



UNAP

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA
DE BOSQUES TROPICALES**

TESIS

**DINÁMICA DE LA ESTRUCTURA DEL BOSQUE DE VARILLAL SECO EN LA
ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA NACIONAL ALPAHUAYO-
MISHANA, IQUITOS, PERÚ. PERIODO 2004-2017**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN ECOLOGIA DE BOSQUES TROPICALES

PRESENTADO POR:

SALINAS SANCHEZ, SHIRLEY SINDIA

ASESOR:

RODIL TELLO ESPINOZA DR.

Iquitos, Perú

2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS Nº 876

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por la bachiller **SHIRLEY SINDIA SALINAS SANCHEZ**, titulada: **"DINÁMICA DE LA ESTRUCTURA DEL BOSQUE DE VARILLAL SECO EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA NACIONAL ALPAHUAYO-MISHANA, IQUITOS, PERÚ. PERIODO 2004-2017"**; formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

La declaramos:

AlmBado
.....

Con el calificativo de:


Bexuo
.....

En consecuencia queda en condición de ser calificada:


Apto
.....

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

Iquitos, 12 de abril 2019


Ing. **ANGEL EDUARDO MAURY LAURA, Dr.**
Presidente


Ing. **WILLIAM PINEDO CRUZ, Dr.**
Miembro


Ing. **SEGUNDO CORDOVA HORNA, M.Sc.**
Miembro


Ing. **RODIL TELLO ESPINOZA, Dr.**
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques

Tropicales

"Dinámica de la estructura del bosque de varillal seco en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional alpuhuayo-mishana, iquitos, Perú.

Periodo 2004-2017

Tesis sustentada y aprobada el 12 de Abril del 2019

MIEMBROS DEL JURADO




.....
Ing. ANGEL EDUARDO MAURY LAURA, Dr.

Presidente



.....
Ing. WILLIAM PINEDO CRUZ, Dr.

Miembro



.....
Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, MSc.

Miembro



.....
Ing. RODIL TELLO ESPINOZA, Dr.

Asesor

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mis seres queridos quienes fueron mis pilares para seguir adelante.

A mis padres Miguel Salinas y Oneyda Sanchez, porque ellos son la motivación de mi vida.

A mis hermanos Emerson y Jhon, porque son la razón de sentirme tan orgullosa de culminar mi meta, gracias a ellos por confiar siempre en mí.

A mi extinta amiga y hermana Claire Hilary Montoya Tamani QEPD por su apoyo incondicional a quien le recordaré por siempre

Sin sus apoyo y motivaciones a diario nada de esto hubiera sido realizado mis 2 mejores amigos: Mariela Del Risco Torres y Israel Mera López

AGRADECIMIENTO

A todas y cada una de las personas que colaboraron con la realización del presente trabajo de investigación y a quienes me alentaron constantemente para la culminación del mismo y de mi carrera profesional.

Agradecer a cada uno de los practicantes pre profesionales de la Facultad de Ciencias Forestales que sin su ayuda no hubiera sido posible culminar el trabajo de Investigación

INDICE

<u>Descripción</u>	<u>Pág.</u>
CARATULA.....	I
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	II
MIEMBROS DEL JURADO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
INDICE.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
SUMMARY.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Marco Teórico.....	6
1.3 Marco Conceptual.....	8
CAPITULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES.....	10
2.1 Hipótesis de la investigación.....	10
2.2 Identificación de variables, indicadores e índices.....	10
CAPITULO III: METODOLOGIA.....	11
3.1 Diseño Metodológico.....	11
3.2 Diseño Muestral.....	11
3.3 Análisis estadístico.....	12
3.4 Procedimiento.....	13
3.4.1 Instalación de la parcela permanente.....	13

3.4.2	Estimación de la variables dasométricas	14
3.4.3	Estudio de la estructura y composición del bosque	15
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.6	Técnica de presentación de resultados	18
CAPITULO IV: RESULTADOS		19
CAPITULO V: DISCUSIONES		34
CAPITULO VI: CONCLUSIONES		39
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES		41
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN		42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diversidad e índice de abundancia y dominancia en el bosque varillal alto seco.	19
Tabla 2. Contraste de la diversidad del índice de Simpson y Shannon.	20
Tabla 3.- Índice de Valor de Importancia (IVI) de las principales especies que contribuyeron con más del 50% del valor total por censo en el bosque varillal alto seco.	21
Tabla 4.- Número de árboles por hectárea (N), altura total promedio (HT), área basal (G) y volumen (V) por clase diamétrica en el bosque varillal alto seco entre censos..	25
Tabla 5. Coeficiente de correlación, determinación y error estándar modelo potencial	26
Tabla 6. Coeficiente del modelo correlación potencial	26
Tabla 7.- Resumen estadístico del modelo A Meyer calculado con datos del censo del 2005	27
Tabla 8.- Análisis de varianza para el modelo A Meyer calculados con datos del censo 2005.....	27
Tabla 9.- Coeficientes del modelo A Meyer calculados con datos del censo 2005	28
Tabla 10.- Resumen estadístico del modelo A Meyer calculados con datos del censo 2007	28
Tabla 11.- Análisis de varianza para el modelo A Meyer calculados con datos del censo 2007.....	28
Tabla 12.- Coeficientes del modelo A Meyer calculados con datos del censo 2007	29
Tabla 13.- Resumen estadístico del modelo A Meyer calculados con datos del censo 2017	29
Tabla 14.- Análisis de varianza para el modelo A Meyer calculados con datos del censo 2017.....	29
Tabla 15.- Coeficientes del modelo A Meyer calculados con los datos del censo del 201730	
Tabla 16.- Número de árboles inventariados (N), Número de árboles estimados fórmula Liocourt (N normal), diferencia de árboles por clase diamétrica, volumen inventariado, volumen de madera estimada fórmula Lioucourt (V normal), volumen de corta (V corta) y porcentaje de corta por clase diamétrica (% corta) en el bosque varillal alto seco	31
Tabla 17.- Número de árboles, volumen y porcentaje de corta por especie y uso de la madera en base al censo 2017	33

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ubicación de las parcelas permanentes de muestreo.....	12
Figura 2.-Diseño de la parcela permanente y características de la placa de aluminio colocados a los árboles (Tello, 2008)	13
Figura 3.- Diagrama de barras del IVI para las especies que contribuyeron con el 150% del IVI total en el año 2005	22
Figura 4.- Diagrama de barras del IVI para las especies que contribuyeron con el 150% del IVI total en el año 2007	23
Figura 5.- Diagrama de barras del IVI para las especies que contribuyeron con el el 150% del IVI total en el año 2017.....	23

RESUMEN

En el bosque del varillal alto seco de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana se realizó un estudio con la finalidad de determinar la riqueza, índice de Shannon, índice de Simpson, IVI del bosque de varillal, así como determinar la estructura del bosque, entre el periodo 2005 al 2017 usando datos de parcelas permanentes de muestreo.

En este bosque se registraron 49 especies en la (PPM) 9 y 1146 árboles/ha, 71 especies en la parcela 10 y 887 árboles/ha y 66 especies en la parcela 11 y 1033 árboles/ha. El índice de Simpson varió entre 0,8389 y 0,9606; el índice de Shannon – Wiever varió entre 2.473 a 3,587, hubo diferencias estadísticas entre parcelas (p same $< 0,026$). La especie más abundante fue *Pachira brevipes*; en el año 2005 representó el 26,72%; 27,13% el 2007 y 20,88% el 2017. Prima la asociación *Pachira brevipes*- *Sloanea latifolia* - *Dicymbe uaiparuensis*. Para estimar la altura total de los árboles se puede usar el modelo $Altura\ total = 6,51 * DAP^{0,294}$, Y para estimar la cantidad de árboles normales para el Año 2017 se usó la fórmula $N = 1360,14 * e^{-0,106*CD}$. Basado en este modelo se estimó que en la clase diamétrica 10 existe un mayor número de árboles (303 árboles/ha) que pueden ser extraídos del varillal (32,681 m³/ha). En el bosque varillal se puede extraer como madera redonda aceite caspi y achiotillo, a razón de 13,8 árboles/ha, Así como maderas para aserrío como quinilla, chontaquiro, moena, pashaco y charapilla. Las demás especies pueden ser usadas para leña o carbón.

Palabras clave: Modelo normal, estructura, IVI, índice de Simpson, Shannon-Wiever

SUMMARY

In the high dry varillal forest of the Allpahuayo Mishana National Reserve, a study was carried out with the purpose of determining the richness, Shannon index, Simpson index, IVI of the varillal forest, as well as determining the structure of the forest, between the period 2001 to 2017 using data from permanent sampling plots. In this forest 49 species were recorded in the (PPM) 9 and 1146 trees / ha, 71 species in the plot 10 and 887 trees / ha and 66 species in the plot 11 and 1033 trees / ha. The Simpson index varied between 0.8389 and 0.9606; the Shannon - Wiever index ranged from 2,473 to 3,587, there were statistical differences between plots (p same $<0,026$). The most abundant species was *Pachira brevipes*; in the year 2005 it represented 26.72%; 27.13% in 2007 and 20.88% in 2017. The association *Pachira brevipes*- *Sloanea latifolia* - *Dicymbe uaiparuensis* takes precedence. To estimate the total height of the trees, the model $\text{Total height} = 6.51 * \text{[DAP]}^{0.294}$ can be used, and to estimate the number of normal trees for the year 2017, the formula $N = 1360.14 * e^{-0.106 * CD}$ was used. Based on this model it was estimated that in diameter class 10 there is a greater number of trees (303 trees / ha) that can be extracted from the rod (32,681 m³ / ha). In the varillal forest, caspi and achiotillo oil can be extracted as round wood, at a rate of 13.8 trees / ha, as well as sawmills such as quinilla, chontaquiro, moena, pashaco and charapilla. The other species can be used for firewood or charcoal.

