



UNAP

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

TESIS

**“DINÁMICA DEL CRECIMIENTO DE ÁRBOLES INDIVIDUALES DEL BOSQUE DE
VARILLAL SECO EN LA RESERVA NACIONAL ALLPAHUAYO - MISHANA,
IQUITOS, PERÚ. PERIODO 2004 - 2017”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES**

**PRESENTADO POR:
LIZZETH CATALINA SÁENZ CASTRO
ASESOR:
ING. RODIL TELLO ESPINOZA, DR.**

**Iquitos, Perú
2019**

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

Facultad de
Ciencias Forestales

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 875

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por la bachiller **LIZZETH CATALINA SÁENZ CASTRO**, titulada: "DINÁMICA DEL CRECIMIENTO DE ARBOLES INDIVIDUALES DEL BOSQUE DE VARILLAL SECO EN LA RESERVA NACIONAL ALLPAHUAYO – MISHANA, IQUITOS, PERÚ. PERIODO 2004 - 2017"; formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

Lo declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificada:

APTA

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

Iquitos, 05 de abril 2019

Ing. RICHIE RIOS ZUMAETA, Dr.
Presidente

Ing. ROBERTO ROJAS RUIZ, M.Sc.
Miembro

Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.,
Miembro

Ing. RODIL TELLO ESPINOZA, Dr.
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ECOLOGIA DE
BOSQUES TROPICALES

TESIS

“DINÁMICA DEL CRECIMIENTO DE ÁRBOLES INDIVIDUALES DEL BOSQUE DE
VARILLAL SECO EN LA RESERVA NACIONAL ALLPAHUAYO-MISHANA,
IQUITOS, PERÚ. PERIODO 2004-2017” del bachiller, LIZZETH CATALINA
SAENZ CASTRO, de la Escuela de Ingeniería en Ecología de Bosques
Tropicales, (Aprobado el 05 de abril del 2019 según Acta de Sustentación

n°875)

A mis padres, profesores y a mi asesor por el apoyo que me dieron y por enseñarme a
ser "persona", con valores, principios y profesionalidad. Por su comprensión, por
darme firmeza y fuerzas, para tener la capacidad de superar todo lo que se me presente.

Ing. RICHER RIOS ZUMAETA, Dr.

Presidente

REG.CIP: N° 50411

Ing. ROBERTO ROJAS RUIZ, M.Sc.

Miembro

REG.CIP: N°30861

Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.

Miembro

REG.CIP: N° 86706

Ing. Rodil Tello Espinoza, Dr.

Asesor

REG.CIP: N° 27840

DEDICATORIA

A mis padres, profesores y a mi asesor por el apoyo que me dieron y por enseñarme a ser “persona”, con valores, principios y perseverancia. Por su comprensión, por darme firmeza y fuerzas, para terminar, mí estudio.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por guiarme durante este camino de nuevos conocimientos y por darme la oportunidad de fortalecerme en temas de gran importancia para nuestra labor profesional culminando este período de estudio, trabajo y arduo esfuerzo en compañía de nuestros compañeros y maestros, quienes también fueron un gran sustento.

Que, a pesar de contratiempos y tropiezos, nos brindaron una mano para seguir adelante y no desmayarnos en el camino.

INDICE

| | PAG. |
|---|------|
| PORTADA | I |
| ACTA DE SUSTENTACION | II |
| JURADO | III |
| DEDICATORIA | IV |
| AGRADECIMIENTO | V |
| INDICE | VI |
| INDICE DE TABLAS | VII |
| INDICE DE FIGURAS | X |
| RESUMEN | XI |
| ABSTRACT | XII |
| INTRODUCCION | 1 |
| CAPITULO I: MARCO TEORICO | 3 |
| 1.1 Antecedentes | 3 |
| 1.2 Bases Teóricas | 6 |
| 1.3 Definición de términos básicos | 7 |
| CAPITULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES | 9 |
| 2.1 Hipótesis de la investigación | 9 |
| 2.2 Variables y su operacionalización | 9 |
| CAPITULO III: METODOLOGIA | 10 |
| 3.1 Diseño metodológico | 10 |
| 3.2 Diseño muestral | 10 |
| 3.3 Procedimiento de recolección de datos | 12 |
| 3.4 Procesamiento y análisis de datos | 14 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS | 15 |
| CAPITULO V: DISCUSIÓN | 42 |
| CAPITULO VI: CONCLUSIONES | 47 |
| CAPITULO VII: RECOMENDACIONES | 49 |
| CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN | 50 |
| ANEXO | 54 |

