidad es común en ambas variables evaluadas y el 48,7% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas de “chimicua” se atribuye a otros factores diferentes a la altura comercial. En la relación diámetro – altura comercial para la especie “cumala” la ecuación que se ajusta es la **cúbica** con coeficiente de correlación $r = 0,503$ que indica **buena** correlación entre la relación diámetro - altura comercial y el coeficiente de determinación $r^2 = 0,253$ indica que 25,3% de la variabilidad es común en ambas variables y, el 74,7% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas de “cumala” se atribuye a otros factores diferentes a la altura comercial. Para la relación diámetro – altura comercial en la especie “copal” la ecuación que se ajusta es la **cúbica** con coeficiente de correlación $r = 0,526$ que indica **buena** correlación entre el diámetro y altura comercial, el coeficiente de determinación $r^2 = 0,277$ indica que 27,7% de la variabilidad es común en ambas variables y, el 72,3% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas de “copal” se atribuye a otros factores diferentes a la altura comercial. En la relación diámetro –

altura comercial de la especie “añuje rumo” la ecuación que se ajusta es la **cuadrática** y la **cúbica** con coeficiente de correlación $r = 1,00$ que indica **excelente** correlación entre el diámetro y la altura comercial, el coeficiente de determinación $r^2 = 1,00$ indica que 100% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas de “añuje rumo” se atribuye a la altura comercial.

En general, en cuatro de las cinco especies comerciales del bosque de terraza media se registró la ecuación cúbica, por tanto, esta es la ecuación que más se ajusta a la relación diámetro – altura comercial del bosque evaluado, concordando con lo mencionado por Villacorta (2012), que manifiesta que los modelos matemáticos exponencial, cuadrático y **cúbico** se ajustaron a la estructura diamétrica por especie para los bosques, **terrazza** baja, **terrazza** alta y colina baja; además, según Zeide y Vanderschaaf (2002), el diámetro de los árboles a la altura del pecho explica mucho de las variaciones en altura; así mismo Henry y Aarssen (1999), manifiestan que la relación diámetro – altura de los árboles ha sido también empleada para demostrar que el diámetro se incrementa a una tasa más rápida que la altura durante el crecimiento.

XI. CONCLUSIONES

1. En el bosque de terraza media se ha registrado en total 32 especies forestales con $dap \geq 30$ cm, las cuales se distribuyeron en 18 familias botánicas.
2. Las cinco especies forestales que tuvieron mayor presencia ecológica en el bosque de terraza media fueron, “huira caspi” con 21,3%; “chimicua” con 17,7%; “cumala” con 16,9%; “copal” con 16,5% y “añuje rumbo” con 15,2% de IVI.
3. De acuerdo al Índice de Valor de Importancia la estructura del bosque de terraza media evaluada estuvo representada por 11 especies forestales con 158,7% de IVI.
4. La relación diámetro – altura comercial de las especies forestales del bosque en estudio se ajustó al modelo de distribución de tipo **cúbica**, con coeficiente de determinación de 0,205 es decir 20,5% de variaciones es común en ambas variables.
5. La relación entre diámetro – altura comercial de la mayoría de las especies evaluadas fue entre **Buena** y **excelente**.
6. Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula en este ensayo.

XII. RECOMENDACIONES

1. Efectuar estudios similares en otras localidades para determinar el grado de asociación entre las diferentes variables de los árboles, de las diferentes especies forestales, con la finalidad de realizar comparaciones.
2. Desarrollar estudios similares en los diferentes tipos de bosques, principalmente de las especies de alto valor comercial, con la finalidad de obtener información para ser usadas con fines de manejo, silvicultura y aprovechamiento forestal.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Abbott-Wood, C. 2002. Landscape forest modeling of the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. Tesis. University of North Texas. Denton, Texas, EEUU. 158 pp.
- Acevedo, M. F. 1980. Tropical rain forest dynamics: a simple mathematical model. En Furtado JI (Ed.) Tropical ecology and development. International Society of Tropical Ecology. Kuala Lumpur, Malasia. Pp. 219-227.
- Acevedo, M. F.; D. L. Urban. Y M. Ablan. 1995. Transition and gap models of forest dynamics. Ecol. Applic. P. 5: 1040-1055.
- Alvan, J. 1986. Evaluación de Flora de la Reserva Nacional Pacaya – Samiria. IIAP. Iquitos. Perú. 59 p.
- Alves, L. F. y F. A. Santos. 2002. Tree allometry and crown shape of four tree species in Atlantic rain forest, south-east Brazil. J. Trop. Ecol. 18: 245-260.
- Bardales, P. 1999. Inventario Forestal en la Parcela X del Arboretum – CIEFOR- Puerto Almendra Práctica Pre – Profesional de la Facultad de Ingeniería Forestal UNAP. Loreto. Perú. 31 p.
- Beiguelman, B. 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil. 231 p.
- Burga, R. 1993. Determinación de la estructura total y por especie en tres tipos de bosques en Iquitos-Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad nacional de la Amazonía Peruana. 126 p.
- Cárdenas, L. 1986. Estudio ecológico y diagnóstico silvicultural de un bosque de terraza media en la llanura aluvial del río Nanay, amazonía peruana.