Key words: Normal Model, Structure, IVI Index, Simpson Index, Shannon Index, Wiever

INTRODUCCIÓN

Sobre la estructura y dinámica del bosque de varillal seco en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional Allpahuayo - Mishana en el periodo de tiempo, existe carencia de información, especialmente sobre la variación de la estructura diamétrica de los árboles, de la densidad de los árboles, así como las variaciones de las especies del bosque en función del tiempo y desde una perspectiva multitemporal. Por este vacío de información en el 2004 la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP en el 2004, en los bosques clasificados como varillal alto seco, instaló las parcelas permanentes de muestreo 09, 10 y 11. Han transcurrido un tiempo bastante amplio y se espera que se hayan producido cambios en la dinámica del bosque, Estos cambios relativamente pequeños en la estructura y/o función de los bosques según Phillips et al (2016, p.2), tendrían consecuencias globales en la biodiversidad y en el ciclo del carbono y el cambio climático. Existe evidencia científica de que las anomalías climáticas afectan severamente la biodiversidad en diferentes formas y escalas (Morueta et al., 2015, p. 12741), causa degradación en el hábitat y modificaciones en el paisaje (Evangelista, A. et al, 2016, p. 1). Más que todo, porque los “varillales” crecen sobre suelos de arena blanca con alta densidad de árboles y arbustos delgados y de baja estatura (Mendoza; 2007, p.5): En América del sur representan 334,879 km² y en el Perú 4576 km² (Adeney et al 2016, p. 17). El varillal crece en suelos de arena cuarcítica blanca tipo entisol (Vargas-Saboya et al. 2013; p.19). En la selva baja de la Amazonía peruana siempre hay diferencias en la composición de un lugar a otro, siendo influenciada, entre otras causas, por los micro hábitats variados y los factores relacionados con cada uno de ellos (precipitación, temperatura, humedad relativa, fisiografía, dispersores, polinizadores, entre otros) (Zárate et al 2013, p. 79). El bosque varillal alto seco es un ecosistema especial en la amazonia, sobre los cuales el estudio visó determinar los índices más importantes de la variación de la

estructura diamétrica de los árboles, de la densidad, composición florísticas en función del tiempo (índice de valor de importancia), entre otros. Con el que se busca brindar información fundamental de esta comunidad que contiene por lo general árboles delgados, y dar respuesta ¿cuál es el índice de valor de importancia del bosque varillal?, ¿Cuánto es la riqueza en el bosque?, ¿cómo varia el índice de Simpson y el índice de Shannon?; ¿Qué ajuste silviculturales se debe aplicar al bosque irregular del varillal alto seco para que muestre una estructura de un bosque normal con una distribución tipo “j” invertida?, ¿Cuáles el modelo para ajustar en promedio la altura total del árbol en función de la clase diamétrica?, información útil para los silvicultores y en general para todos aquellos que aprovechan los varillales para garantizar su sostenibilidad ecológica, social y económica. Y que desde el punto de vista de la conservación podría mejorar la política de uso de los bosques de varillal alto seco existente existen en la Amazonía para evitar su degradación y de paso mitigar el efecto del cambio climático global que afecta a estos bosques, con consecuencias impredecibles en nuestra sociedad. En la presente investigación se centró en el objetivo de determinar la dinámica de la estructura del bosque de varillal alto seco en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional Allpahuayo-Mishana entre el periodo 2004 al 2017. Y, como objetivos específicos: a) Determinar la riqueza, índice de Shannon, índice de Simpson, IVI del bosque de varillal alto seco en la zona amortiguamiento, b) Determinar la estructura actual del bosque de varillal y su cambio de la estructura con la aplicación de intervenciones silvícolas basado en el aprovechamiento de árboles excedentes en cada clase diamétrica. c) Contrastar la hipótesis de que la riqueza y diversidad del bosque de varillal alto seco en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional Allpahuayo-Mishana, difiere entre las parcelas permanentes desde una perspectiva multitemporal.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Uno de los aspectos importantes para la evaluación del bosque es usar tamaños adecuados de parcelas. Según GFOI (2016, p. 124), las parcelas varían entre 0,01 a 1 ha. Estas grandes también pueden ayudar a establecer la conexión con los datos de teledetección. Las observaciones y mediciones en estas parcelas varían. En el IFN son usados para estimar los parámetros de la población de bosques, incluyendo la producción o el desarrollo relacionado a una precisión considerada. En base al documento técnico Inventario forestal continuo en florestas tropicales: una metodología utilizada por EMBRAPA-CPATU, en la Amazônia Brasileira de Silva y Lopes (1984, p.10), Tello (2004) lo adaptó instalando parcelas permanentes de una (1) hectárea, dividida en 100 sub parcelas de 10x 10 metros cada una. Tamaño que concuerda con las recomendaciones de GFOI (2016, p. 124), de que en inventarios tropicales, las parcelas deben ser de un tamaño de 1 ha para reducir una potencial diferencia debido a la enorme variabilidad. La RAINFOR, en el protocolo de remediación de parcelas Phillips, et al., (2016, p. 2), usan parcelas de una hectárea cada una, que es un tamaño estandarizado, mayor que la escala de eventos típicos de caídas de árboles, pero lo suficientemente pequeño para muestrear detalladamente los stocks y flujos de carbono en estudio. El hecho de usar parcelas de una (1) hectárea, permite contar con una línea base de información para monitorear los impactos potenciales del cambio climático en los ecosistemas forestales, de paso estimar parámetros del área basal, volumen, biomasa y carbono (Acosta et al. 2014, p.6) y proveen estimaciones de cambios en la composición y métricas básicas de los rodales (Hernández, 2015, p.9).

Por otro lado, en el caso del componente arbóreo la separación de los individuos en estratos verticales en estrato inferior, medio o superior o por visitas in situ en las comunidades forestales, para determinar la posición sociológica de cada árbol es muy importante (Callegaro, 2015, p.30). En la ecozona selva baja SERFOR (2016, p.67), tomaron como referencia la altura máxima de los individuos en general para definir la estructura vertical. Establecieron arbitrariamente ocho clases altimétricas cuyos intervalos fueron de cinco metros cada uno, denominado clase altimétrica, además en este bosque de la ecozona selva baja el área basal promedio encontrado (≥ 10 cm dap) fue 21.94 m²/ha con un volumen de 79 m³/ha, y en árboles (≥ 30 cm dap) es 13.75 m²/ha, el volumen promedio de madera fue 128 m³/ha (SERFOR 2016, p.187).

Vela (2013, p.9), encontró en el bosque primario un promedio de 546,36 árboles/ha y en el bosque secundario 579,89 árboles/ha. Existen diferencias en la composición florística entre el bosque primario y secundario, en el primario se registraron 359 especies y de los cuales 60 especies contribuyen con más de la mitad del IVI; en el bosque secundario, de 235 especies identificadas 43 contribuyen con más de la mitad del IVI.

En Jenaro Herrera, Freitas (1996, p. 3), menciona que para los árboles con DAP ≥ 10 cm la composición florística en bosque de terraza baja estuvo conformada por 43 familias botánicas, de las cuales, ocho aportan por lo menos el 50% del peso ecológico total, siendo la familia Lecythidaceae las de mayor presencia con 27,9 % y las de menos presencia las Arecaceae con 12,6%.

Thiago (2014, p.1), encontró una comunidad con dinámica acelerada en la composición florística. La ecozona baja del Perú, según SERFOR (2016, p.86) presentó mayor valor de índice de diversidad equivalente a 4.30 y equidad de Pielou 1.02. *Eschweilera* spp., *Inga* spp., *Pouteria* spp. y *Virola* spp., en conjunto representan más del 12% del total general. Las

familias Fabaceae, Lecythidaceae y Moraceae contaron con mayor peso ecológico y aportaron con 89.54% del total del IVI. *Eschweilera* spp., *Eschweilera coriacea* sobresale por su alto IVI, representando 11 y 12% del IVI total respectivamente.

En cuanto a las variables frecuentemente evaluados, Souza et al. (2012, p. 65), indicaron que en cada parcela se avalúa: 1) identificación botánica de los árboles; 2) DAP; 3) clase de identificación del fuste (CIF); 4) presencia de daños / defectos en el árbol; 5) presencia o no de pudrición; 6) grado de iluminación de la copa; 6) presencia de lianas y 7) coordenadas cartesianas. En las parcelas permanentes, los individuos medidos son plaqueteados e identificados botánicamente a nivel de especie.

En cuanto a la estructura, los parámetros usualmente calculados incluyen densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia para el estrato arbóreo y densidad, frecuencia, categoría de tamaño y regeneración natural total para el estrato regenerante (Callegaro, 2015, p.21).

Los principales variables que se analizan son:

Según Lamprecht (1964:82,83), la abundancia indica el número de individuos de cada especie dentro de la asociación vegetal por una unidad de superficie, bien sea en sus valores absolutos o relativos, referidos al total de árboles registrados; en la dominancia, estos valores se calculan en función al área basal; mientras que la frecuencia indica en cuantas parcelas del área de levantamiento existe una especie. Es absoluta cuando se expresa en porcentaje de las parcelas en que ocurre respecto al total de parcelas (100%) y relativa cuando se calcula el porcentaje en base al total de las frecuencias absolutas.

Para Lamprecht (1990), de acuerdo a las frecuencias absolutas, se acostumbra a reunir las especies en cinco (05) 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.

El llamado Índice de Valor de Importancia (IVI) formulado por Curtis y McIntosh (1950) es calculado para cada especie a partir de la suma de valores relativos de abundancia, dominancia y frecuencia. Con este índice es posible calcular el “peso ecológico” de cada especie 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.

En Louman *et al.* (2001, p.131-153) se encuentra que la topografía influyen en la vegetación, la pendiente puede influir en aspectos del suelo, como la profundidad y en el drenaje, al cual se adaptan las especies forestales.

1.2 Marco Teórico

Sobre la estructura de un bosque, Lima y Leão (2013, p. 70-71), indican que el diámetro constituye la única variable independiente en varias funciones estimativas, tales como en la relación hipsométrica, en la distribución diamétrica y en la estimación del diámetro de la copa.

“En los bosques naturales es importante además, determinar la composición florística y la estructura poblacional de las masas. Las parcelas permanentes de medición son el principal instrumento utilizado para el monitoreo de los principales indicadores de crecimiento y productividad, así como la diversidad forestal y su estructura.” (Pineda, 2014, p.7).

Aun conociendo que “los bosques tropicales de la Amazonía constituyen uno de los ecosistemas más importantes de la tierra y que almacenan alrededor de una quinta parte del carbono que existe en la vegetación terrestre, que procesa anualmente casi tres veces tanto carbono a través de la fotosíntesis y respiración” (Phillips, 2016,p.2), uno de los problemas según García (2014, p. 4) es “el reducido número de parcelas instaladas”; y la poca colaboración del sector académico por la falta de establecimiento de parcelas y la falta de monitoreo de las pocas parcelas instaladas”.

Hidalgo y del Aguila (2013, p. 103), agruparon a los individuos según factores de entorno (parcela permanente, tipo de suelo y condición de drenaje) y rasgos biológicos y ecológicos (gremio funcional y clase diamétrica). Carvalho (2016, p. 25), clasificó a las especies por sus preferencias medioambientales, en grupos ecológicos relacionados con su tolerancia a la luz y a la altura de la capa freática.

