



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

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

TESIS

Asociación altura comercial - diámetro de árboles comerciales de importancia ecológica; bosque terraza baja; distrito Yavarí, Loreto, Perú – 2015.

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

Autor

PAOLA GISELA PINEDO FERNANDEZ

Iquitos - Perú

2019



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ACTA DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS Nº 797

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por la bachiller **PAOLA GISELA PINEDO FERNANDEZ**, titulada : **"ASOCIACIÓN ALTAURA COMERCIAL – DIAMETRO DE ÁRBOLES COMERCIALES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA; BOSQUE TERRAZA BAJA; DISTRITO YAVARÍ, LORETO, PERÚ - 2015"**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

la declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificada:

APTO

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

Iquitos, 26 de setiembre 2017

Ing. JORGE ELÍAS ALVAN RUÍZ, Dr
Presidente

Ing. JORGE LUIS RODRIGUEZ GOMEZ, Dr.
Miembro

Ing. JARLIN ARELLANO VALDERRAMA
Miembro

Ing. ANGEL EDUARDO MAURY LAURA, Dr.
Asesor

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

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

www.unapiquitos.edu.pe

Teléfono: 065-225303

TESIS

Asociación altura comercial - diámetro de árboles comerciales de importancia ecológica; bosque terraza baja; distrito Yavarí, Loreto, Perú – 2015.

Aprobado el día 26 de setiembre 2017. Según Acta de Sustentación N° 797.

Ing°. JORGE ELIAS ALVÁN RUIZ, Dr.
C.I.P. 28387
Presidente

Ing°. JORGE LUIS RODRIGUEZ GÓMEZ, Dr.
C.I.P. 46360
Miembro

Ing°. JARLIN ARELLANO VALDERRAMA.
C.I.P. 65945
Miembro

Ing°. ÁNGEL EDUARDO MAURY LAURA, Dr.
C.I.P. 44895
Asesor

ÍNDICE

	Pág.
Índice	i
Lista de cuadros	iii
Lista de figuras	iv
Resumen	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PROBLEMA.....	3
2.1. Descripción del problema.....	3
2.2. Definición del problema.....	4
III. HIPÓTESIS..	5
3.1. Hipótesis general	5
3.2. Hipótesis alterna	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. Operacionalización de variables	7
VI. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
6.1. Antecedentes.....	8
6.2. Marco Teórico.....	11
VII. MARCO CONCEPTUAL.....	21
VIII. MATERIALES Y MÉTODO	23

8.1. Lugar de ejecución.....	23
8.2. Materiales y equipo.....	24
8.3. Método.....	24
8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
8.5. Técnica de presentación de resultados.....	28
IX. RESULTADOS	29
9.1. Composición florística	29
9.2. Índice de valor de importancia.....	29
9.3. Asociación entre diámetro y altura comercial de las especies maderables del bosque de terraza baja.....	32
9.4. Asociación entre el diámetro y altura comercial de las cinco especies registradas en un bosque de terraza baja.....	33
X. DISCUSIÓN	39
10.1. Composición florística	39
10.2. Índice de Valor de Importancia	40
10.3. Relación diámetro y altura comercial de especies maderables del bosque de terraza baja	41
10.4. Relación diámetro y altura comercial de las cinco especies registradas en un bosque de terraza baja	42
XI. CONCLUSIONES	45
XII. RECOMENDACIONES	46
XIII. BIBLIOGRAFÍA.	47
ANEXO	

LISTA DE CUADROS

N°	Título	Pág.
1	Coordenadas de la Parcela de estudio	23
2	Composición florística del área de estudio	29
3	Abundancia de las especies evaluadas del bosque de terraza baja.	30
4	Dominancia de las especies evaluadas del bosque de terraza baja.	31
5	Frecuencia de las especies registradas en el bosque de terraza media.	31
6	Índice de valor de importancia de las especies del bosque de terraza media.....	32
7	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de las especies maderables del bosque en estudio	32
8	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “lupuna” del bosque en estudio	34
9	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “catahua” del bosque en estudio	35
10	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “quinilla” del bosque en estudio	36
11	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “lagarto caspi” del bosque en estudio.....	37
12	Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro – altura comercial de la especie “lagarto caspi” del bosque en estudio.....	38

LISTA DE FIGURAS

N°	Título	Pág.
1	Mapa de ubicación del área de estudio	55
2	Croquis de la distribución de las parcelas de muestreo	56
3	Medición del diámetro de los árboles del área de estudio	28
4	Medición de la altura de los árboles del área de estudio	28
5	Distribución de las especies registradas en el bosque de terraza baja, por especie.....	30
6	Modelos alométricos para la asociación diámetro – altura comercial de especies forestales en el bosque de terraza baja.....	33
7	Modelos alométricos para la asociación diámetro – altura comercial de especies “lupuna” en el bosque de terraza baja.....	34
8	Relación diámetro – altura comercial de la especie “catahua” en un bosque de terraza baja.....	35
9	Relación diámetro – altura comercial de la especie “quinilla” en un bosque de terraza baja.....	36
10	Relación diámetro – altura comercial de la especie “moena” en un bosque de terraza baja.....	37
11	Relación diámetro – altura comercial de la especie “lagarto caspi” en un bosque de terraza baja	38

RESUMEN

El estudio se realizó en los terrenos de la comunidad nativa “Buen Jardín del Callaru” en 169,212 ha; políticamente se encuentra en el distrito Yaraví, provincia Ramón Castilla, región Loreto. El objetivo fue conocer si existe asociación entre altura comercial y diámetro en los árboles de especies comerciales de importancia ecológica de un bosque de terraza baja, Yavarí, Loreto, Perú.

Para obtener los datos de campo se realizó el inventario forestal utilizando el diseño de fajas, las cuales fueron distribuidas sistemáticamente en el área de estudio, con parcelas rectangulares de 100 m de ancho por 1000 m de largo (unidad de muestreo), siendo en total 17 unidades de muestreo.

Los resultados indican que se han registrado 92 individuos de 5 especies comerciales distribuidas en 5 familias botánicas; la asociación diámetro – altura comercial de los árboles del bosque en estudio se ajustó al modelo de distribución de tipo **compuesto, crecimiento, exponencial y logístico**, con $\pi = 0,73$; además indica **excelente** asociación entre las variables. La asociación diámetro – altura comercial de los árboles de las especies “catahua”, “quinilla”, “moena” y “lagarto caspi” fue **perfecta**.