INDICE DE TABLAS

| | PAG. |
|--|------|
| Tabla 1: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística para el área basal y volumen del bosque varillal seco entre censos. | 15 |
| Tabla 2: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística del área basal y volumen del bosque varillal seco entre parcelas. | 16 |
| Tabla 3: ANOVA para el área basal y volumen del bosque varillal seco entre parcelas permanentes (PPM) y censos (año). | 16 |
| Tabla 4: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística del incremento medio anual (IMA) según abundancia de los árboles y periodo inter censal. | 17 |
| Tabla 5: ANOVA del incremento media anual (cm/año) según la abundancia de los árboles y periodo inter censal. | 18 |
| Tabla 6: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística del incremento medio anual (IMA) según abundancia de los árboles. | 18 |
| Tabla 7: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística del incremento medio anual (IMA) según periodo inter censal | 19 |
| Tabla 8: Incremento medio anual (cm/año), desviación estándar (D.E) y N/ha de especies con abundancia alta de árboles en el bosque varillal seco por periodo inter censal. | 19 |
| Tabla 9: Incremento medio anual (cm/año), desviación estándar (D.E) y densidad (N/ha) de especies con abundancia media de árboles en el bosque varillal seco por periodo inter censal. | 20 |
| Tabla 10: Incremento medio anual (cm/año), desviación estándar (D.E) de las especies con densidad (N/ha) baja de árboles por periodo inter censal. | 21 |
| Tabla 11: Incremento medio anual (cm/año), desviación estándar (D.E) y especies con escasa densidad (N/ha) de árboles en el bosque varillal seco por periodo inter censal | 22 |
| Tabla 12: Tasa anual de crecimiento del DAP, desviación estándar y significación estadística, según a abundancia de árboles y periodo inter censal del bosque varillal seco. | 23 |

VIII

| | |
|---|----|
| Tabla 13: ANOVA de la tasa anual de crecimiento según la abundancia y periodo inter censal del bosque varillal seco. | 24 |
| Tabla 14: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística de la tasa anual de crecimiento diamétrico entre periodo inter censal del bosque de varillal seco. | 25 |
| Tabla 15: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística de la tasa anual de crecimiento diamétrico entre categorías de abundancia de árboles del bosque de varillal seco. | 25 |
| Tabla 16: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar (D.E) y densidad alta de las especies (N/ha) en el bosque varillal alto seco por periodo inter censal. | 26 |
| Tabla 17: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar (D.E) y Densidad media (N/ha) de media de árboles del bosque varillal seco por periodo inter censal. | 27 |
| Tabla 18: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar (D.E) y densidad (N/ha) de las especies con abundancia baja de árboles en el bosque varillal seco por periodo inter censal | 28 |
| Tabla 19: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar (D.E) y escasa densidad (N/ha) abundancia de árboles por periodo inter censal. | 29 |
| Tabla 20: Incremento medio anual (IMA) cm/año, desviación estándar y número de árboles del bosque varillal seco según la presencia de lianas, por periodo inter censal y parcela. | 31 |
| Tabla 21: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar y número de árboles del bosque varillal seco según la presencia de lianas, periodo inter censal y parcela. | 33 |
| Tabla 22: ANOVA de la tasa anual de crecimiento e IMA de los árboles del bosque varillal seco en función de la presencia de lianas. | 34 |
| Tabla 23: Promedio, error estándar, significación estadística e intervalo de confianza para la tasa anual de crecimiento e Incremento medio anual (IMA), entre parcelas permanentes (PPM) del bosque varillal seco. | 35 |
| Tabla 24: Tasa anual de crecimiento del DAP e Incremento medio anual (IMA), error estándar, significación estadística e intervalo de confianza entre categorías de lianas del bosque varillal seco | 36 |

| | |
|--|----|
| Tabla 25: Incremento medio anual (IMA) cm/año y desviación estándar y número de árboles del bosque varillal seco según la forma de copa, periodo inter censal y parcela. | 37 |
| Tabla 26: desviación Tasa anual de crecimiento estándar y número de árboles del bosque varillal seco según la forma de copa. | 39 |
| Tabla 27: ANOVA de la tasa anual de crecimiento e IMA de los árboles del bosque varillal seco en función de la forma de la copa. | 40 |
| Tabla 28: Tasa anual de crecimiento del DAP e Incremento medio anual (IMA), error estándar, significación estadística entre forma de copa del bosque varillal alto seco | 41 |