Si el bosque es normal, según Callegaro (2015, p.9), presenta distribución diamétrica exponencial negativa, indicando que el bosque tiene capacidad de autorregeneración. Lima y Leão (2013, p. 70-71), los bosques nativos, en general, y los bosques tropicales, en particular, son generalmente designados como teniendo la forma de 'J-invertido', lo que indica un número decreciente de árboles a medida que se aumenta el diámetro

Pero no siempre el bosque es normal, depende de la etapa de sucesión, Thiago (2014, p.1), encontró una comunidad con dinámica acelerada en la composición florística, pero con el mantenimiento temporal de la diversidad y la distribución de las especies entre los grupos ecológicos.

Carvajal-Vanegas y Calvo-Alvarado (2013,p. 1), indican que en los bosques secos tropicales la densidad, estructura y composición florística varían de acuerdo a la etapa de sucesión en la que se encuentre el bosque.

Por otro lado, existe evidencia científica de que las anomalías climáticas afectan severamente a la biodiversidad en diferentes formas y escalas (Morueta et al., 2015, p. 12741), degrada el hábitat y modifica el paisaje (Evangelista et al., 2016).

Melo *et al.* (2017, p.20), evaluaron el hábitat lumínico asociado a la riqueza, abundancia relativa y rareza de especies, así como la dinámica del bosque (mortalidad, reclutamiento y crecimiento diamétrico), fueron correlacionadas con el hábitat lumínico, mostrando diferencias en la arquitectura del dosel y su papel en la captura y absorción de radiación.

Louman (2001 p.131-153), manifiesta que la composición de un bosque está determinada por factores ambientales, por la composición geográfica, clima, suelo y topografía.

1.3 Marco Conceptual

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

Estructura horizontal: Es el análisis del perfil del bosque a partir del área basal de los árboles registrados en el inventario forestal para el área en estudio (Lamprecht, 1990).

Composición florística: Es la relación de especies forestales comerciales que se registrarán en el área de estudio (Lamprecht, 1990).

Abundancia.- Es el número de individuos de una especie dentro de una asociación vegetal (Malleux, 1982).

Dominancia.- Se expresa como valor relativo de la sumatoria de las áreas basales (Malleux, 1982).

Frecuencia.- Mide su dispersión dentro de la comunidad vegetal (Malleux, 1982). También mide la regularidad de la distribución horizontal de cada especie sobre el terreno (Tello, 1995).

Índice de Valor de Importancia.- Muestra la importancia ecológica relativa de cada especie (Malleux, 1982).

Clase diamétrica. Son intervalos establecidos para la medida de diámetros normales. También se refiere a árboles, rollos entre otros, incluidos en dichos intervalos (Tovar, 2000).

Clase altimétrica: son divisiones donde se toman como referencia la altura máxima de los individuos en general y a partir de ello se establecen arbitrariamente las clases altimétricas cuyos intervalos son de cinco metros cada uno (SERFOR, 2016).

CAPITULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES

2.1 Hipótesis de la investigación

Ha: La estructura del bosque basado en la riqueza y diversidad del bosque de varillal alto seco en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional Allpahuayo-Mishana, no difiere entre las parcelas permanentes desde una perspectiva multitemporal.

Ho: La estructura del bosque basado en la riqueza y diversidad del bosque de varillal alto seco en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional Allpahuayo-Mishana, difiere entre las parcelas permanentes desde una perspectiva multitemporal.

2.2 Identificación de variables, indicadores e índices

Variables	Indicadores	Índice
Diámetro del árbol	Diámetro a la altura del pecho	Clase diamétrica
Altura	Altura total del árbol	Clase altimétrica
Diversidad de especies	Composición florística Riqueza	Índice de valor de Importancia Índice de riqueza Índice de dominancia de Shannon Índice de Simpson

CAPITULO III: METODOLOGIA

El estudio se desarrolló dentro del proyecto “dinámica del crecimiento, mortalidad, reclutamiento, diversidad, flujos (CO₂e, H₂O) y retroalimentación dentro del ciclo de carbono y agua en un bosque tropical (Tello, 2017).

3.1 Diseño Metodológico

El estudio es de tipo descriptivo y nivel básico, ya que permite una evaluación simple basada en la recolección sistemática de los datos, con un enfoque cuantitativo. El estudio es de tipo descriptivo y nivel básico.

3.2 Diseño Muestral

Población.- Todos los árboles del bosque de varillal seco con diámetro a altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm localizados en los estratos forestales de colina baja en el área de influencia de la carretera Iquitos Nauta

Muestra.- Todos los árboles con diámetro a altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm que se encuentran de las tres (3) parcelas permanentes de muestreo (PPM) instaladas en el bosque de varillal seco del km 31, en el terreno del OTAE instaladas en el 2004 por la Facultad de Ciencias Forestales (Tello, 2017, p.16).

Específicamente, el área se ubica a la altura del km 31, margen derecho de la carretera Iquitos – Nauta, en el bosque de varillal seco del OTAE que está dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Allpahuayo – Mishana, en el distrito de San

Juan Bautista, provincia de Maynas, Región Loreto, en las coordenadas geográficas de 03° 49' a 03° 59' L.S. y 73° 21' a 73° 30' L.O, y a altitudes comprendidas entre 117 y 120 SNM. (Figura N° 1) (Tello, 2017, p.16).



Figura 1.- Ubicación de las parcelas permanentes de muestreo.

3.3 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados para contrastar la hipótesis se usó el análisis de variancia (ANOVA) y chi cuadrado para determinar la bondad de ajuste de los modelos de regresión entre las variables número de árboles y clase diamétrica, y para relacionar la altura total y clase diamétrica. Para el contraste de los índices de Simpson y Shannon se usó el test de "t" de Student para un nivel de significación $\alpha=0,05$.

3.4 Procedimiento

3.4.1 Instalación de la parcela permanente

Las parcelas permanentes de muestreo 09, 10 y 11 en el varillal seco fueron instaladas en el año 2004 con una (1) hectárea cada una dividida en 100 sub unidades de 100 m² (Figura 02)

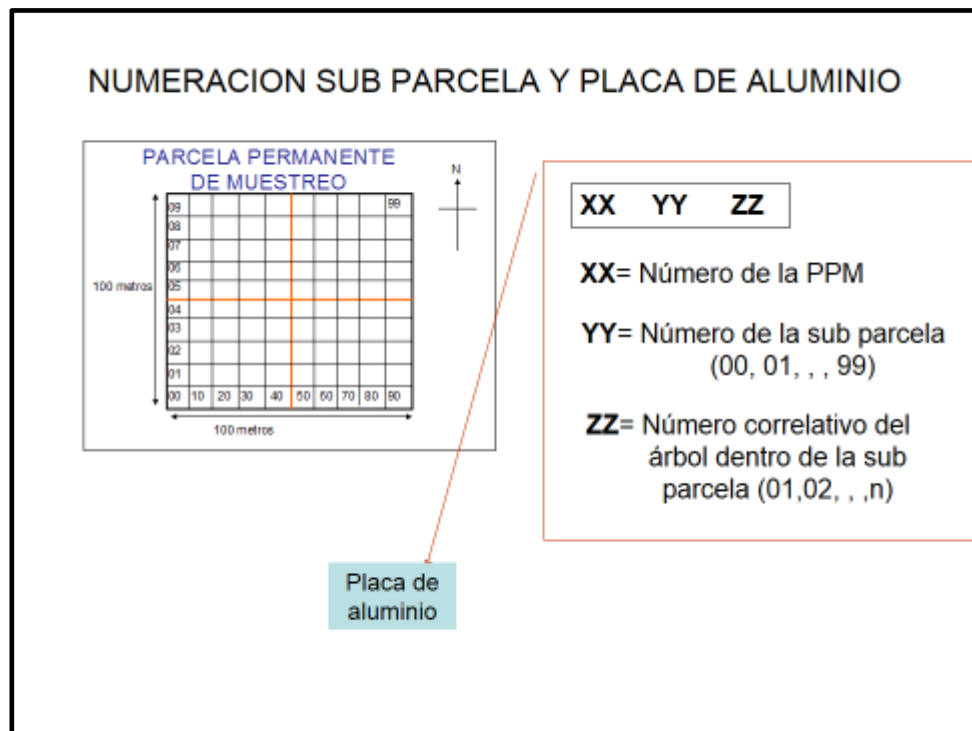


Figura 2.-Diseño de la parcela permanente y características de la placa de aluminio colocados a los árboles (Tello, 2008)

Dentro de las parcelas permanentes, los árboles ($DAP \geq 10\text{cm}$) fueron marcados con pintura amarilla generalmente a la altura del pecho para asegurar que el diámetro se mida en un único lugar. En cada sub parcela los árboles fueron

numerados correlativamente con pintura anticorrosiva amarilla y se colocó una placa de aluminio que identifican al árbol dentro de la sub parcela y la parcela.

3.4.2 Estimación de la variables dasométricas

El diámetro del árbol al tratarse de una remediación fue medido a la altura que se hizo la lectura anterior que fue marcado con pintura amarilla o roja. La altura del árbol fue estimado con un hipsómetro laser.

En ambos casos se realizaron una auditoría en caliente, a través de un muestreo de verificación para determinar el porcentaje de incertidumbre de las mediciones de estas variables, de tal manera que las inconsistencias encontradas fueron verificadas

In Situ

El área basal y el volumen de madera se calcularon con la fórmula siguiente:

$$G = \frac{\pi}{40000} * (DAPcm)^2$$

$$V = G * HT * Fc$$

Dónde:

V= Volumen total del árbol

G= Área Basal

HT= Altura total del fuste

FC= 0,65

3.4.3 Estudio de la estructura y composición del bosque

Cada árbol ($DAP \geq 10\text{cm}$) inventariado en el 2004 fue identificado in situ por un taxónomo del Herbarium Amazonense (AMAZ) y realizó la colecta de material botánico para su identificación posterior.

El diámetro del árbol, fue medido generalmente a la altura del pecho con cinta diamétrica a 1,30 m sobre el suelo (DAP). Mientras que la altura total del árbol correspondió a la longitud entre el ras del suelo y el ápice del árbol.

Cada árbol, fue evaluado anteriormente por su acceso a luz solar cada árbol se clasificó como pleno cuando las copas acceden totalmente a luz solar (iluminación total); intermedio, cuando accede parcial o lateralmente; inferior, cuando accede indirectamente a la luz solar.

En el presente se colectaron datos del DAP, altura total, presencia de lianas, forma de la copa del árbol, iluminación que recibe la copa, daño.

Estos datos se integrarán en una sola base de datos mediante el uso de comando de Excel avanzado a fin de disminuir los errores en esta fase, luego se procedió a la limpieza de la data cruda hasta tener una data lista para el proceso.