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

I. INTRODUCCIÓN

Según Bolfor (1997), el inventario forestal constituye una herramienta eficiente de planificación del aprovechamiento maderero. Sin embargo esta información no es suficiente para los planes de manejo, ya que debido a la mega diversidad que posee la Amazonía peruana la información bioestadística es muy escasa la cual dificulta ampliamente la orientación para su uso sostenible mediante el manejo silvicultural.

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).

Zeide y Vanderschaaf (2002), dicen que 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).

Por tal razón, este estudio consideró importante obtener nuevos conocimientos referente a la existencia o no de asociación entre la variable altura comercial con la variable diámetro de los árboles comerciales con dap > 40 centímetros; conociendo el comportamiento de estas variables en las especies comerciales del bosque de terraza baja se podrá mejorar el manejo silvicultural de las mismas en los planes de manejo de las concesiones forestales; así como también, para mejorar los bosques amazónicos aplicando técnicas silviculturales

adecuadas a las especies evaluadas, considerando la megadiversidad que posee la amazonia peruana.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

INADE (2004), reporta que aún existe escasa información de los recursos naturales de la amazonia peruana, por lo tanto, se debe estudiar a los bosques para que sirva de guía, debido a que la complejidad del bosque tropical en su composición florística dificulta enormemente todo tipo de acciones de evaluación y aprovechamiento forestal.

La medición del diámetro y la altura 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. 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).

El empleo de los modelos matemáticos para la estimación de la relación diámetro y altura comercial de las especies comerciales, son muy escasos y presentan limitaciones debido a las distintas condiciones que rigen el crecimiento de los árboles entre las cuales se incluyen la genética, las subpoblaciones locales, el clima y los suelos; estos factores son determinantes en el desarrollo de las plantas de ahí la importancia de la generación y eficiencia de modelos alométricos (Alvarez, 2008).

2.2. Definición del problema

¿Será que existe asociación entre la altura comercial y el diámetro de los árboles de las especies comerciales de importancia ecológica en un bosque de terraza baja. Yavarí, Loreto, Perú?

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Existe asociación entre altura comercial y diámetro en los árboles de especies comerciales de importancia ecológica de un bosque de terraza baja, Yavarí, Loreto, Perú.

3.2. Hipótesis alterna

Existe asociación entre altura comercial y diámetro en los árboles de especies comerciales de importancia ecológica de un bosque de terraza baja, Yavarí, Loreto, Perú.

3.3. Hipótesis nula

No existe asociación entre altura comercial y diámetro en los árboles de especies comerciales de importancia ecológica de un bosque de terraza baja, Yavarí, Loreto, Perú.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Definir la relación altura comercial – diámetro de los árboles de especies comerciales de mayor importancia ecológica de un bosque de terraza baja, Yavarí, Loreto, Perú.

4.2. Objetivos específicos

- Registrar la composición florística de especies comerciales > 40 cm de dap del área de estudio.
- Obtener la altura comercial y diámetro (dap) de los árboles de las especies comerciales.
- Obtener el Índice de Valor de Importancia de las especies comerciales del bosque en estudio.
- Determinar mediante el método de regresión si existe o no relación entre la altura comercial y dap de los árboles de las especies comerciales.
- Calificar por el método de correlación el grado de asociación entre las variables en estudio.
- Cuantificar la participación de la variable independiente en los cambios de la variable dependiente, mediante el método del coeficiente de determinación.

V. VARIABLES

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices

En este estudio se planteó como variable independiente (X) a la altura comercial y como variable dependiente (Y) se considerará al diámetro a la altura del pecho (dap) de los árboles > 40cm de dap que se registraron en el bosque de terraza baja, los indicadores fueron las mediciones de altura comercial y dap, la correlación, coeficiente de determinación; los índices fueron metro, centímetro, perfecta, excelente, buena, regular o nula.

5.2. Operacionalidad de las variables

Variables	Indicadores	Índices
Independiente (X)		
Altura comercial de los árboles >40 cm de dap del bosque de colina baja.	Composición florística Medición de altura comercial	Número de especies comerciales Número de familias botánicas. Metro
Dependiente (Y)		
Dap de los árboles >40 cm de dap del bosque de colina baja.	Medición del Dap Correlación	Centímetro Perfecta, excelente, buena, regular o nula.

VI. REVISIÓN DE LITERATURA

6.1. Antecedentes

En bosques con alta diversidad de especies, los diferentes modelos matemáticos 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). Por ejemplo, con 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).

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. Así mismo, 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).

Una aplicación importante es la estimación de la altura del árbol a partir de su diámetro medido a la altura de pecho (DAP), a una altura estándar de 1,37m, 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 (0,89) y el menor exhibe el bosque húmedo de colina baja (0,85).

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” (1,00) y *Ruptiliocarpon*

caracolito “topa caspi” (1,00) 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 0,99; asimismo las especies *Couepia bracteosa* “parinari” con 0,96 y *Eschweilera coriacea* “machimango blanco” con 0,97 son las que reportan el más alto coeficiente de determinación para el bosque húmedo de colina baja.

Asimismo, la especie *Parkia igneiflora* “pashaco” con $r = 0,165$ es la especie del bosque húmedo de colina baja que presenta el coeficiente de correlación menor de todo el grupo, pero 4 especies (40%) tienen un grado de asociación superior a 0,80. Así mismo, las especies *Parkia igneiflora* “pashaco” ($r = 0,695$) y *Tachigali tessmannii* “tangarana” (0,684) del bosque húmedo de terraza baja son las que tienen el menor coeficiente de correlación, pero 5 especies que hacen el 50% del total de este bosque presentan un coeficiente de correlación mayor a 0,82. Por su parte en el bosque húmedo de terraza alta la especie *Parkia igneiflora* “pashaco” en la que alcanza el más bajo coeficiente de correlación con $r = 0,710$; sin embargo 5 especies muestran un coeficiente de determinación superior a 0,82.

Estudios realizados en bosques de la Amazonía, presentan valores de dominancia que varían entre 22-50 m²/ha (INIEA, 2003) y de 26-27 m²/ha presentados por Abadie (1956), Sabogal (1980) y Marmillod (1982), citado por Freitas (1996).

6.2. Marco teórico

Bosque

Los bosques primarios son bosques vírgenes o formaciones vegetales poco alteradas por disturbios naturales o antropogénicos; de acuerdo a la variedad ambiental existe una amplia gama de tipos de bosque con diferente estructura y vegetación; en zonas tropicales la riqueza en especies es alta y el mismo tipo de bosque puede tener cientos de especies arbóreas (Budowski, 1985).