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
Turrialba-Costa Rica. 133 p.
- Davis, S. L. y K. N. Johnson. 1987. Forest Management". Third edition. McGraw-Hill. New York. 730 pp.
- Delgado, L. A. 2000. Modelos de simulación de la dinámica del bosque tropical. Reserva Forestal Imataca. Sector central. Tesis. UNEG, Venezuela. 179 p.
- Delgado, L. A. F. M. Acevedo, H. Castellanos, H. Ramírez y J.Serrano. 2005. Relaciones alométricas y patrones de crecimiento para especies de árboles de la reserva forestal Imataca, Venezuela. 8 p.
- Di Rienzo, J. A. M. G. Balzarini.; F. Casanoves.; L. A. Tablada.; E. M. Diaz. y C. W. Robledo. 2001. Estadística para las ciencias agropecuarias. 4ta. Edición. Cordova Argentina. 322 p.
- Finol, V. 1971. Estudio fitosociológico de las unidades y de la reserva forestal de Caparo, estado de Barinas. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Silvicultura, 80 p.
- Fontes, L. M. 1999. Padrões alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais. Allometric patterns for tropical pioneer tree species. Scientia Forestalis 55: 79-87.
- Freitas, E. 1986. Influencia del Aprovechamiento Maderero sobre la estructura y composición florística de un bosque ribereño alto en Jenaro Herrera – Perú. Tesis, Ing. For. UNAP. Perú, Iquitos. 172 p.
- Freitas, L. 1996. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de terrazas bajas en la zona de Jenaro Herrera, Amazonia Peruana. Documento técnico N° 26. IIAP. Iquitos, Perú. 77 p.

- Gomez, P. 1972. The tropical rain forest: a non renewable resource. En: Science. 177: 762-765.
- Hawley, C. y M. Smith. 1972. Silvicultura práctica. Omega S.A. Barcelona. 544 p.
- Hawley, C. y M. Smith. 1980. La dinámica de los bosques neotropicales. San José de Costa Rica. Centro Científico Tropical. 27 p.
- Heinsdijk, D. Y A. Miranda. 1963. Inventarios forestais na amazonía. Irmaos Di Giargio Cí. Río de Janeiro. 100 p.
- Henry, H. A. y L. W. Aarssen. 1999 The interpretation of stem diameter-height allometry in trees: biomechanical constraints, neighbour effects or biased regression. Ecol. Lett. 2: 89-97.
- Hidalgo, W. J. 1982, Evaluación estructural de un bosque húmedo tropical en Perú, Requena. Tesis, Ing. For. UNAP. Iquitos, Perú. 172 p.
- Instituto de Investigación y Extensión Agraria (INIEA). 2003. Informe anual 2003; proyecto efecto del manejo sostenible de los ecosistemas en el incremento de la producción de los bosques naturales. INIEA, DNIF, E. E. A. San Roque. Iquitos, Perú. 18 p.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), Consejo Transitorio de Administración Regional (CTAR), Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) 2001. Propuesta de Zonificación Ecológica de la Carretera Iquitos – Nauta.
- King, D. A. 1990. Allometry of saplings and understory trees of a Panamanian forest. Functional Ecol. 4: 27-32.
- King, D. A. 1996. Allometry and life history of tropical trees. J. Tropical Ecol. 12: 25-44.