Con la data limpia y usando la técnica de agrupamiento de datos mediante la tabla dinámica se generaron tablas de doble entrada, número de árboles, área basal y frecuencia por cada especie para obtener el índice de valor de importancia de la

especies (IVI), que se calcularon usando la fórmula propuesta por (Curtis y Mcintosh; 1950), tal como sigue:

$$IVI = \frac{N + G + F}{3}$$

Como indicador de la riqueza se usaron el número de taxas.

El índice de Simpson fue calculado con la fórmula siguiente:

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \lambda = 1 - \sum p_i^2$$

Este índice indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie (Moreno; 2002:41).

La diversidad de las especies en función de la abundancia se calculara con el índice de Shannon – Wiever (H') (Moreno; 2002:43,44) que tiene la fórmula siguiente:

$$\text{Índice de Shannon – Wiever} = H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (3.5)$$

Donde:

$$p_i = n_i/N \quad (3.6)$$

El índice de Shannon – Wiever, mide el grado promedio de incertidumbre para predecir a qué especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representada por el mismo número de individuos.

Para determinar la frecuencia “Normal” del número de árboles por categoría diamétrica usando el modelo de A. Meyer y calcular la remoción del volumen maderable del bosque, la cual no debe superar el rendimiento del periodo del corte. Se usó el modelo $N = b_0 * e^{-b_1 * CD}$, donde N es el número de árboles normales del bosque y CD es la categoría diamétrica. Entre los principales estadísticos calculados para el modelo por cada año censal, fueron el coeficiente de regresión, R múltiple, R^2 , R^2 corregida, error estándar de la estimación, tabla de análisis de varianza, valores pronosticados.

Supuestos. Represente los datos gráficamente para determinar cómo se relacionan las variables dependientes e independiente (linealmente, exponencialmente, etc.). Los residuos de un buen modelo deben distribuirse de forma aleatoria y normal. Si se utiliza un modelo lineal, se deben cumplir los siguientes supuestos: para cada valor de la variable independiente, la distribución de la variable dependiente debe ser normal. La varianza de distribución de la variable dependiente debe ser constante para todos los valores de la variable independiente. La relación entre la variable dependiente y la variable independiente debe ser lineal y todas las observaciones deben ser independientes

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos consiste en un inventario al 100% de las parcelas permanentes de muestreo a partir de 10 cm de diámetro, para tal efecto se utilizaron formatos de campo adaptados para el estudio, en donde se registraron datos dasométricos de cada árbol (anexo 01).

3.6 Técnica de presentación de resultados

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se presentan en cuadros y gráficos, para una mejor interpretación de las mismas, cuyos datos es la resultante de la aplicación de las diferentes fórmulas estadísticas, con el que se obtuvo valores que permitan decidir si se rechaza la hipótesis nula o la hipótesis alterna. Y se realizaron todas las estadísticas básicas con el SPSS 23.

CAPITULO IV: RESULTADOS

Se registraron 49 especies en la parcela permanente de muestreo (PPM) 9 y 1146 árboles/ha, 71 especies en la parcela 10 y 887 árboles/ha y 66 especies en la parcela 11 y 1033 árboles/ha (Tabla 1). La probabilidad de que dos individuos del bosque varillal alto seco tomados al azar sean de la misma especie fue 0,1573 en la parcela 9, en la parcela 10 fue 0,03944 y en la PPM 11 fue 0,1611 y el índice de Simpson varió entre 0,8389 y 0,9606. Mientras que los valores del índice de Shannon – Wiever fueron 2.473 en la parcela 9, en la parcela 10 fue 3,587 y en la parcela 11 fue 2,621.

Tabla 1. Diversidad e índice de abundancia y dominancia en el bosque varillal alto seco

	Parcela permanente		
	9	10	11
Taxa_S	49	71	66
Individuals	1146	887	1033
Dominance_D	0.1573	0.03944	0.1611
Simpson_1-D	0.8427	0.9606	0.8389
Shannon_H	2.4730	3.5870	2.6210

El contraste del índice de Shannon (tabla 2), muestran que sus índices varía entre parcelas (p same < 0,026), y para el índice de Simpson se encontró diferencia significativa de la abundancia entre el contraste de las parcelas 9 y 10, 10 y 11; pero entre las parcelas 9 y 11 no existe diferencia estadística.

Tabla 2. Contraste de la diversidad del índice de Simpson y Shannon.

Índice de Shannon						
	9	10	9	11	10	11
H:	2.4729	3.5874	2.4729	2.6209	3.5874	2.6209
Varianza:	0.0017962	0.0011661	0.0017962	0.0026616	0.0011661	0.0026616
t:	-20.478		-2.2167		15.623	
df:	2018.1		2054.3		1746.1	
p(same):	7.8861E-85		0.026755		1.3426E-51	
Índice de Simpson						
D:	0.15726	0.039439	0.15726	0.16112	0.039439	0.16112
Varianza:	5.2561E-05	3.1807E-06	5.2561E-05	6.121E-05	3.1807E-06	6.121E-05
t:	15.781		-0.36183		-15.164	
df:	1282.8		2143.8		1139.6	
p(same):	2.0849E-51		0.71752		1.8908E-47	

En la Tabla 3 se ordenaron las especies del bosque varillal alto seco en función al índice de valor de importancia (IVI) de mayor a menor valor para cada especie. En todos los censos la especie más abundante fue *Pachira brevipes* “punga negra”; que en el año 2005 representó el 26,72% del total de árboles; 27,13% en el 2007 y 20,88% en el 2017. Por su dominancia en el área *Pachira brevipes* sobresale como la especie más importante dentro de la cobertura del dosel arbóreo. Esta especie muestra un valor del IVI de 51,71% (año 2005) y 52,30% (año 2007) y en el año 2017 su IVI fue 41,01%, por el aumento de individuos (DAP > 10cm) como el caso de la especie *Dicymbe uaiparuensis* “siete hermanos”, que de un IVI de 22,39 (año 2005) y 24,62%

(año 2007) pasó a 41,01% en el año 2017. En el bosque varillal alto seco prima la asociación *Pachira brevipes*- *Sloanea latifolia* - *Dicymbe uaiparuensis*.

Tabla 3.- Índice de Valor de Importancia (IVI) de las principales especies que contribuyeron con más del 50% del valor total por censo en el bosque varillal alto seco.

Censo	Especie	Abundancia	Dominancia	Frecuencia	IVI
		(%)	(%)	(%)	
2005	<i>Pachira brevipes</i>	26,72	16,84	8,15	51,71
	<i>Sloanea latifolia</i>	9,08	7,83	7,00	23,91
	<i>Dicymbe uaiparuensis</i>	7,54	7,86	7,00	22,39
	<i>Inga</i> sp.	5,38	5,50	5,60	16,47
	<i>Caraipa utilis</i>	4,67	5,15	3,29	13,11
	<i>Diplotropis purpurea</i>	3,53	4,53	4,20	12,25
	<i>Manilkara bidentata</i>	3,57	3,50	4,20	11,27
	<i>Pachira brevipes</i>	27,13	17,13	8,04	52,30
2007	<i>Sloanea latifolia</i>	9,10	8,57	6,99	24,66
	<i>Dicymbe uaiparuensis</i>	8,13	9,50	6,99	24,62
	<i>Inga</i> sp.	5,45	5,77	5,63	16,84
	<i>Caraipa utilis</i>	4,44	4,86	3,30	12,60
	<i>Diplotropis purpurea</i>	3,61	4,42	4,18	12,20
	<i>Manilkara bidentata</i>	3,73	3,61	4,26	11,60
	<i>Dicymbe uaiparuensis</i>	18,07	16,48	7,00	41,55
	<i>Pachira brevipes</i>	20,88	12,42	7,71	41,01
2017	<i>Sloanea latifolia</i>	7,55	8,34	6,61	22,50
	<i>Caraipa utilis</i>	5,02	5,03	3,70	13,75
	<i>Inga</i> sp.	4,02	4,86	4,72	13,60
	<i>Manilkara bidentata</i>	3,86	3,87	4,25	11,98
	<i>Diplotropis purpurea</i>	3,05	3,81	3,86	10,72

En las figuras 03, 04 y 05 se observa que por un incremento en la abundancia de árboles del bosque de varillal alto seco, *Pachira brevipes* entre el año 2005 al 2017 perdió posición en el IVI por un mayor reclutamiento de la especie *Dicymbe uaiparuensis* conocido por los materos como “siete hermanos”, que se caracteriza por desarrollar varios tallos en una sola mata, que compiten entre sí produciéndose la muerte de muchos de ellos. Por lo que se espera que en el futuro se equilibre el bosque.

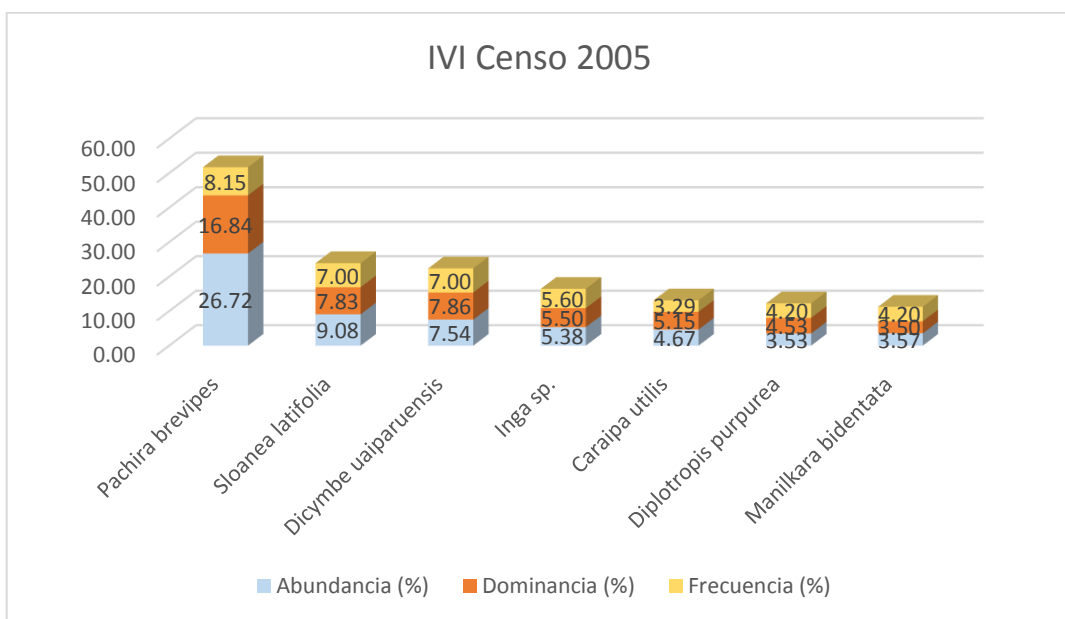


Figura 3.- Diagrama de barras del IVI para las especies que contribuyeron con el 150% del IVI total en el año 2005