En general, los bosques jóvenes tienen una estructura más simple y son mucho más pobres en especies que los bosques primarios del mismo medio ambiente; tanto la composición y la estructura de un bosque secundario cambian con el paso del tiempo (Finegan, 1992).

La composición florística en la amazonia está relacionada a la inundación estacional o temporal, la gradiente de humedad, el tipo de aguas relacionados a los distintos biotopos y régimen de precipitación y, también con los aspectos sociológicos de la zona. (<http://www.siamazonia.org.pe/Archivos/Publicaciones/SPT-TCA-PER-31.pdf>). Del mismo modo la topografía del suelo es una gradiente importante que influye en la estructura y composición de las especies (Nebel, *et al.* 2000).

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. Bruce y Schumacher (1965), citado por Burga (1993), señala que si un bosque no es

absolutamente de la misma edad, en su fase de plantitas hay miles de aquellos por ha, a medida que los arbolitos van aumentando de tamaño compiten unas con otras cada vez con mayor intensidad para conseguir luz y humedad hasta que llega el momento en que los individuos más débiles mueren suprimidos por sus vecinos más robustos; de la lucha continúa durante toda la vida el resultado es que el número de árboles por ha disminuye muchísimo hasta que en la madurez queda a menudo menos del 1% de los árboles que había al comienzo.

FAO (1974), explica que una floresta irregular equilibrada tendría tantos árboles en cada clase de diámetro como una floresta regular equilibrada, compuesto por rodales uniformes, cubriendo un área igual y que contuviera las mismas clases de edad.

Inventario forestal

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.

Estructura Horizontal de la vegetación

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.

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.

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:

Composición florística

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, lo cual está ligado a las diferencias del patrón o tipo de distribución de las especies arbóreas individuales, relacionadas a su vez a las condiciones del medio (principalmente el suelo) y a las características inherentes a las especies

(Gómez, 1972). 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.

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). En general, los bosques jóvenes tienen una estructura más simple y son mucho más pobres en especies que los bosques primarios del mismo medio ambiente; tanto la composición y la estructura de un bosque secundario cambian con el paso del tiempo (Finegan, 1992).

Dominancia

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 el fuste, gracias al aporte de los investigadores Dawkins (1963), Malleux (1970), Hoheisel (1976) citado 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) citado en Louman & Stanley (2002), refiere 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) citado en Freitas (1986), indica que el área basal permite medir la potencialidad productora del medio ambiente.

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 diamétricas, 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) 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 sobre representadas (tienen pocos individuos) o sobre representadas.

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. En esta distribución, existen muchos individuos en clases diamétricas pequeñas, pero a medida que el diámetro aumenta el número de individuos disminuye casi en forma logarítmica. Lamprecht (1962) cit. por Hidalgo (1982), anteriormente ya había fundamentado esta hipótesis, al mencionar 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.

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 cit. 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, cit. 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.

El mismo autor, indica que 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.

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.

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 (19829 cit. 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, cit. 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 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 interrelaciones. 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 y Johnson (1987) y, Ramírez y 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.

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.* 2006).

VII. MARCO CONCEPTUAL

Árboles: Son plantas leñosas perennes que tienen un fuste y una copa bien diferenciada (Lindorf, 1991).

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

Modelo. Es la representación abstracta de algún aspecto de la realidad (Regalado *et al.* 2005).

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; Cailleux, 1980; Husch *et al.* 1982 y Parresol, 1990, citado por Segura y Andrade (2008).

Muestreo: Se conceptualiza como elegir y obtener muestras representativas de las características de los integrantes de una población. También se define como la herramienta de la investigación científica (Seck (2005) citado por Macedo, 2012).

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 cit. por Hidalgo, 1982).

VIII. MATERIALES Y MÉTODO

8.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó en los terrenos de la comunidad nativa “Buen Jardín del Callaru” en 169,212 ha; políticamente se encuentra en el distrito Yaraví, provincia Ramón Castilla, región Loreto. Las coordenadas geográficas UTM (Zona 18 SUR, Datum WGS84) se presentan a continuación en el cuadro 1.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas del área de estudio.

Vertice	Este (E)	Norte (N)
1	1033650,90	9546974,48
2	1033723,98	9547026,57
3	1033725,00	9546043,00
4	1032016,00	9546053,00
5	1032023,00	9547051,00
6	1033533,04	9547039,46

(Ver figura1– Anexo).

La accesibilidad al área de estudio es terrestre y fluvial hasta la comunidad nativa “Buen Jardín del Callaru” para lo cual se utilizó el río Amazonas y el río Callaru para la navegación de la motonave con un tiempo de 72 horas; para luego de allí el traslado fue por vía terrestre hasta el lugar de ejecución del estudio por espacio de 2 horas a pie aproximadamente.

Clima

CONAM (2005), indica que la temperatura promedio es de 26,95 °C, con un rango entre 20,96°C y 32,33°C variación de más o menos 9,2 °C entre la máxima y mínima diaria; el mes más caliente es noviembre con una media de 27,33 °C; la precipitación alcanza los 2 827 mm/año, la época lluviosa comprende los meses de diciembre a mayo, el mes de mayor precipitación pluvial es el mes de abril con

326 mm y el menor es julio con 169 mm; la humedad relativa promedio mensual fluctúa entre 81,94 % (octubre) y 89,72% (mayo).

8.2. Materiales y equipos

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

8.3. Método

8.3.1. Tipo y nivel de investigación

El presente estudio será del tipo descriptivo y de nivel básico.

8.3.2. Población y muestra

Para la evaluación se tendrá en cuenta como población a todos los árboles del bosque de terraza baja de la zona de estudio y, como muestra se tomará a las especies comerciales > 40 cm de dap.

8.3.3. Análisis estadístico

Para la evaluación estadística de los datos que se registren en el inventario forestal se utilizará la estadística básica y el método de regresión, correlación y coeficiente de determinación, para determinar si existe o no relación o asociación entre las variables en estudio (Beiguelman, 1994).

8.3.4. Procedimiento

Inventario forestal

Para obtener los datos de campo se realizó el inventario forestal utilizando el diseño de fajas, las cuales fueron distribuidas sistemáticamente en el área de

estudio, con parcelas rectangulares de 100 m de ancho por 1000 m de largo (unidad de muestreo), siendo en total 17 unidades de muestreo (figura 2 - anexo).

Para el registro de datos del inventario forestal se consideró a los árboles comerciales > 40 cm de dap en cada unidad de muestreo.