INDICE DE FIGURAS

| | PAG. |
|---|------|
| Figura N°01. Ubicación del área de estudio. | 11 |
| Figura N°02. Diseño de la parcela permanente y características de la placa de aluminio colocados a los árboles. | 12 |

RESUMEN

Se desarrolló dentro del proyecto de investigación de la UNAP denominado, “dinámica del crecimiento, mortalidad, reclutamiento, diversidad, flujos (CO_2e , H_2O) y retroalimentación dentro del ciclo de carbono y agua en un bosque tropical (Tello 2017, p 51), para evaluar un ecosistema especial de la Amazonía, que según Mendoza (2007, p. 5), los “varillales” son bosques que crecen sobre suelos de arena blanca con alta densidad de árboles y arbustos por lo general son muy delgados y de baja estatura. Con el objetivo de determinar la dinámica del crecimiento de árboles individuales del bosque de varillal seco en la reserva nacional Allpahuayo-Mishana, Iquitos, Perú, se realizó un estudio bajo el principio del inventario forestal continuo, durante el periodo 2004 al 2017, usando tres parcelas permanentes de una hectárea cada una dividida en 100 sub parcelas de 10 x 10 m. El área basal en el bosque varillal alto seco aumenta en función del tiempo registrándose un promedio 16,82 m^2/ha en el 2004, 19,35 en el 2007 y 27,09 m^2/ha en el 2017. El volumen de madera mantiene esta tendencia, 161,16 m^3/ha en el 2005, 187,78 en el 2007 y 277,53 m^3/ha en el 2017.

Entre el censo 2004 al 2017, los árboles con alta abundancia de individuos tuvo un $\text{IMA}=0,41$ $\text{cm}/\text{año}$, los árboles con abundancia media un $\text{IMA}=0,39$ $\text{cm}/\text{año}$.

Las lianas restringieron el crecimiento de los árboles ($\text{IMA}= 0,19$ $\text{cm}/\text{año}$) y en los árboles sin lianas fue 0,36 $\text{cm}/\text{año}$. La menor tasa anual de crecimiento (1,22%) corresponde a los árboles con lianas que restringen su crecimiento y en los árboles sin lianas fue 1,94 %. La tasa anual de crecimiento en los árboles con copa regular de la parcela 9 fue 2,35 %, los árboles con copa irregular fue 2,39 %.

Palabras clave: dinámica, crecimiento, árbol, parcelas permanentes.

ABSTRACT

It was developed within the UNAP research project called "growth dynamics, mortality, recruitment, diversity, flows (CO₂e, H₂O) and feedback within the carbon and water cycle in a tropical forest (Tello 2017, p.51), so as to evaluate a special ecosystem of the Amazon that, according to Mendoza (2007, p.5), the "varillales" are forests that grow on white sand soils with a high diversity of trees and shrubs that are usually very thin and short. In order to determine the growth dynamics of individual trees of the high dry varillal forest in the Allpahuayo - Mishana national reserve, Iquitos, Peru, a study was carried out under the principle of continuous forest inventory, during the period from 2004 to 2017, using three permanent plots of one hectare, each divided into 100 subplots of 10 x 10 m. The basal area in the high dry varillal forest increases as a function of time, registering an average of 16.82 m²/ha in 2004, 19.35 in 2007 and 27.09 m²/ha in 2017. The volume of wood keeps this trend, 161.16 m³/ha in 2005, 187.78 in 2007 and 277.53 m³/ha in 2017.