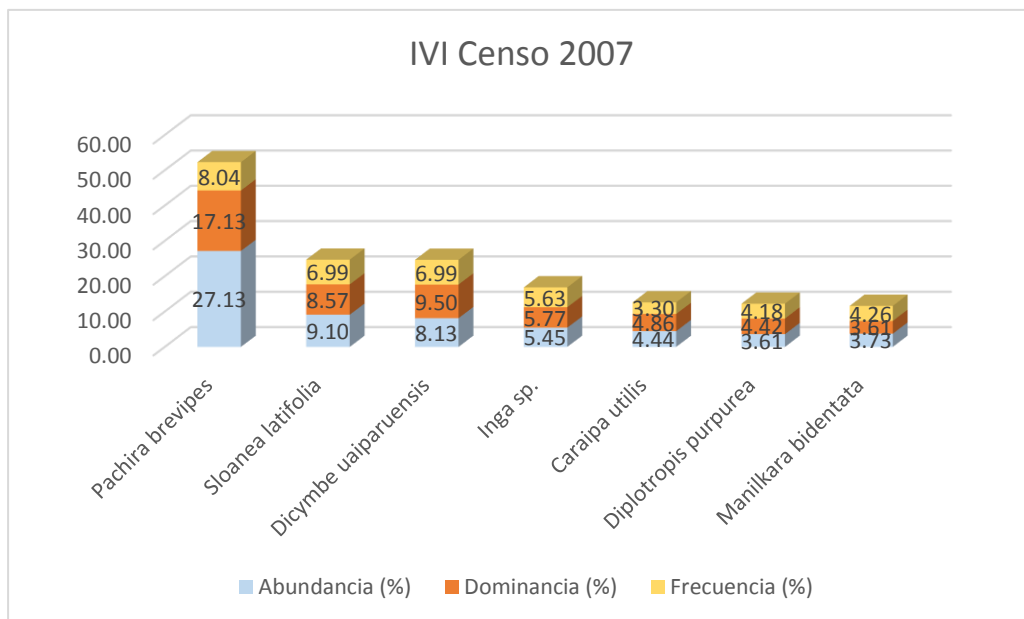


Figura 4.- Diagrama de barras del IVI para las especies que contribuyeron con el 150% del IVI total en el año 2007

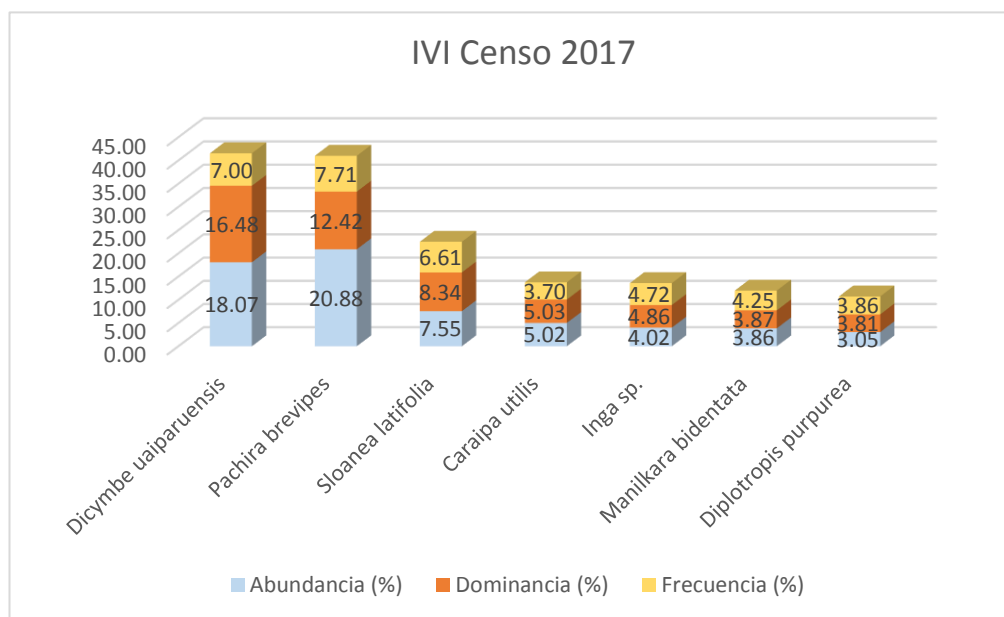


Figura 5.- Diagrama de barras del IVI para las especies que contribuyeron con el 150% del IVI total en el año 2017

La tabla 4, muestra el número de árboles por hectárea (N), altura total promedio (HT), área basal promedio (G) y volumen promedio (V) por clase diamétrica en el bosque varillal alto seco por cada año censal. Estos datos pueden ser usados para estimaciones para la dominancia basimétrica o del potencial forestal del rodal. Entre censos, se observa que en el censo del 2017 se registraron árboles con diámetros (DAP) por encima de 80 cm. A medida que aumenta el diámetro de los árboles, aumenta la altura promedio de los árboles, por lo que en caso de un inventario forestal falte la altura de algún árbol se puede usar el DAP como predictor de la altura.

Tabla 4.- Número de árboles por hectárea (N), altura total promedio (HT), área basal (G) y volumen (V) por clase diamétrica en el bosque varillal alto seco entre censos.

Año (censo)	cd	N	Promedio		
			HT(m)	G(m2)	V(m3)
2005	10	633,330	11,721	0,014	0,108
	20	91,330	16,380	0,043	0,453
	30	20,670	18,518	0,088	1,034
	40	6,000	19,056	0,152	1,835
	50	2,330	20,771	0,221	2,885
	60	2,000	23,050	0,344	5,003
	70	0,330	27,000	0,430	7,303
	80				
	Promedio/árbol		19,499	0,185	2,660
2007	10	645,670	12,008	0,015	0,117
	20	110,670	16,245	0,044	0,459
	30	26,670	18,661	0,089	1,053
	40	7,330	19,605	0,155	1,912
	50	2,330	21,171	0,224	2,977
	60	2,000	23,017	0,338	4,905
	70	0,330	25,400	0,419	6,690
	80	0			
	Promedio/árbol		19,444	0,184	2,588
2017	10	586,000	12,840	0,016	0,137
	20	167,670	15,928	0,045	0,458
	30	50,330	17,807	0,091	1,025
	40	16,330	19,070	0,158	1,914
	50	5,330	20,477	0,225	2,901
	60	2,670	20,684	0,320	4,202
	70	1,000	22,533	0,396	5,585
	80	0,670	25,000	0,523	8,222
	Promedio/árbol		19,292	0,222	3,055

La salida (tabla 6) muestra los resultados de ajustar un modelo potencial para describir la relación entre la Altura total del árbol (HT) y la clase diamétrica del árbol (CD). La ecuación del modelo ajustado fue:

$$\text{Altura total} = 6,51 * \text{DAP}^{0,294}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05; existe una relación estadísticamente significativa entre la altura total del árbol y el diámetro a la altura del pecho (DAP) con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrado indica que el modelo ajustado explica 98,1% de la variabilidad en la altura total. El coeficiente de correlación es igual a 0,99; indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos fue 0,031 (tabla 5).

Tabla 5. Coeficiente de correlación, determinación y error estándar modelo potencial

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
0,990	0,981	0,977	0,031

Tabla 6. Coeficiente del modelo correlación potencial

	Coeficientes				
	Coeficientes no estandarizados		estandarizados		
	B	Error estándar	Beta	T	Sig.
ln(CD)	0,294	,017	,990	17,404	,000
(Constante)	6,510	,406		16,035	,000

Los datos de la tabla 14, sirven con insumo para determinar la frecuencia “Normal” del número de árboles por categoría diamétrica usando el modelo de A. Meyer y calcular la remoción del volumen maderable del bosque, la cual no debe superar el rendimiento del periodo del corte. Se usó el modelo $N = b_0 * e^{-b_1 * CD}$, donde N es el número de árboles normales del bosque y CD es la categoría diamétrica.

La tabla 7, muestra que el modelo de A. Meyer $\ln(N)=\ln(1053,74)-0,116*CD$, es un muy buen predictor del número de árboles normales del bosque, dado que el 96,2% de las variaciones de N normal están relacionadas con la clase diamétrica. La tabla 8 del ANOVA, indica que esta asociación entre el número de árboles y la clase diamétrica es significativa (p valor = 0,000).

La tabla 9 muestra los coeficientes de la ecuación, indicando además que la influencia del coeficiente b1 en el modelo es altamente significativo (p valor = 0,000).

Tabla 7.- Resumen estadístico del modelo A Meyer calculado con datos del censo del 2005

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
0,981	0,962	0,954	0,548

Tabla 8.- Análisis de varianza para el modelo A Meyer calculados con datos del censo 2005

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	37,734	1	37,734	125,449	0,000
Residuo	1,504	5	0,301		
Total	39,237	6			

Tabla 9.- Coeficientes del modelo A Meyer calculados con datos del censo 2005

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.
Cd	-0,116	0,010	-,981	-11,200	0,000
(Constante)	1053,740	488,426		2,157	0,083

$$\ln(N)=\ln(1053,74)-0,116*CD$$

Ecuación exponencial año 2005

Para el año 2008 (tabla 10), el modelo de A. Meyer $\ln(N)=\ln(1280,318)-0,119*CD$, es un muy buen predictor del número de árboles normales del bosque, dado que el 97,3% de las variaciones de N están relacionadas con la clase diamétrica. La tabla 11 del ANOVA, indica que esta asociación entre el número de árboles y la clase diamétrica es significativa (*p valor* = 0,000). La tabla 12 muestra los coeficientes de la ecuación, indicando además que la influencia del coeficiente b1 en el modelo es altamente significativo (*p valor* = 0,000).

Tabla 10.- Resumen estadístico del modelo A Meyer calculados con datos del censo 2007

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
0,986	0,973	0,967	0,470

Tabla 11.- Análisis de varianza para el modelo A Meyer calculados con datos del censo 2007

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	39,369	1	39,369	178,287	0,000
Residuo	1,104	5	0,221		
Total	40,473	6			

Tabla 12.- Coeficientes del modelo A Meyer calculados con datos del censo 2007

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.
Cd	-0,119	0,009	-0,986	-13,352	0,000
(Constante)	1280,318	508,476		2,518	0,053

$$\ln(N)=\ln(1280,318)-0,119*CD$$

Ecuación exponencial año 2007

Para el año 2017 (tabla 13), el modelo de A. Meyer $\ln(N)=\ln(1360,14)-0,106*CD$, es un muy buen predictor del número de árboles normales del bosque, dado que el 99,3% de las variaciones de N están relacionadas con la clase diamétrica. La tabla 14 del ANOVA, indica que esta asociación entre el número de árboles y la clase diamétrica es significativa (p valor = 0,000). La tabla 15 muestra los coeficientes de la ecuación, indicando además que la influencia del coeficiente b1 en el modelo es altamente significativo (p valor = 0,000).