En la evaluación se tuvo en cuenta lo siguiente:

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

Azimut.- Dirección de la trocha, según la posición donde se inició el trabajo en cada unidad de muestreo.

Código de la Unidad de muestreo.- Se utilizó los números del 1 al 17 de acuerdo a la unidad de muestreo (ver figura 2 - anexo).

Nombre de la especie.- Inicialmente se identificó a los árboles por el nombre común y/o taxonómica, 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 > 40 cm, se utilizó como material a la forcípula de metal, graduada con aproximación al centímetro, colocada siempre en dirección opuesta a la pendiente.

Medición de la 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 realizará la verificación utilizando el clinómetro suunto.

Relación altura comercial con el diámetro de los árboles.

Se tomó en cuenta el registro de la composición florística, altura comercial y diámetro a la altura del pecho (dap) de cada uno de los árboles de las especies comerciales > 40 cm de DAP; se efectuó la comparación Altura comercial Vs. Dap; el análisis fue tanto a nivel de especies comerciales de mayor importancia ecológica (5 especies) y a nivel general para el tipo de bosque evaluado. Se aplicó los modelos alométricos lineal y curvilíneos para definir la existencia o no de la relación entre las dos variables; la correlación se aplicó para determinar el grado de relación entre las dos variables y el coeficiente de determinación fue para demostrar cuanto es la participación de la variable independiente en las variaciones de la variable dependiente. Los cálculos se realizaron utilizando el software IBM SPSS Statistics 23.

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

Valor de "r"		Grado de Asociación
(+ ó -)		
	1,00	Perfecta
< 1	a $\geq 0,75$	Excelente
< 0,75	a $\geq 0,50$	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	$Y = e^{(b_0(b_1/t))}$
9	CRECIMIENTO	$Y = e^{(b_0(b_1 \times t))}$
10	EXPONENCIAL	$Y = b_0 (e^{(b_1 \times t)})$
11	LOGISTICA	$Y = 1 / (1/u + b_0 (b_1^t))$

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)

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 > 40 cm de DAP fueron medidos con el calibrador forestal (forcípula) figura 3. La altura comercial (HC) se estimó visualmente o utilizando clinómetro suunto (figura 4). La identificación de las especies 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 IBM SPSS Statistics 23.



Figura 3. Medición del diámetro de los árboles del área de estudio.



Figura 4. Medición de la altura de los árboles del área de estudio.

8.5. Técnica de presentación de resultados

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

IX. RESULTADOS

9.1. Composición florística

En el bosque evaluado se ha registrado en total cinco (05) especies comerciales (cuadro 2), distribuidos en cinco (05) familias botánicas (Spichiger *et al.* 1989); así mismo, se observa que ninguna familia botánica destaca porque poseen una sola especie comercial cada una de ellas.

Cuadro 2: Composición florística de especies comerciales > 40 cm de dap.

Orden	Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
1	“catahua”	<i>Hura crepitans</i>	Euphorbiaceae
2	“lagarto caspi”	<i>Calophyllum brasiliensis</i>	Clusiaceae
3	“lupuna”	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae
4	“moena”	<i>Anida sp</i>	Lauraceae
5	“quinilla”	<i>Pouteria sp.</i>	Sapotaceae

En el cuadro 2 se muestra la relación de las especies que se registraron en el inventario forestal en un bosque de **terrazza baja** de la amazonia peruana, indicando el nombre común, nombre científico y familia botánica, para árboles > 40 cm de dap (Spichiger *et al.* 1989-1990).

9.2. Índice de Valor de Importancia (IVI)

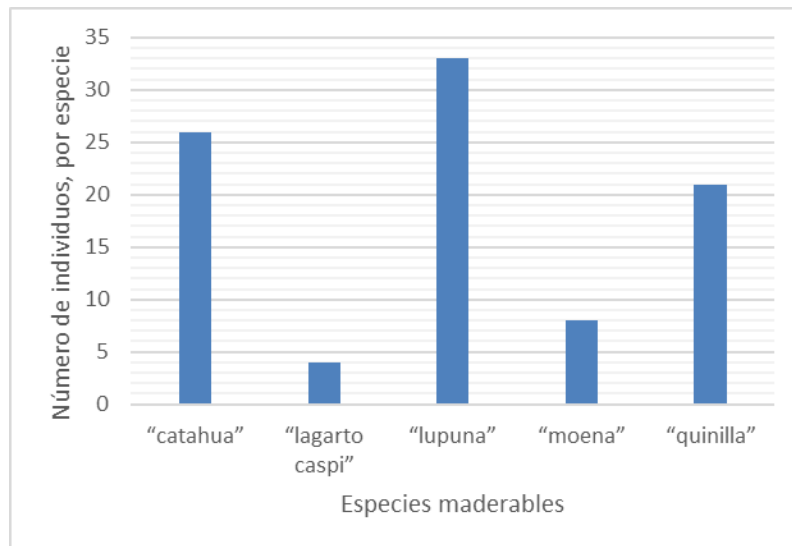
Abundancia

En el cuadro 3 se muestra el total de 92 individuos que fueron registrados en el área evaluada; además, existen tres especies comerciales que destacan como las más abundantes y ellas son, “lupuna”, “catahua” y “quinilla”.

Cuadro 3: Abundancia por especie comercial del bosque de terraza baja.

Orden	Nombre común	Número de individuos
1	"catahua"	26
2	"lagarto caspi"	04
3	"lupuna"	33
4	"moena"	08
5	"quinilla"	21
Total:		92

En la figura 5 se observa la distribución de los individuos registrados por especie, donde se nota claramente a las tres especies que destacan.

**Figura 5.** Abundancia por especie registrada en el bosque de terraza baja.

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 baja.

Orden	Nombre común	Área basal (m ²)
1	"catahua"	24,82
2	"lagarto caspi"	1,48
3	"lupuna"	49,87
4	"moena"	2,24
5	"quinilla"	11,84
Total:		90,25

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 baja.

Orden	Nombre común	Frecuencia absoluta
1	"catahua"	10
2	"lagarto caspi"	4
3	"lupuna"	9
4	"moena"	7
5	"quinilla"	7
Total:		37

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 baja.