- Lamprecht, H. 1990, *Silvicultura en los trópicos; los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Instituto de silvicultura de la universidad de Gottingen – Alemania. Traducido por Antonia Garrido. Gottingen, Alemania. 335 p.
- Leite, F. M. A. 1999. Padrões alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais. *Scientia Forestalis* 55: 79-87.
- Lindorf, H., L. de Parisca y P. Rodríguez. 1991. *Botánica, clasificación, estructura y reproducción*. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Loja, W. 2010. *Potencial maderable de un bosque de colina baja del censo forestal de la comunidad nativa San Antonio, río Pintuyacu-Alto Nanay, Loreto, Perú*. Borrador de tesis para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú. 54 p.
- Louman, B. 2001, *Bases ecológicas*. En: Louman Bastiaan, David Quirós Dávila, y Margarita Nilsoon (editores). *Silvicultura de bosques latifoliados con énfasis en América Central*. Turrialba - Costa Rica. Serie técnica. Manual técnico/ Catie; N°46, 265 p.
- Louman, B & Stanley, S. 2002, *Análisis e interpretación de resultados de inventarios forestales*: En: L. Orosco y C. Brumer (editores). *Inventario forestal para bosques latifoliados en América Central*. Serie Técnica, Manual Técnico N° 50, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 263 p.
- López, M. D; P. L. Soto; F. G. Jiménez y S. D. Hernández. 2003. *Relaciones alométricas para la predicción de biomasa forrajera y leña de acacia*

- pennatula y guazuma ulmifolia en dos comunidades del norte de Chiapas, México. Interciencia. Caracas, Venezuela. Pág. 334-339.
- López, A. J .L., J. I. Valdez, H., T. Terrazas y J. R. Valdez. 2006. Crecimiento endiámetro de especies arbóreas en una selva mediana subcaducifolia en Colima, México. *Agrociencia* 40 (1):139-147.31
- Luna, S. 2013. Contenido de carbono almacenado en los fustes de nueve especies comerciales de un bosque húmedo tropical de colina baja en el distrito del Yavarí. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Loreto. 49 p.
- Malleux, J. 1982. Inventario forestal en bosques tropicales. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 414 p.
- Marengo, A.J. 1998. Climatología de la zona de Iquitos. Capítulo 3. En: *Geología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú*, Kalliola, R. y Paitán, S. (eds.). *Annales Universitatis Turkuensis Ser A II* 114:35-57.
- Morí, J. 1999. Inventario Forestal en la Parcela VII del Arboretum – CIEFOR – Puerto Almendra. Práctica Pre – Profesional de la Facultad de Ingeniería Forestal. UNAP. Loreto. Perú. 36 p.
- Moscovich, A.; H. Keller.; R. Martiarena.; R. Fernandez y A. Borhen. 2003. Determinación del tamaño óptimo de parcelas para estudios de composición florística de selva y forestaciones de coníferas de la provincia de Misiones, Argentina. Décimas jornadas técnicas forestales y ambientales. Facultad de Ciencias Forestales. 9 p.

- Ojeda, W. 1974. Estudio de la curva exponencial de distribución de frecuencias por clases diamétricas en bosques tropicales. Tesis Ingeniero Forestal. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 95 p.
- Orozco, L. y C. Brumer. 2002. Medición y cálculo de bosque. Inventario forestal para bosques latifoliados en América Central. Serie técnica (CATIE) N° 50 Turrialba (Costa Rica), 35-68 p.
- Paima, R. G. 2010. Evaluación del potencial maderero, con fines de Manejo, en la Concesión Forestal Agrícola y Servicios el Tigre S.R.L. Cuenca del Nahuapa, Distrito del Tigre, Provincia de Loreto, Región Loreto – Perú
- Panduro, M. 1992, Diversidad arbórea de un bosque tipo varillal. Tesis, FIF – UNAP. Iquitos, Perú. 105 págs.
- Ramírez M. H. y M. B. Zepeda. 1994. “Rendimientos maderables de especies forestales; actualidades en México”. In: IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. SF y de FS/INIFAP. México, D.F. s/p.
- Ruiz, R. 2013. “Tamaño Óptimo de Muestra para el Volumen y Valor Económico Referencial de Especies Comerciales de un Bosque Natural de Colina Baja Suave, Loreto, Perú”. Tesis para Ingeniería Forestal – UNAP- Iquitos, Perú. 49 p.
- Ruokolainen, K & Tuomisto, H. 1993. La vegetación de terrenos no inundables (tierra firme) en la selva baja de la Amazonía Peruana En: R. Kalliola, S. Flores (eds.). Amazonía Peruana. Vegetación Humedad tropical en el llano subantino. Proyecto Amazonía, ONER, Universidad de Turku, Finlandia. Pág 139-156.