Between the 2004 and 2017 census, trees with high abundance of individuals had an AAI = 0.41 cm/year, trees with an average abundance an AAI = 0.39 cm/year. Vines restricted the growth of trees (AAI = 0.19 cm/year) and in trees without vines it was 0.36 cm/year. The lowest annual growth rate (1.22%) corresponds to trees with vines that restrict their growth and in trees without vines it was 1.94%. The annual rate of growth in trees with regular crown from plot 9 was 2.35%, trees with irregular crown was 2.39%.

Keywords: dynamics, growth, tree, permanent plots.

INTRODUCCION

La investigación se desarrolló dentro del proyecto de investigación de la UNAP denominado, “dinámica del crecimiento, mortalidad, reclutamiento, diversidad, flujos (CO_2e , H_2o) y retroalimentación dentro del ciclo de carbono y agua en un bosque tropical (Tello 2017, p 51), para evaluar un ecosistema especial de la Amazonía, que según Mendoza (2007, p. 5), los “varillales” son bosques que crecen sobre suelos de arena blanca con alta densidad de árboles y arbustos por lo general son muy delgados y de baja estatura. En América del Sur existen 334,879 km^2 de los cuales el Perú tiene 4576 km^2 de bosque varillal en arenas blancas (Adeney *et al* 2016, p.17). El estudio se encuentra cerca del bosque del tipo Varillal, asentado en suelos de arena cuarcítica blanca tipo entisol de la Reserva Nacional Allpahuayo – Mishana (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).

“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), pero uno de los problemas según García (2014, p. 4) es la falta de monitoreo de las pocas parcelas instaladas hasta ahora.

En Amazonía occidental la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP, instaló tres parcelas permanentes (PPM 09, 10, 11) en el año 2004, que hasta la fecha han pasado 12 años tiempo en el que se han producido muchos cambios en el crecimiento. Phillips *et al* (2016, p. 2), indicaron que cambios relativamente pequeños en la estructura y/o función de estos bosques pueden tener consecuencias globales en la biodiversidad, el ciclo del carbono y el cambio climático. Las anomalías climáticas afectan severamente la biodiversidad en diferentes formas y escalas (Morueta *et al* 2015, p. 12741), causa degradación del hábitat y modificaciones del paisaje (Evangelista *et al*, 2016, p. 1). “Las estimaciones objetivas del crecimiento e incremento de los árboles del bosque es clave en la planeación de la cosecha sustentable y en la implementación de las mejores alternativas silvícolas (Coral 1999, p. 104), más aun sabiendo que estos bosques están siendo explotado para su comercialización como madera redonda (Oñate-Calvín *et al* 2013, p64).

Un aspecto resaltante es que estudios sobre la dinámica velocidad y tasas de crecimiento en diámetro a la altura del pecho DAP, área basal (G), volumen (V) de los árboles individuales del bosque de Varillal Seco en el área de influencia de la carretera Iquitos Nauta es muy escasa, más aún no existe información de cómo están relacionadas con la presencia de lianas y forma de copa. Con lo que se brinda información fundamental para diseñar los planes de manejo y aprovechamiento del bosque del varillal seco. Cuya conveniencia se sustenta en el aumento del conocimiento sobre la velocidad y tasa de crecimiento en DAP principalmente para mejorar las políticas de conservación de los bosques de varillal seco, a fin de para evitar su degradación, con ello contribuir a la mitigación del efecto del cambio climático global que afecta a estos bosques.

Con el estudio se busca responder la pregunta ¿Cuánto es el crecimiento de árboles individuales del bosque de varillal seco en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Iquitos, Perú, Periodo 2004-2017? De esta manera el objetivo general fue: Determinar la dinámica del crecimiento de árboles individuales del bosque de varillal seco en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Iquitos, Perú. Periodo 2004-2017. Y, como objetivos específicos: a) determinar el incremento media anual (IMA) y la tasa anual de crecimiento del DAP entre parcelas, presencia de lianas, forma de copa, y a nivel de especies b) Contrastar la hipótesis de que la dinámica del crecimiento de árboles individuales del bosque de varillal seco en el periodo 2004-2017 es diferente entre parcelas, presencia de lianas, forma de copa y entre especies.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes

Existen varios estudios realizados sobre los bosques de varillales que caracterizan la superficie (Adeney *et al* 2016, p. 17), tasa de crecimiento y flujo de carbono (Hidalgo y del Águila 2013, p. 67, 103), suelos y nutrientes (Mendoza 2007, p. 5), (Gómez 2006, p. 381) caracterización de la vegetación amazónica por sus valores de reflectancia y correlacionarlos con las características del terreno en la Zona Restringida del Allpahuayo Mishana; Zárata *et al* (2015) realizaron una clave de identificación de las especies que crecen sobre arena blanca, Gallardo (2015) estudió la estructura y diversidad florística y Galán de Mera (2001) realizó una aproximación fitosociológica del bosque varillal entre otros, pero no estudiaron la relación del crecimiento por la presencia de lianas y forma de copa y entre varios intervalos inter censales.

En cada uno de los estudios se utilizaron diferentes formas y tamaños de parcelas, según GFOI, The Global Forest Observations Initiative (La iniciativa de observaciones forestales mundiales) (2016, p. 124), generalmente el tamaño de las parcelas está en el rango de 0.01 a 1 ha, en los inventarios tropicales, las parcelas deben ser de un tamaño de 1 ha para reducir una potencial diferencia debido a la enorme variabilidad. Parcelas más grandes también pueden ayudar a establecer la conexión con los datos de teledetección. Las observaciones y mediciones en estas parcelas varían, pero siempre incluyen la cantidad de cubierta forestal. Estos datos del INF (Inventario Nacional Forestal) se utilizan para estimar los parámetros de la población de bosques, incluyendo la producción o el desarrollo relacionado a una precisión considerada.

Sobre el tamaño de las sub parcelas y las variables evaluadas un documento importante para el estudio fue el de Silva y Lopes (1984, p. 10), quienes escribieron el documento técnico "Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela EMBRAPA-CPATU, na Amazônia Brasileira", a partir del cual Tello (2004) instaló las parcelas permanentes de una (1) hectárea, dividida en 100 sub parcelas de 10x 10 metros cada una. Este tamaño de parcela concuerda con las recomendaciones de GFOI (2016, p. 124), de que para los inventarios tropicales, las parcelas deben ser de un tamaño de 1 ha para reducir una potencial diferencia debido a la enorme variabilidad. Consideraciones que también han sido tomados desde antes por la RAINFOR, pues en el protocolo de remediación de parcelas de la RAINFOR Phillips, *et al.*, (2016, p. 2), indica que las parcelas sean de una hectárea, 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. Es decir, la

mayoría de investigadores usan parcelas de una (1) hectárea, según Acosta et al., (2014, p. 6), 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. Según Hernández (2015, p. 9), proveen estimaciones de cambios en la composición y métricas básicas de los rodales.

De Souza *et al.* (2012, p. 65), indicaron que el área del Bosque Experimental fue dividida en 400 parcelas de 1,0 hectárea cada una (100 m x 100 m). Mensurando el 100% de los árboles con diámetros a 1,3 m de altura del suelo (DAP) superior a 10 cm, con el fin de evaluar las tasas de incremento, mortalidad y reclutamiento del bosque. En estos inventarios se evaluaron los siguientes parámetros para cada árbol: 1) identificación botánica de los árboles especies; 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. Todos los individuos medidos fueron plaqueteados e identificados botánicamente a nivel de especie.

No solo en el Perú existe reducido número de parcelas permanentes para monitorear el bosque latifoliado, según García (2014, p. 4), uno de los problemas es “el reducido número de parcelas instaladas y aún menos con registro de información”. Y, “se evidenciaba la poca anuencia de colaboración de parte del sector académico por la falta de establecimiento de parcelas y la falta de monitoreo de las pocas parcelas instaladas”

Por otra parte, las especies de varillal alto seco están sobre arena blanca, aunque bajo en nutrientes, se caracterizan por presentar no solo varias especies endémicas sino también varias especies mono dominantes. En general, las plantas en este tipo de bosque presentan fustes notoriamente delgados (Zárate, 2015, p.133).

Hidalgo y del Águila (2013, p. 103), evaluaron los patrones de crecimiento diamétrico y flujo de carbono arbóreo de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, agrupando 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.

Hidalgo y del Águila (2013, p. 103), encontraron que la tasa de crecimiento diamétrica promedio para el área de estudio fue de 0.69 ± 1.22 cm/año. Vasconcelos *et al* (2016, p.187), encontró que el incremento periódico anual en carbono es influenciado por las variables categóricas: iluminación de la copa y forma de la copa.