Orden	Nombre común	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	IVI (%)
1	“catahua”	28,26	27,50	27,03	82,79
2	“lagarto caspi”	4,35	1,64	10,81	16,80
3	“lupuna”	35,87	55,26	24,32	115,45
4	“moena”	8,70	2,48	18,92	30,10
5	“quinilla”	22,83	13,12	18,92	54,87
Total:		100,00	100,00	100,00	300,00

9.3. Asociación entre diámetro y altura comercial de las especies maderables de un bosque de terraza baja.

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 baja, indican como resultado que cuatro de las once ecuaciones evaluadas son las que más se ajustan a ésta relación, ellas son, **compuesto, crecimiento, exponencial** y **logístico**, en ellas se observa el mayor coeficiente de correlación $r = 0,732$ y el coeficiente de determinación $r^2 = 0,536$ que se muestra en el cuadro 7.

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

Ecuación	r	r^2
Lineal	0,660	0,435
Logarítmica	0,636	0,405
Inversa	0,604	0,365
Cuadrático	0,672	0,452
Cúbico	0,672	0,452
Compuesto	0,732	0,536
Potencia	0,714	0,510
S	0,686	0,470
Crecimiento	0,732	0,536
Exponencial	0,732	0,536
Logística	0,732	0,536

También, se presenta la figura 6 donde se observa las tendencias de la relación diámetro - altura comercial en las especies maderables del bosque de terraza baja.

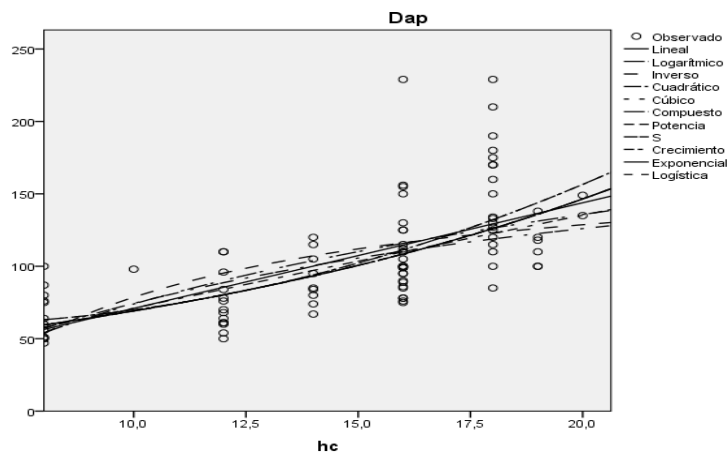


Figura 6. Modelos alométricos para la asociación diámetro – altura comercial de especies forestales en el bosque de terraza baja.

9.4. Asociación entre el diámetro y altura comercial de las cinco especies registradas en un bosque de terraza baja.

De los modelos matemáticos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de la especie forestal “lupuna” registrada en el bosque de terraza baja, los resultados indican que de las ecuaciones evaluadas la que más se ajusta a ésta relación es el modelo **s-curva**, en ella se observa el mayor coeficiente de correlación $r = 0,356$ y coeficiente de determinación $r^2 = 0,127$ se presenta en el cuadro 8 y en la figura 7.

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

Ecuación	π	π^2
Lineal	0,228	0,052
Logarítmico	0,251	0,063
Inverso	0,263	0,069
Cuadrático	0,283	0,080
Cúbico	0,285	0,081
Compuesto	0,324	0,105
Potencia	0,345	0,119
S - curva	0,356	0,127
Crecimiento	0,324	0,105
Exponencial	0,324	0,105
Logística	0,324	0,105

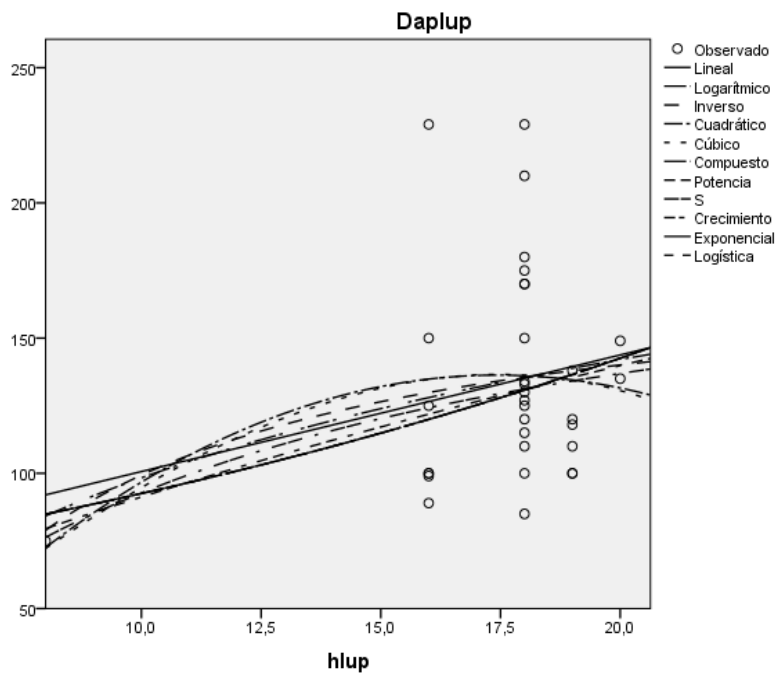


Figura 7. Modelos alométricos para la asociación diámetro – altura comercial de especies “lupuna” en el bosque de terraza baja.

Los modelos alométricos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de la especie “catahua” registrada en el bosque de terraza baja, 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 $r = 0,785$ y coeficiente de determinación $r^2 = 0,616$ que se muestra en el cuadro 9 y en la figura 8.

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

Ecuación	r	r^2
Lineal	0,645	0,416
Logarítmico	0,595	0,354
Inverso	0,545	0,297
Cuadrático	0,772	0,596
Cúbico	0,785	0,616
Compuesto	0,666	0,443
Potencia	0,623	0,388
S	0,578	0,334
Crecimiento	0,666	0,443
Exponencial	0,666	0,443
Logística	0,666	0,443

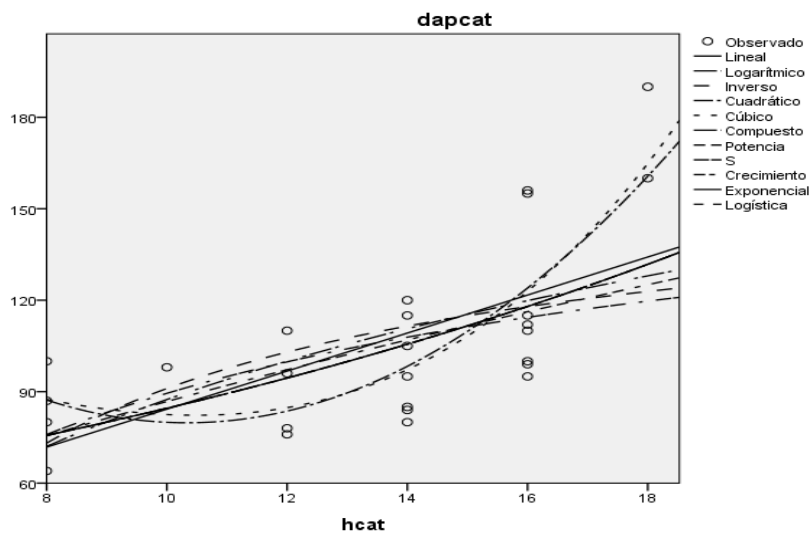


Figura 8. Relación diámetro – altura comercial de la especie “catahua” en un bosque de terraza baja.