- Saldaña, A. 2013. "Especies comerciales y valorización económica referencial, de un bosque de colina baja suave (BCB I), a partir de diferentes factores de forma, Loreto, Perú". Tesis Ing° Forestal. UNAP –Iquitos. 48 p.
- Segura, M. y H. Andrade. 2008. Como construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes. *Agroforestería en las Américas* N° 46. p. 89-96.
- Spichiger, R., J. Meroz, P. A. Loizeau y L. Stutz de Ortega. 1989. Contribución a la flora de la amazonía peruana. Los árboles del arboretum Jenaro Herrera. Volumen I. Génova – Italia. 359 p.
- Spichiger, R., J. Meroz, P. A. Loizeau y L. Stutz de Ortega. 1990. Contribución a la flora de la amazonía peruana. Los árboles del arboretum Jenaro Herrera. Volumen II. Génova – Italia. 390 p.
- Swaine, M. D. y T. C. Whitmore. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetation*. p.75: 81-86.
- Tuomisto, H. 1993. Clasificación de la vegetación de la selva baja Peruana. *En: R. Kalliola, S. Flores (eds.). Amazonía Peruana. Vegetación Humedad tropical en el llano subantino. Proyecto Amazonía, ONER, Universidad de Turku, Finlandia. Pág. 103 -112.*
- Valderrama, H.; P. Angulo; J. Alván; J. de la C. Bardales. 1998. "Aspectos Ecológicos y Fitosociológicos de las Especies forestales de la Parcela II del Arboretum – CIEFOR – Puerto Almendra. Vol. 4 No. 1. UNAP. Loreto. Perú". 45p.
- Vidurizaga, D.M. 2003. Inventario y evaluación con fines de manejo, carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Peru. Tesis FCF – UNAP. 60 p.

- Villacorta, F. M. 2012. Relación de la abundancia y estructura diamétrica en tres tipos de bosque y especies más importantes en la cuenca media del río Arabela. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales-UNAP. 90 p.
- Wabo, E. 2003. Inventarios forestales. Consultor forestal. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 23 p.
- Wadsworth, F. 2000. Los bosques primarios y su productividad. En: Producción forestal para america tropical. Manual de agricultura 710 – S. USDA. Washington, DC. Pág 69 -109.
- Weiner, J.; P. Stoll.; H. Müller-Landau.; A. Jansentulyan.; E. Müller. y T. Hara. 2001. Spatial pattern, competitive symmetry and size variability in a spatially-explicit, individual-based plant competition model. *Am. Naturalist* 158: 438-450.
- Zeide B. y C. Vanderschaaf. 2002. The effect of density on the height-diameter relationship. En Outcalt KW (Ed.) Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference. Gen. Tech. Rep. SRS-48. USDA. Asheville, NC, EEUU. pp. 463-466.
- http://www.investigacion-operaciones.com/Metodologia_IO.htm