Tabla 13.- Resumen estadístico del modelo A Meyer calculados con datos del censo 2017

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
0,997	0,993	0,992	0,206

Tabla 14.- Análisis de varianza para el modelo A Meyer calculados con datos del censo 2017

	SC	gl	CM	F	Sig.
Regresión	31,387	1	31,387	742,394	0,000
Residuo	0,211	5	0,042		
Total	31,598	6			

Tabla 15.- Coeficientes del modelo A Meyer calculados con los datos del censo del 2017

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.
Cd	-0,106	0,004	-0,997	-27,247	0,000
(Constante)	1360,140	236,361		5,755	0,002

$$\ln(N)=\ln(1360,14)-0,106*CD$$

Ecuación exponencial año 2017

En base en las ecuaciones de las tablas 9, 11 y 15 se estimaron el número de árboles normales que se muestran en la tabla 16, cuya columna lleva el nombre N normal, y el N es el número de árboles inventariados. La diferencia entre el número de árboles censados y el número de árboles Normales figura en la columna 5, donde los valores con signo positivo indican que existe exceso de árboles. Por ejemplo, para el censo 2005 en la clase diamétrica 10 existe 303 árboles/ha que pueden ser extraídos para lograr la estructura ideal del bosque, representan 32,681 m³/ha de madera a extraer. Es decir, se puede extraer hasta 47,9% en esta clase. Incluso se puede autorizar la extracción de árboles más gruesos de tamaño comercial (de 60 a 80 cm de DAP). Se observa que este volumen de corte varía en el tiempo, así en el 2007 en la clase diamétrica de 10 cm fue 29,9 m³/ha y el 2017 fue 15,6 m³/ha a extraer para que el bosque adquiriera una estructura normal (N normal).

Tabla 16.- Número de árboles inventariados (N), Número de árboles estimados fórmula Liocourt (N normal), diferencia de árboles por clase diamétrica, volumen inventariado, volumen de madera estimada fórmula Lioucourt (V normal), volumen de corta (V corta) y porcentaje de corta por clase diamétrica (% corta) en el bosque varillal alto seco

Año	Cd	N	N normal	Diferencia		V normal		Vcorta	% corta
				árb/ha	V(m3/ha)	(m3/ha)			
2005	10	633,330	330,045	303,285	68,246	35,564	32,681	47,888	
	20	91,330	103,374	-12,044	41,367	46,821			
	30	20,670	32,378	-11,708	21,368	33,477			
	40	6,000	10,141	-4,141	11,010	18,609			
	50	2,330	3,176	-0,846	6,731	9,163			
	60	2,000	0,995	1,005	10,006	4,977	5,028	50,256	
	70	0,330	0,312	0,018	2,434	2,276	0,159	6,517	
	80		0,0976	-0,0976			0		
Total		755,990	480,519		161,162	150,887	37,868		
2007	10	645,670	391,154	254,516	75,862	45,958	29,904	39,419	
	20	110,670	119,503	-8,833	50,825	54,884			
	30	26,670	36,510	-9,840	28,079	38,444			
	40	7,330	11,154	-3,824	14,019	21,323			
	50	2,330	3,408	-1,078	6,947	10,146			
	60	2,000	1,041	0,959	9,810	5,107	4,703	47,945	
	70	0,330	0,318	0,012	2,230	2,128	0,102	4,579	
	80	0	0,09718	-0,09718	0	0	0		
Total		795,000	563,185		187,772	177,988	34,709		
2017	10	586,000	471,817	114,183	80,233	64,599	15,634	19,485	
	20	167,670	163,668	4,002	76,727	74,897	1,830		
	30	50,330	56,775	-6,445	51,568	58,167			
	40	16,330	19,694	-3,364	31,255	37,687			
	50	5,330	6,832	-1,502	15,470	19,816			
	60	2,670	2,370	0,300	11,206	9,959	1,247	11,130	
	70	1,000	0,822	0,178	5,585	4,591	0,994	17,792	
	80	0,67	0,285	0,385	5,481	2,345	3,137	57,225	
Total		830,000	722,263		277,525	272,062	22,841		

La tabla 17, muestra el número de árboles por su estructura diamétrica de las especies más abundantes que pueden ser cortadas en el bosque. La columna de la clase diamétrica 10 es la

resultante del número de árbol a cortar a una intensidad de corta del 19,49%, mientras que en las clases diamétrica 20 y 30 no se intervendrá silviculturalmente en vista de que en estas clases existe un déficit de árboles para lograr alcanzar la curva normal. A partir de la Clase 40, 50, 60, 70 y 80 al número de árboles inventariados se le han descontado el 10% que corresponde a árboles semilleros. En el bosque varillal se puede extraer como madera redonda aceite caspi y achiotillo, a razón de 13,8 árboles/ha, Así como maderas para aserrío como quinilla, chontaquiro, moena, pashaco y charapilla. Las demás especies pueden ser usadas para leña o carbón

Tabla 17.- Número de árboles, volumen y porcentaje de corta por especie y uso de la madera en base al censo 2017

Especie	Uso	Nombre común	Clase diamétrica							
			10	20	30	40	50	60	70	80
<i>Pachira brevipes</i>	Leña y carbón	Punga negra	30,786	9,667	4,333	0,900	0,300			
<i>Dicymbe uaiparuensis</i>	Leña y carbón	Siete hermanos	19,810	37,667	9,667	0,600	0,300			
<i>Sloanea latifolia</i>	Redonda	Achiotillo	8,573	13,667	2,667	0,900	0,300	0,074	0,059	
<i>Caraipa utilis</i>	Redonda	Aceite caspi	5,326	10,000	3,333	0,600	0,300			
<i>Inga sp.</i>	Leña y carbón	Shimbillo	3,312	13,000	2,667	0,300	0,300			
<i>Manilkara bidentata</i>	Aserrío	Quinilla	4,611	5,667	1,667	0,300	0,300	0,037		
<i>Diptotropis purpurea</i>	Aserrío	Chontaquiroy blanco	3,053	6,667	1,667	0,300	0,600		0,059	
<i>Tachigali bracteosa</i>	Leña y carbón	Tangarana	2,208	3,667	2,333	1,800	0,300	0,037		0,191
<i>Dendropanax arboreus</i>	Leña y carbón	Mojara caspi	2,663	2,000	0,667					
<i>Haploclathra cordata</i>	Redonda	Boa caspi	2,533	2,000	0,333					
<i>Couepia sp.</i>	Leña y carbón	Sacha parinari	1,754	4,333	0,667	0,300				
<i>Macrobium acaciaefolium</i>	Aserrío	Pashaco	1,819	4,000	0,667					
<i>Symphonia globulifera</i>	Leña y carbón	Brea caspi	1,559	3,333	0,333					
<i>Vatairea guianensis</i>	Aserrío	Mari mari	0,585	3,667	1,667	1,500		0,074	0,059	
<i>Ocotea cernua</i>	Aserrío	Moena	1,494	0,667	1,000	0,900	0,300			
<i>Dipterex micrantha</i>	Aserrío	Charapilla	0,779	3,333	2,000		0,600	0,037		
Total N/ha			90,865	123,333	35,667	8,400	3,600	0,260	0,178	0,191
Total V (m ³ /ha)			12,441	56,438	36,544	16,077	10,449	1,090	0,994	1,560
% corta			19,49			90	90	11,13	17,79	57,23

CAPITULO V: DISCUSIONES

El estudio realizado en el bosque del varillal alto seco, según Mendoza (2007, p. 5) “los “varillales” son bosques que crecen sobre suelos de arena blanca. Tienen una alta densidad (cantidad) de árboles y arbustos, que en su mayoría son muy delgados y de baja estatura, donde escasean las sogas y las hierbas”.

Por el contraste de la abundancia y dominancia de las especies realizado a los índices de Shannon y Simpson (tabla 2), el bosque del varillal alto seco es heterogéneo entre parcelas, (p same $< 0,026$); registrándose 49 especies en la parcela 9 y 1146 árboles/ha, 71 especies en la parcela 10 y 887 árboles/ha y 66 especies en la parcela 11 y 1033 árboles/ha (tabla 1). La variación en bosque varillal, contribuye a la heterogeneidad del hábitat en general y juega un papel importante en la diversidad beta en la Amazonía (Adeney et al 2016; p. 17). La diversidad es variada (tabla 3), mostrando un índice de Simpson entre 0,8389 y 0,9606. Por los valores del índice de Shannon – Wiever el bosque varillal alto seco, tiene una diversidad media con un índice de 2,473 en la parcela 9, en la parcela 10 fue 3,587 y en la parcela 11 fue 2,621; Zarate et al (2015, p. 134) indica que en estos bosques la diversidad alfa está entre mediana a baja, o la reportado por Gallardo (2015 pp 84) cuyo índice de diversidad de Shannon fue 2,01; valores que son muy inferiores al promedio de los otros tipos de bosques primarios de la ecozona baja del Perú, según SERFOR (2016, p.86) presentó mayor valor de índice de diversidad equivalente fue 4.30.

La probabilidad de que dos individuos del bosque varillal alto seco tomados al azar sean de la misma especie fue 0,1573 en la parcela 9 de 1146 árboles/ha y 71 especies, en la parcela 10 fue 0,03944 y en la PPM 11 fue 0,1611. Esto explica los resultados del índice de valor de importancia (IVI), donde en los censos (2005, 2007 y 2017) prima la asociación *Pachira brevipes*- *Sloanea latifolia* - *Dicymbe uaiparuensis*. Este resultado es similar al reportado

por Panduro (2008, p.13), quien en el bosque varillal alto seco encontró que prima la asociación, *Pachira brevipes*, *Sloanea latifolia*, *Dicymbe uaiparunensis*, *Inga sp*, *Caraipa utilis*. En este bosque encontró un promedio de 748,44 árboles ha-1 registró 90 especies y 26 familias. Mientras, que Trigoso (2011, p. 4) encontró que la asociación en este bosque fue *Pachira brevipes* - *Sloanea latifolia*- *Dicymbe uaiparuensis*- *caraipa utilis*- *Inga sp.*- *Diptotropis purpurea*- *Manilkara bidentata*- *Tachigali bracteosa*. ZARATE et al (2015, p. 133), encontró que las especies con mayor porcentaje de individuos fueron: *Pachira brevipes* (26.27%), *Caraipa utilis* (17.90%), *Dicymbe uaiparuensis* (13.27%), *Dendropanax umbellatus* (3.28%), *Sloanea spathulata* (2.52%), *Ternstroemia klugiana* (2.30%), *Haploclathra cordata* (2.28%), *Parkia igneiflora* (1.20%), *Emmotum floribundum* (1.06%), *Ravenia biramosa* (1.04%) entre otras. Gallardo (2015 p 84) indica que la estructura del bosque estuvo representada por 1002 individuos por hectárea.