Los modelos alométricos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de la especie “quinilla” registrada en el bosque de terraza baja, indica como resultado que las ecuaciones que más se ajustan a ésta relación fueron **compuesto, crecimiento, exponencial y logístico**, en ellas 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 9.

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

Ecuación	r	r^2
Lineal	0,719	0,517
Logarítmico	0,716	0,512
Inverso	0,707	0,500
Cuadrático	0,719	0,517
Cúbico	0,719	0,517
Compuesto	0,770	0,593
Potencia	0,768	0,590
S	0,761	0,579
Crecimiento	0,770	0,593
Exponencial	0,770	0,593
Logística	0,770	0,593

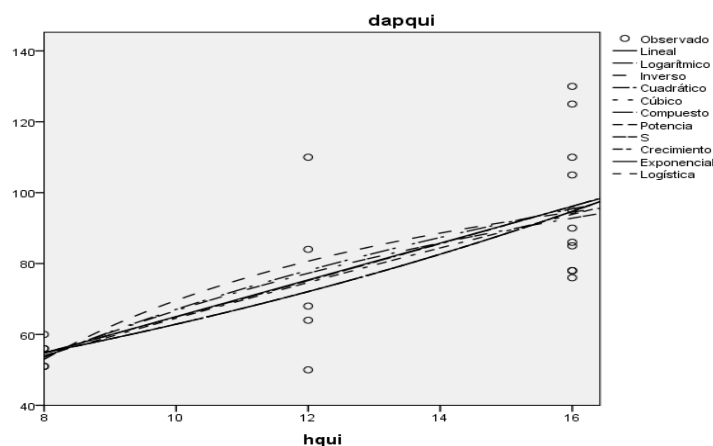


Figura 9. Relación diámetro – altura comercial de la especie “quinilla” en un bosque de terraza baja.

Los modelos alométricos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de la especie “moena” registrada en el bosque de terraza baja, indica como resultado que las ecuaciones que más se ajustan a ésta relación es la **cuadrática** y la **cúbica**, en ella se observa el mayor coeficiente de correlación $r = 0,946$ y coeficiente de determinación $r^2 = 0,895$ que se muestra en el cuadro 11 y en la figura 10.

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

Ecuaciones	r	r^2
Lineal	0,936	0,877
Logarítmico	0,917	0,841
Inverso	0,892	0,795
Cuadrático	0,946	0,895
Cúbico	0,946	0,895
Compuesto	0,944	0,891
Potencia	0,930	0,865
S	0,909	0,826
Crecimiento	0,944	0,891
Exponencial	0,944	0,891
Logística	0,944	0,891

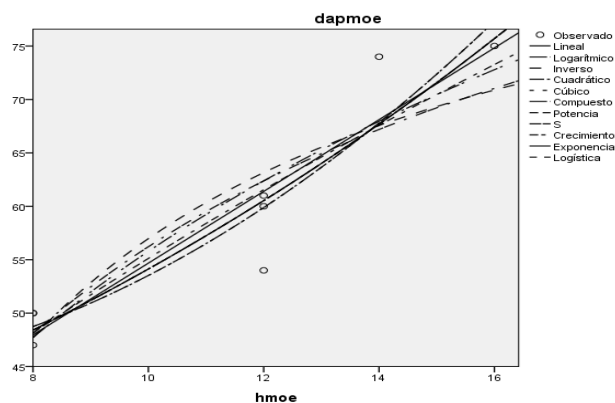


Figura 10. Relación diámetro – altura comercial de la especie “moena” en un bosque de terraza baja.

Los modelos alométricos aplicados a la relación diámetro a la altura del pecho (dap) y altura comercial de la especie “lagarto caspi” registrada en el bosque de terraza baja, indica como resultado que las ecuaciones que más se ajustan a ésta relación son **cuadrática** y **cúbica**, en ellas se observa el mayor coeficiente de correlación $r = 0,809$ y coeficiente de determinación $r^2 = 0,654$ que se muestra en el cuadro 12 y en la figura 11.

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

Ecuación	r	r^2
Lineal	0,700	0,490
Logarítmico	0,729	0,531
Inverso	0,750	0,563
Cuadrático	0,809	0,654
Cúbico	0,809	0,654
Compuesto	0,675	0,455
Potencia	0,704	0,495
S	0,726	0,527
Crecimiento	0,675	0,455
Exponencial	0,675	0,455
Logística	0,675	0,455

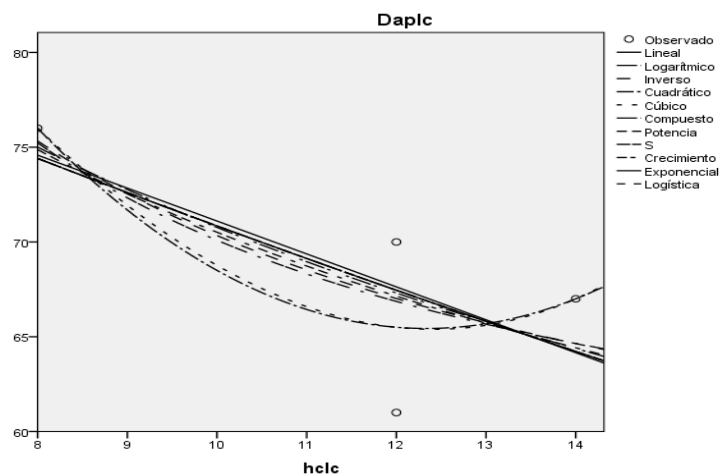


Figura 11. Relación diámetro – altura comercial de la especie “lagarto caspi” en un bosque de terraza baja.