A N E X O

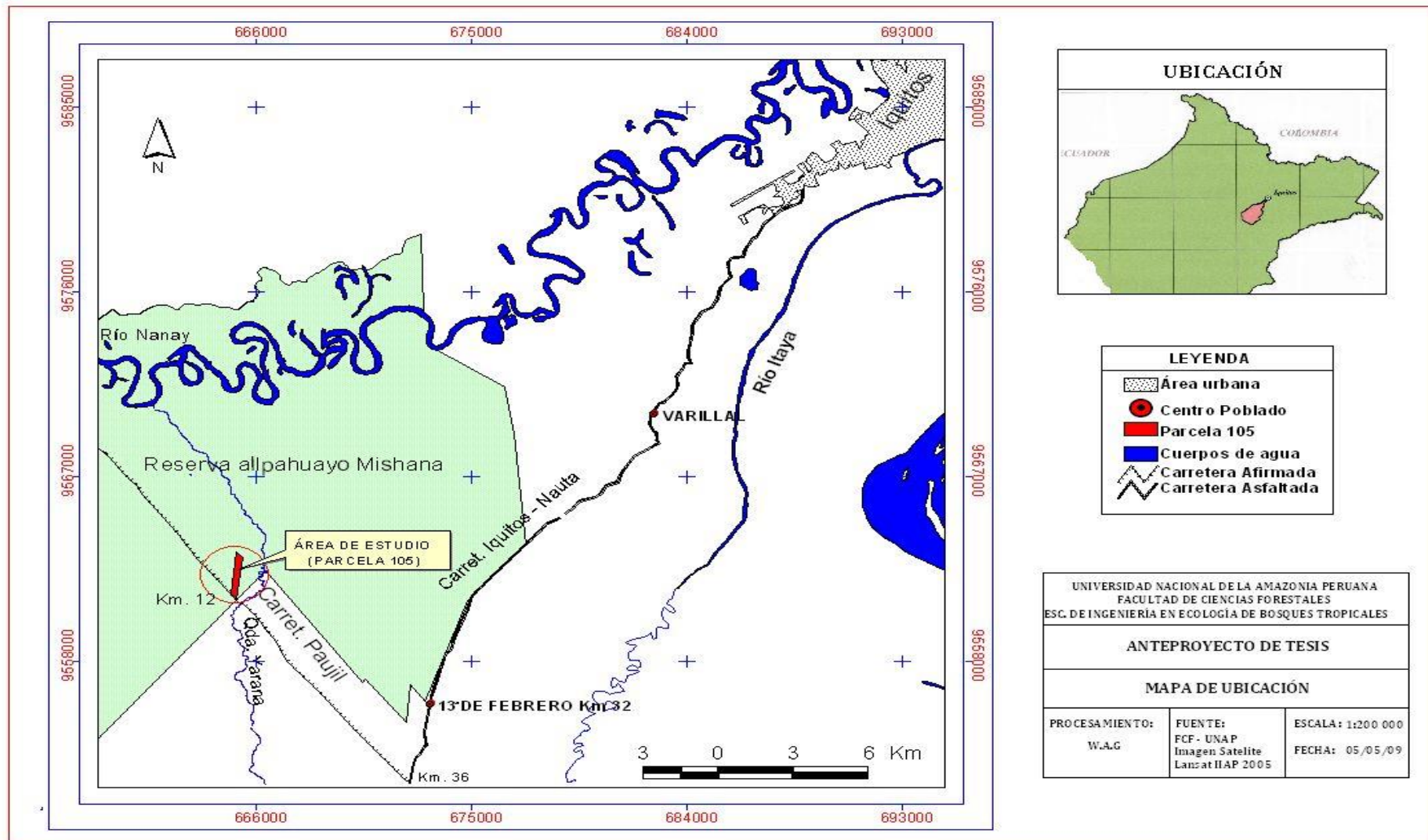


Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio.

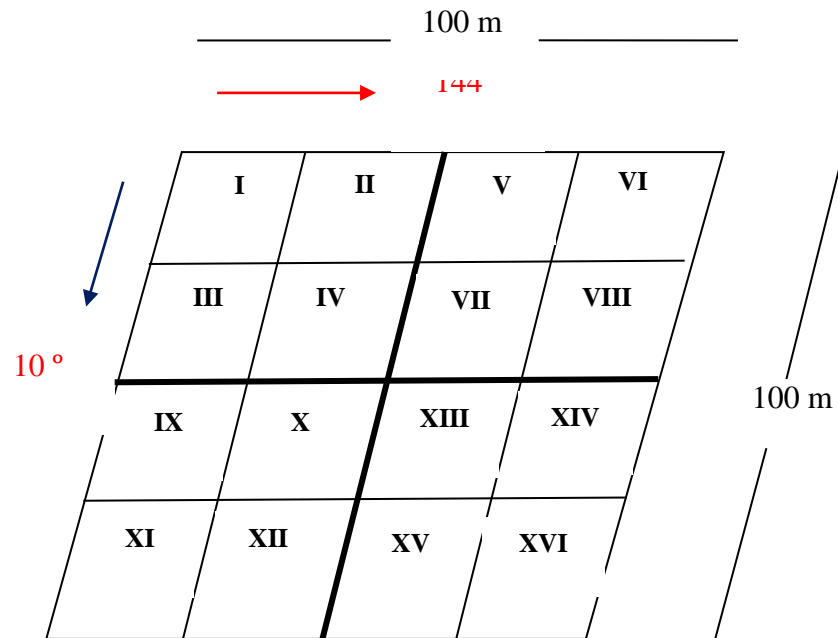


Figura 2: Croquis de la distribución de las parcelas de muestreo.