Tres son las especies más importantes del bosque según el IVI estuvo representada por *Caraipa utilis* (78,72%), *Pachira brevipes* (56,54%), *Dicymbe uaiparuensis* (41,98%), las mismas fueron las más abundantes, frecuentes y dominantes.

La especie *Pachira brevipes* entre el año 2005 al 2017 perdió posición en el IVI por un mayor reclutamiento de la especie *Dicymbe uaiparuensis* “siete hermanos”, que se caracteriza por desarrollar varios tallos en una sola mata, que compiten entre sí produciéndose la muerte de muchos de ellos, Fine et al (2010, p. 287) encontraron que la especie más común en general fue *Pachira brevipes*. Por lo que se espera que en el futuro se equilibre el bosque (figuras 03, 04 y 05). Esto indica que se puede aprovechar los árboles antes que mueran, para ello es necesario realizar estimaciones del volumen normal que debería tener el bosque contra lo que actualmente tiene. Los excedentes pueden ser aprovechados como madera redonda que son usados para la construcción de viviendas tanto en la zona urbana y peri urbana de la ciudad de Iquitos y distritos circundantes (tabla 4). Sobre el particular Oñate-Calvín et al (2013, p. 64) indican

que estos bosques presentan ciertas ventajas en vista de sus posibilidades de gestión sustentable debido a un alto porcentaje de especies comerciales (26 %), a la clara dominancia de un pequeño grupo de especies, la mayoría de ellas (67%) con interés comercial. Entre censos, se observa que en el censo del 2017 se registraron árboles con diámetros (DAP) por encima de 80 cm. A medida que aumenta el diámetro de los árboles, aumenta la altura promedio de los árboles, por lo que se puede usar el DAP como predictor de la altura $Altura\ total = 6,51 * DAP^{0,294}$, con un valor-*P* en el ANOVA menor que 0,05; la relación entre la altura total del árbol y el diámetro a la altura del pecho (DAP) es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95,0%; donde el estadístico R-Cuadrado indica que el modelo ajustado explica 98,1% de la variabilidad en la altura total (tabla 5).

Visto que los bosques tipo varillal están compuestos por árboles generalmente delgados, el manejo forestal clásico basado en los diámetros mínimos de corta no se pueden aplicar a estos bosques por el bajo volumen maderable con DAP maduro, y como estos están siendo aprovechados como madera redonda es necesario revisar la filosofía clásica de ordenación de bosques aplicado a este tipo de bosques; pues, Oñate-Calvín et al (2013, p.64), indicaron que estos bosques que el hecho de que los fustes potencialmente aprovechables sólo suponen el 17% del área basimétrica total, no es necesario aplicar técnicas de aprovechamiento de impacto reducido, puesto que los pies aprovechados son de pequeño diámetro, que no se utiliza maquinaria y que el transporte se realiza únicamente a hombros y/o por flotación. Donde podemos intervenir en diferentes etapas, siempre garantizando la estructura normal del bosque, siendo indispensable determinar la frecuencia “Normal” del número de árboles por categoría diamétrica usando el modelo de A. Meyer y calcular la remoción del volumen maderable del bosque, la cual no debe superar el rendimiento del periodo del corte (Hernandez, 2014, p. 32)). Es común que en los bosques irregulares, el volumen anual a extraer, se controla por reglas o normas basadas en principios silvícolas, como:

especificación de especies a favorecer, eliminación del arbolado sobre maduro o enfermo (decadente), asegurar un número suficiente de árboles semilleros, ejecución de limpiezas para favorecer la regeneración, fijación de un diámetro de corta, etc. Autor (Hernandez 2014; p. 32).

Para ello se tomó como parámetro el número de árboles presentes por cada categoría diamétrica y por regresión lineal simple se calcularon el número de árboles que deben existir teóricamente (árboles normales) en cada categoría diamétrica (Hernandez 2014; p.33), el modelo se traduce en $N = b_0 * e^{-b_1 * CD}$

Para el año 2005 el modelo de A. Meyer muestran $\ln(N)=\ln(1053,74)-0,116*CD$, explica que el 96,2% de las variaciones de N normal están relacionadas con la clase diamétrica (ANOVA, *p valor* = 0,000). Para el año 2008, el modelo $\ln(N)=\ln(1280,318)-0,119*CD$, explica el 97,3% de las variaciones de N y para el año 2017 el modelo $\ln(N)=\ln(1360,14)-0,106*CD$, explica el 99,3% de las variaciones de N están relacionadas con la clase diamétrica (tablas 9, 10 y 11).

Para cada inventario forestal se debe calcular el modelo y a partir de ello estimar el número de árboles normales (tabla 16), o N normal, para contrastarlo con el número de árboles inventariados en cada censo. Si la diferencia entre el número de árboles censados y el número de árboles Normales tienen signo positivo existe excedente de árboles que pueden extraerse. Los resultados muestran que en la clase diamétrica de 10 a 20 cm se concentran la mayor excedencia de maderas y algunas maderas gruesas (DAP>50 cm) que pueden ser extraídas dejando el 10% de los árboles semilleros. El potencial de aprovechamiento del bosque varía mucho dependiendo de la tasa de mortalidad y reclutamiento en el tiempo. Según el censo de finales del año 2017 (tabla 17), los árboles comprendidos en la clase diamétrica 10 a 19,99 cm puede soportar hasta una intensidad de corta de 19,49%, entre 20 y 40 cm existe un déficit de árboles para lograr alcanzar la curva normal; para acelerar el crecimiento de los

árboles de esta clase se puede aprovechar los árboles con DAP > 50 cm donde se han producido excedentes en el número de árboles. Bajo esta óptica en el bosque varillal se puede extraer como madera redonda aceite caspi y achiotillo, a razón de 13,8 árboles/ha, y maderas para aserrío como quinilla, chontaquiro, moena, pashaco y charapilla. y si fuera el caso las demás especies pueden ser usadas para leña o carbón

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

1. Se registraron 49 especies en la parcela permanente de muestreo (PPM) 9 y 1146 árboles/ha, 71 especies en la parcela 10 y 887 árboles/ha y 66 especies en la parcela 11 y 1033 árboles/ha.
2. El índice de Simpson varió entre 0,8389 y 0,9606. Los valores de diversidad, calculada con el índice de Shannon – Wiever fue 2,473 en la parcela 9, en la parcela 10 fue 3,587 y en la parcela 11 fue 2,621, indicando que la diversidad varía entre parcelas (p same $< 0,026$), y en cuanto al índice de Simpson se encontró diferencia significativa de la abundancia entre el contraste de las parcelas 9 y 10, 10 y 11; pero entre las parcelas 9 y 11 no existe diferencia estadística.
3. En el censo del año 2005, 2007 y 2017 la especie más abundante en el bosque varillal alto seco fue *Pachira brevipes* “punga negra”; en el año 2005 representó el 26,72% del total de árboles; 27,13% en el 2007 y 20,88% en el 2017. En el bosque varillal alto seco prima la asociación *Pachira brevipes*- *Sloanea latifolia* - *Dicymbe uaiparuensis*.
4. *Pachira brevipes* entre el año 2005 al 2017 perdió posición en el IVI por un mayor reclutamiento de la especie *Dicymbe uaiparuensis* conocido por los materos como “siete hermanos”, que se caracteriza por desarrollar varios tallos en una sola mata, que compiten entre sí produciéndose la muerte de muchos de ellos. Por lo que se espera que en el futuro se equilibre el bosque.
5. Para estimar la altura total de los árboles se puede usar el modelo potencial a partir de la medición del DAP de los árboles, cuyo modelo ajustado fue: $Altura\ total = 6,51 * DAP^{0,294}$
6. Para estimar la cantidad de árboles normales para obtener la curva normal de un bosque irregular se han utilizado las ecuaciones de A. Meyer siguientes

$$\text{Año 2005 } N = 1053,74 * e^{-0,116*CD}$$

$$\text{Año 2008 } N = 1280,318 * e^{-0,119*CD}$$

$$\text{Año 2017 } N = 1360,14 * e^{-0,106*CD}$$

7. Basado en las ecuaciones de A. Meyer con el censo 2005 se encontró que en la clase diamétrica 10 existe un mayor número de árboles (303 árboles/ha) que pueden ser extraídos del varillal, que representan un volumen de madera de 32,681 m³/ha a extraer en esta clase diamétrica. Se puede autorizar la extracción de árboles más gruesos de tamaño comercial como ocurre en la clase diamétrica comprendido entre 60 a 80 cm de DAP. En el 2007 para la clase diamétrica de 10 cm fue 29,9 m³/ha y el 2017 15,6 m³/ha a extraer para que el bosque adquiriera una estructura normal (N normal). Pudiéndose deducir que en el bosque varillal se pueden aprovechar principalmente especies que tienen uso de madera redonda cuyo diámetro varía entre 10 a 20 cm.
8. En el bosque varillal se puede extraer como madera redonda aceite caspi y achiotillo, a razón de 13,8 árboles/ha, así como maderas para aserrío como quinilla, chontaquiro, moena, pashaco y charapilla 5,3 m³/ha. Las demás especies pueden ser usadas para leña o carbón

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

- 7.1 Usar el modelo de Meyer en otros tipos de bosques a fin de determinar su eficiencia con el método de manejo forestal aprobado para el Perú, y de paso realizar innovaciones en los planes de manejo forestal clásico, en vista de que están orientadas al aprovechamiento de árboles con DAP superiores a 40 cm.

- 7.2. Aprovechar las maderas de los varillales porque tienen excedentes en las clases diamétricas comprendido entre 10 a 30 cm, favoreciendo los árboles con valor comercial en el mercado, siempre en cuanto se confirme que existe excedentes de árboles en función a modelo matemático propuesto por A. Meyer.

- 7.3 En los bosques del varillal alto seco, se pueden solicitar la autorización DEMA para aprovechar los varillales en vista de que generalmente mueren siendo árboles delgados (< 30 cm), la misma que desde el punto de vista de mitigación del cambio climático global pueden ser usados como madera redonda en las construcciones rurales, con el que se aumenta la conservación de la biomasa, evitando emisiones de CO₂e.

CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- ACOSTA, M. M, Carillo A. F, Delgado, D., Velasco, B. E (2014) Establecimiento de parcelas permanentes para evaluar impactos del cambio climático en el Parque Nacional Izta-Popo. Rev. Mex. Cien. For. Vol. 5 Núm. 26 Riqueza florística.
- ADENEY, J. M, NORMAN L. CHRISTENSEN, ALBERTO VICENTINI, AND MARIO COHN-HAFT (2016). White-sand Ecosystems in Amazonia. BIOTROPICA 48(1): 7–23 2016. Doi 10.1111/btp.12293
- CALLEGARO, R, M.. (2015). ESTRUTURA DE COMUNIDADES E DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NO SUL DO BRASIL. TESE DE DOUTORADO. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Florestal, RS, Brasil. 135 p
- CARVALHO, JOEMA. (2016). Dinâmica de uma floresta aluvial no sul do Brasil / Joema Carvalho. - Curitiba,2016. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal 119 f. il.
- CARVAJAL-VANEGAS. D. Y JULIO CESAR CALVO-ALVARADO 2013. Tasas de crecimiento, mortalidad y reclutamiento de vegetación en tres estadios sucesionales del bosque seco tropical, Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica) Volumen 10, n°25, Julio, 2013 ISSN: 2215-2504.
- CURTIS, J. F. y R. P MCINTOSH (1950). The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology. 31:434-450.
- EVANGELISTA, A., LUDOVICO FRATE, MARIA LAURA CARANZA FABIO ATTORRE GIOVANNI PELINO AND ANGELA STANISCI (2016). Changes in composition, ecology and structure of high-mountain

vegetation: a re-visitation study over 42 years. *AoB Plants* v.8. doi: 10.1093/aobpla/plw004.

FREITAS, L. (1996). Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de terrazas bajas en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía peruana. Documento técnico N° 26. IIAP. Iquitos, Perú. 77 p.

FINE, P V. A, ROOSEVELT GARCÍA-VILLACORTA, NIGEL C. A. PITMAN, ITALO MESONES, AND STEVEN W. KEMBEL.(2010). A Floristic Study of the White-Sand Forests of Peru. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 97(3):283-305. 2010.

GALLARDO G. G. P. 2015. Estructura y diversidad florística de un bosque sobre arena blanca (varillal) en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Iquitos-Perú. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Iquitos- Perú. 95 p

GARCÍA, A. A. L. (2014). Diagnóstico de la información concentrada en el instituto nacional de bosques de parcelas permanentes de medición forestal en bosque natural de coníferas en guatemala, C.A.156 p.

GFOI. (2016). Integración de las observaciones por teledetección y terrestres para estimar las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en los bosques: Métodos y Orientación de la Iniciativa Mundial de Observación de los Bosques, Edición 2.0, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma. 236 p.

HERNÁNDEZ, S. J. (2014). Ordenación forestal. Curso regional: Regulación, manejo y salud forestal; Chihuahua. México.
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2014/CD001804.pdf>. 1-79 p.

- HERNÁNDEZ, S. G. 2015. Monitoreo a largo plazo del bosque natural del Parque Nacional Guanacaste: estudio sobre dinámica y composición. Universidad nacional de Costa Rica. INISEFOR. Presentación Junio. http://www.una.ac.cr/observatorio_ambiental/.
- HIDALGO P.C.G.Y JHON DEL AGUILA PASQUEL. (2013). Patrones de crecimiento diamétrico y flujo de carbono arbóreo en un bosque de penillanura de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto, Perú, Tesis título profesional de biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 148 p.
- LAMPRECHT, H. (1964). Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur oriental del bosque universitario “El Caimital”. Estado Barinas. Revista Forestal Venezolana. 6(10-11):77-106p.
- 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 – p. Alemania. Traducido por Antonio Garrido. Gottingen, Alemania. 335 p.
- LIMA J.P, JOÃO RICARDO AVELINO LEÃO. (2013). Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativa e Plantada na Amazônia Sul Ocidental. Floresta e Ambiente 2013 jan./mar.; 20(1):70-79. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.065>
- LINDORF, H., L. DE PARISCA y P. RODRÍGUEZ. (1991). Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 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.

- MALLEUX, J. (1982). Inventario Forestal en Bosques Tropicales. Lima, Universidad Nacional Agraria la Molina. 414 p.
- MELO, O., FERNANDEZ-MÉNDEZ, F. & VILLANUEVA, B. (2017). Hábitat lumínico, estructura, diversidad y dinámica de los bosques secos tropicales del Alto Magdalena. Colombia Forestal, 20(1),19-30
- MENDOZA, R.R. E. (2007). Varillal, Bosques que dan para vivir. IIAP, Proyecto BIODAMAZ, Iquitos. 36 p.
- MORENO, C. E. (2002). Métodos para medir la biodiversidad. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). 1-83p.
- MORUETA-HOLME N., ENGEMANN K., SANDOVAL P., JONAS J., SVENNING J., 2015. Strong upslope shifts in Chimborazo’s vegetation over two centuries since Humboldt. PNAS 112: 12741-12745. Proc Natl Acad Sci U S A. 2015 Oct 13; 112(41): 12741–12745.
- OÑATE-CALVÍN, R. SAN MIGUEL-AYANZ, A., ORENSANZ-GARCÍA, J., SALAZAR-VEGA, A.A., ROIG-GÓMEZ, S. 2013. Amazonian White-Sand Forest: A Black Future. BOIS T FORÊTS DES TROPIQUES, 2013, N° 3 1 5 (1):63-72.
- PADILLA, J. 1990. Inventarios Forestales del Bosque de Payorote – Nauta. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – UNAP – FIF. Loreto, Perú. 49 p.
- PANDURO T. R. M. (2008). Estructura, crecimiento, composición florística y potencial forestal del bosque varillal alto seco en la Reserva Allpahuayo – Mishana. Iquitos-Perú, con fines de manejo sostenible, 2007-2008. Tesis Doctorado. Universidad Nacional de Trujillo. 1-75 p.
- PINEDA C. P.A (2014). “Análisis del sistema de parcelas permanentes de medición en los bosques de Guatemala”. Guatemala. 1-63p

- PHILLIPS, O, TIM BAKER, TED FELDPAUSCH AND ROEL BRIENEN 2016. Manual de Campo para la Remedición y Establecimiento de Parcelas. The Royal Society. Primera edición, 2001/esta edición 2016. RAINFOR. 20p
- SERFOR. 2016. Primer informe parcial del inventario nacional forestal y de fauna silvestre. 2016 – Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. La Molina, Lima, Perú. 271p.
- SILVA, J. N. M.; LOPES, J. do C. A. Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela EMBRAPA-CPATU na Amazônia brasileira.. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. 36 p. (EMBRAPA-CPATU. (Documentos, 33).
- SOUZA, CINTIA RODRIGUES DE (2012). Dinâmica de carbono em floresta explorada e em floresta nativa não explorada na Amazônia / Cintia Rodrigues de Souza.--- Manaus. Tese (doutorado) --- INPA, Manaus, 115 f. : il. color.
- TELLO, E. R. 1996. Plan Estratégico para el desarrollo del área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta: Estudios de los Recursos Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – UNAP – FIF. Loreto, Perú. 56 p.
- TELLO, R. (1995). Caracterización ecológica por el método de sextantes de la vegetación arbórea de un bosque tipo varillal de la zona de Puerto Almendras. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos-Perú. 104 p.
- TELLO E. R. (2004). Instalación de parcelas permanentes de muestreo (ppm). Documento técnico N° 02. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 1-15 p
- TELLO E. R. (2008). Estructura, composición, crecimiento y potencial del bosque aluvial del río Nanay, Iquitos - Perú, con fines de manejo sostenible, 2007-2008. Tesis Doctorado. Universidad Nacional de Trujillo. 1-126 p.
- TELLO E. R. (2017). Dinámica del crecimiento, mortalidad, reclutamiento, diversidad, flujos (CO₂e, H₂O) y retroalimentación dentro del ciclo de carbono y agua en un

bosque tropical. Proyecto de investigación. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 51 p

THIAGO AYRES LAZZAROTTI ABREU, JOSÉ ROBERTO RODRIGUES PINTO & HENRIQUE AUGUSTO MEWS. (2014). Variações na riqueza e na diversidade de espécies arbustivas e arbóreas no período de 14 años em uma Floresta de Vale, Mato Grosso, Brasil. *Rodriguésia* 65(1): 073-088. 2014.

TOVAR, A. (2000). Diccionario ecológico, forestal, ambiental, recursos naturales y conservación. CONCYTEC. Lima-Perú. 320 p.

TRIGOSO A. P (2011). Regeneración natural de especies forestales en un bosque varillal seco, en la reserva nacional Allpahuayo Mishana, carretera Iquitos - Nauta. Loreto, Perú. Tesis para optar el título de ingeniero forestal. 1-90

VARGAS-SABOYA, V, PANDURO-RENGIFO, D. Y FALCÓN-COMETIVOS. J . (2012). Estudio de la estructura basimétrica del estrato superior de un bosque varillal húmedo en Loreto. *Ciencia amazónica* (Iquitos) 2013, Vol. 3, No. 1, 19-23. <http://dx.doi.org/10.22386/ca.v3i1.48>

VELA, G. D.. (2013). Composición Estructural de un bosque primario y un bosque secundario de 12 años en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos-Perú. 56 p.

ZÁRATE, G. R.; MORI, T. J. Y MACO, G, J. T. (2013). Estructura y composición florística de las comunidades vegetales del ámbito de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto-Perú. *Folia Amazónica*. Vol 22(1-2): 77-89

ZARATE G. R, MORI, V. T.J, RAMIREZ A. F.F., Hilda Paulette DAVILA DOZA, George GALLARDO G.P, COHELLO H. G (2015). Lista actualizada y clave para la identificación de 219 especies arbóreas de los bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto, Perú. *Acta Amazónica* VOL. 45(2) 2015: 133 – 156. ISSN 0044-5967. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201402922>

ANEXO

ANEXO 01. FORMATO DE CAMPO PARA LA COLECTA DE DATOS

FICHA 01. Formulario para el registro de datos de los árboles en una PPM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

FICHA DE CAMPO PARA PARCELAS PERMANENTES Y TEMPORALES
ÁRBOLES

DAP ≥ 10 CM

MIEMBROS DEL EQUIPO **FECHA: 27/ 07/2017**

TOT AREA TRAT AÑO TAM SUB CLAS BLOQUE PARC
 SUBP

REG INVES. SILV. DE PARC PARC BOSQ

NR O	CI F	NOMBRE VULGAR	G R U P O	F R A E	G E	E S S	T S	DA P	H T	Cop a llum i	CO For ma	D A Ñ O	FF	L I A N A

ANEXO 02

Toma de datos en las parcelas