X. DISCUSIÓN

10.1. Composición florística

En este estudio se registró en total noventa y dos (92) individuos de especies comerciales > 40 cm de dap, los cuales se encuentran distribuidas en cinco (5) familias botánicas; destacando las especies “lupuna” y “catahua” que presentaron mayor número de especies forestales que representaron el 64% de los individuos registradas en la evaluación.

Paima (2010), en un bosque de terraza baja, en el distrito del Tigre para árboles \geq 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 género *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.

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 comerciales registradas en el bosque de terraza baja.

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 las 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).

El índice de valor de importancia de las 5 especies comerciales registradas en el inventario forestal se muestran en el cuadro 6, donde se observa que dos de las especies alcanzaron el mayor peso ecológico del bosque en estudio con 198% de IVI; las especies representativas fueron, *Ceiba pentandra* (115,45%) “lupuna”, *Hura crepitans* (82,79%) “catahua”.

La baja frecuencia de algunas especies del área de estudio indica que se trata de un bosque 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 comerciales del bosque de terraza baja.

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 baja con dap >40 cm; las ecuaciones que se ajustan a esta asociación fueron **compuesto, crecimiento, exponencial y logístico**, con coeficiente de correlación $r = 0,73$ por tanto existe buena relación entre el diámetro y la altura comercial; el coeficiente de determinación $r^2 = 0,54$ indica que 54% de la variabilidad es común en ambas variables y el 46% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas con dap > 40 cm del bosque de terraza baja 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) mencionado 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 baja.

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 maderables registradas en el bosque de terraza baja; en la relación diámetro – altura comercial para la especie “lupuna” se presentan cinco ecuaciones que se ajustan a esta relación, ellas son **compuesto, potencia, crecimiento, exponencial y logística**, con coeficiente de correlación $r = 0,36$ por tanto existe **regular** correlación entre la relación diámetro - altura comercial y, el coeficiente de determinación $r^2 = 0,127$ indica que 13% de la variabilidad es común en ambas variables y el 87% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas de “lupuna” se atribuye a otros factores diferentes a la altura comercial; para la especie “catahua” la ecuación **cúbica** es la que se ajusta para la asociación diámetro – altura comercial, con coeficiente de correlación $r = 0,78$ que indica **excelente** asociación entre el diámetro y la altura comercial en esta especie y, el coeficiente de determinación $r^2=0,616$ indica que 62% de la variabilidad es común en ambas variables evaluadas y el 38% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas de “catahua” se atribuye a otros factores diferentes a la altura comercial. En la relación diámetro – altura comercial para la

especie “quinilla” las ecuaciones que se ajustaron a esta asociación fueron **compuesto, potencia, crecimiento, exponencial y logística** con coeficiente de correlación $r = 0,77$ que indica **excelente** correlación entre la relación diámetro - altura comercial y, el coeficiente de determinación $r^2 = 0,593$ indica que 59% de la variabilidad es común en ambas variables y, el 41% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas de “quinilla” se atribuye a otros factores diferentes a la altura comercial. Para la relación diámetro – altura comercial en la especie “moena” las ecuaciones que se ajustaron fueron **cuadrática y cúbica** con coeficiente de correlación $r = 0,95$ que indica **excelente** asociación entre el diámetro y altura comercial; el coeficiente de determinación $r^2 = 0,895$ indica que 90% de la variabilidad es común en ambas variables y, el 10% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas de “moena” se atribuye a otros factores diferentes a la altura comercial. En la relación diámetro – altura comercial de la especie “lagarto caspi” las ecuaciones que se ajustaron fueron **cuadrática y cúbica** con coeficiente de correlación $r = 0,81$ que indica **excelente** asociación entre el diámetro y la altura comercial; el coeficiente de determinación $r^2 = 0,654$ indica que 65% de los cambios producidos en el diámetro de las plantas de “lagarto caspi” se atribuye a la altura comercial y el 35% se atribuye a otros factores diferentes a la altura comercial.

En general, en tres de las cinco especies comerciales del bosque de terraza baja 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 baja se ha registrado en total 92 individuos con $dap > 40$ cm, las cuales se distribuyeron en 05 familias botánicas.
2. Las cinco especies forestales comerciales que se registraron en el bosque de terraza baja fueron, “lupuna”; “catahua”; “quinilla”; “moena” y “lagarto caspi”.
3. El Índice de Valor de Importancia indica que las especies “lupuna” y “catahua” son las de mayor importancia ecológica para el bosque de terraza baja con 198,24% de IVI.
4. La relación diámetro – altura comercial de las especies forestales del bosque en estudio se ajustó a los modelos del tipo **compuesto, crecimiento, exponencial y logístico**, con coeficiente de determinación de 0,732 es decir 53,6% de variaciones es común en ambas variables.
5. La relación entre diámetro – altura comercial de la mayoría de las especies evaluadas fue **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 especies forestales de la amazonia peruana, con la finalidad de realizar comparaciones.
2. También, es necesario considerar estudios de los diferentes tipos de bosques, principalmente de las especies de alto valor comercial, con la finalidad de obtener información para ser utilizadas en los planes de manejo.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Álvarez, G. 2008. Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Postgrado. Tesis Magíster Scientiae en manejo y conservación de bosques naturales y biodiversidad. Turrialba, Costa Rica. 76 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.
- Baluart, J. 2000. Avances sobre bioecología, ecología y utilización del Cesto Tamshi *Troracocarpus bissectu* en Jenaro Herrera – Iquitos. Folia Amazónica. Vol. 11: (1-2) Iquitos – Perú. 36 – 42 p.
- Beiguelman, B. 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil. 231 p.
- Budowski, G. 1985. Aspectos ecológicos del bosque húmedo. La conservación como instrumento para el desarrollo. San José, Costa Rica. UNED/MAG/USAID/FPN, 269-279 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.

- Consejo Nacional del Ambiente – Perú (CONAM). 2005. Indicadores Ambientales Loreto. Serie Indicadores Ambientales N° 7. 60 p.
- Davis, S. L. y K. N. Johnson. 1987. Forest Management". Third edition. McGraw-Hill. New York. 730 pp.
- 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.
- Fondo para la agricultura y la alimentación de las Naciones Unidas (FAO). 1974. Traducido por Knowles O.H. Levantamientos florestais realizados pela misao FAO na amazonia (1956-1961) GRAFISA. Belen Para Vol. 2. 705 p.
- Finegan. 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Programa de producción y desarrollo agropecuario sostenido. Área de producción forestal y agroforestal. Proyecto silvicultura de bosques naturales. Turrialba, Costa Rica. P 96-120.
- 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 amazonia. 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 Nacional de Desarrollo (INADE). 2004. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del río Putumayo (PEDICP). Propuesta final de zonificación ecológica económica, sector: Mazan – El Estrecho, Iquitos – Perú. 255 – 398 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.
- 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. 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur oriental del bosque universitario "El Caimital". *Rv. Forestal Venezolana.* 7(10-11) 77-119.
- 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.
- 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):139-147.31Madera
- 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.
- 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.
- Macedo, C. J. F. 2012. Tamaño óptimo de la unidad de muestreo para inventarios forestales en la comunidad campesina de Tres Unidos, Distrito del Alto Nanay. Región Loreto. Borrador de Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 49 p.
- Malleux, J. 1982. Inventario forestal en bosques tropicales. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 414 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.
- Nebel, G. kvist, P. Vanclay, J. Christensen, H. Freitas, I. y J. Ruiz. 2000. Estructura y composición florística del bosque de la llanura aluvial en la

- Amazonía Peruana: I. El Bosque Alto. IIAP. Folia Amazónica Vol. 10 (1-2). 91- 151 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.
- 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.
- Regalado, M. A., R. E. Peralta. y R. C. A. González. 2005. Como hacer un modelo matemático. 18 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.

- Swaine, M. D. y T. C. Whitmore. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetation*. p.75: 81-86.
- 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.
- 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
- <http://www.siamazonia.org.pe/Archivos/Publicaciones/SPT-TCA-PER-31.pdf>

A N E X O

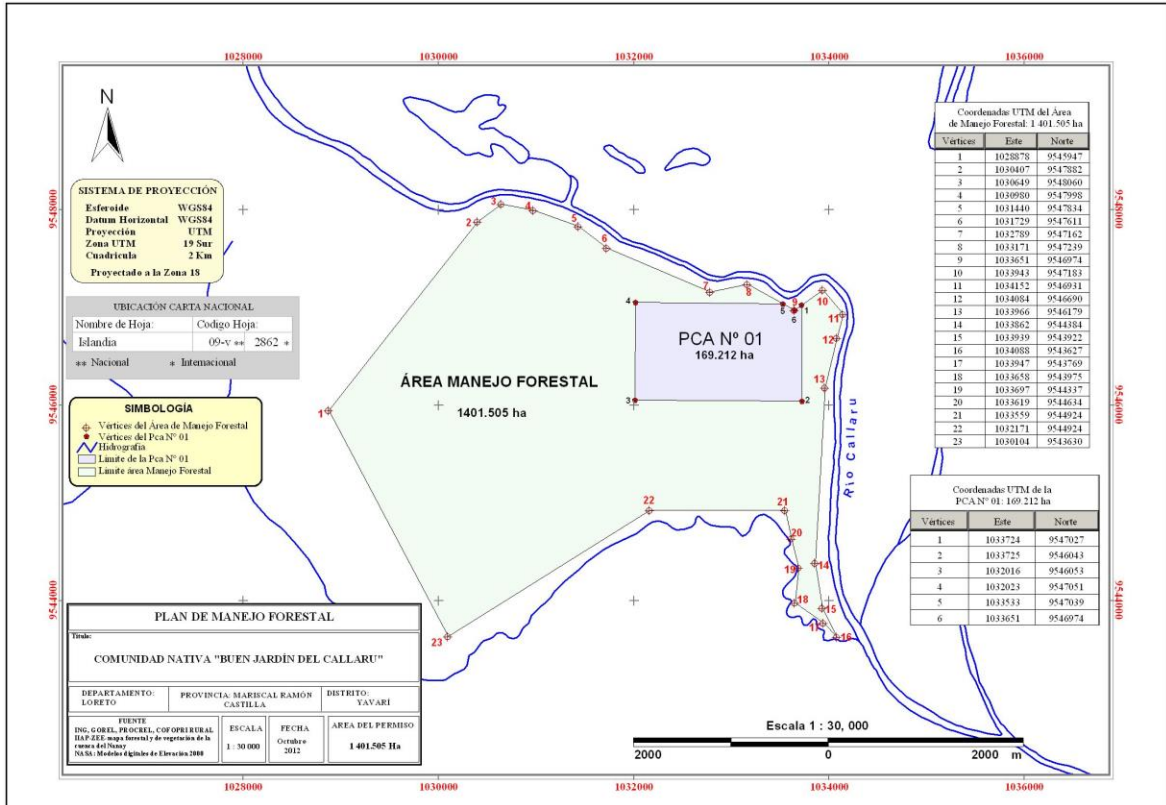


Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio.

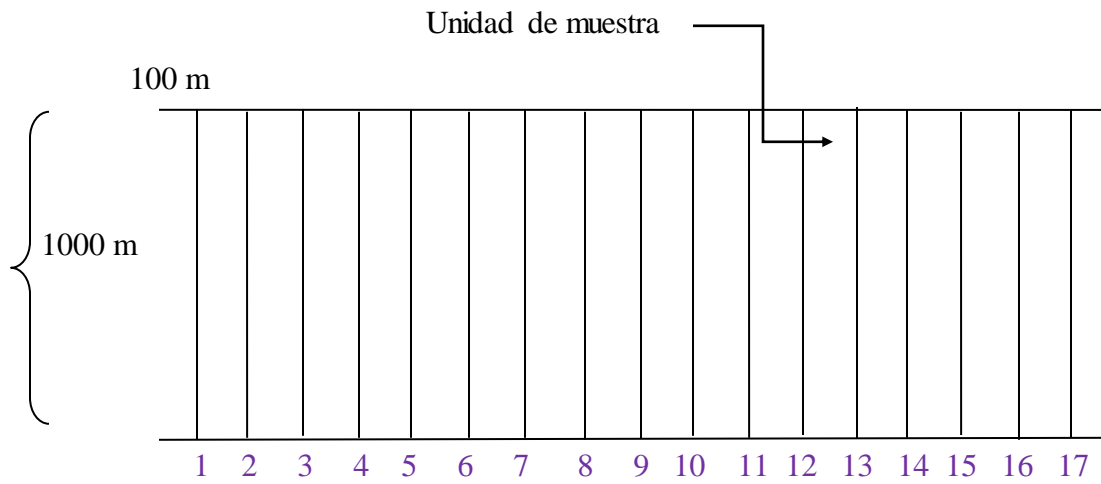


Figura 2: Croquis de distribución de las unidades de muestreo en el área de estudio.