Melo *et al* (2017, 19), evaluaron el hábitat lumínico asociado a la riqueza, abundancia relativa y rareza de especies, en la dinámica del bosque contempló mortalidad, reclutamiento y crecimiento diamétrico para un periodo de 5.25 años. La estructura, diversidad y dinámica del bosque fueron correlacionadas con el hábitat lumínico, mostrando diferencias en la arquitectura del dosel y su papel en la captura y absorción de radiación.

Carvajal-Vanegas y Calvo-Alvarado (2013, p.1), 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. Incrementos medios anuales: temprano (1,60 mm/año), intermedio (2,20 mm/año) y tardío (1,20 mm/año). Se encontró una alta variación entre las parcelas evaluadas de un mismo estadio en cuanto a incrementos, número de especies y su composición. El mayor incremento para el estadio temprano se encontró en la clase diamétrica de 15-20 cm (5,20 mm/año). Los porcentajes de mortalidad anuales calculados para el mismo periodo mediante el modelo logarítmico fueron de 1,3% (temprano), un 2,6% (intermedio) y el 1,5% (tardío). El reclutamiento promedio anual fue de 8,8%, 4,8% y 1,5% para los estadios temprano, intermedio y tardío. Se concluye que las principales causas de las diferencias entre estadios se deben principalmente a la composición de especies y en menor grado a factores biofísicos propios de cada sitio.

En la medición de las parcelas las variables consideradas Hernández (2015, p. 13), fueron Individuo, numeración del árbol, localización de individuos, diámetro, condición de árbol, altura, Iluminación y clasificación de copa, Forma de copa, Presencia de lianas, Forma de fuste, - Identificación botánica, Reclutamiento y mortalidad, entre otros.

1.2 Bases Teóricas

Coral (1999: 104), indica que “el manejo forestal presente requiere de estimaciones objetivas del crecimiento e incremento de los árboles del bosque. Esta información es clave en la planeación de la cosecha sustentable y en la implementación de las mejores alternativas silvícolas. El crecimiento del bosque puede ser entendido como un proceso dinámico, que incluye una entrada (incorporación), un movimiento (crecimiento) y una salida (mortalidad y cosecha)”.

Phillips *et al* (2016, p.2), indican que la Amazonía también contribuye en gran medida a la evapotranspiración de la superficie terrestre global y reúne una fracción significativa de especies conocidas a nivel mundial. Cambios relativamente pequeños en la estructura y/o función de estos bosques pueden por lo tanto, tener consecuencias globales en la biodiversidad, el ciclo del carbono y el cambio climático. Para monitorear la biomasa, la dinámica del bosque y relacionar estas observaciones con el suelo y el clima en la región de bosque amazónico se usan parcelas permanentes.

La demografía de la vegetación TMF (mortalidad, reclutamiento, crecimiento) e interacciones con el medioambiente y los factores bióticos están poco dilucidados. Estos procesos pueden ayudar a explicar algunos patrones observados en el bosque estructura a lo largo de gradientes altitudinales (López *et al* 2015, p. 2).

Anteriormente Fearnside (2011, p. 227) indicó que una amenaza climática que antes no era apreciada se reveló en 2005, cuando un periodo de sequía devastador golpeó la Amazonía. Los caudales en los afluentes del lado Sur del Río Amazonas fueron tan bajos que las embarcaciones no pudieron navegar en los ríos, y comunidades ribereñas quedaron aisladas de hospitales y otros servicios esenciales.

Coral (1999:86) indicó que “las características micro climáticas, físicas y edáficas interacción con la vegetación para determinar la productividad de los rodales forestales. La medición de cada una de estas variables y sus interacciones ecológicas con las especies presentes son difíciles de evaluar”. Por esta razón según Coral (1999:105), “el modelaje del crecimiento del bosque que proporciona resultados a un nivel más detallado requiere de datos obtenidos en parcelas permanentes de muestreo, pues permiten la representación de la realidad en las diferentes etapas de desarrollo de las masas forestales”.

1.3 Definición de términos básicos

Árbol: Planta maderera perenne con un único tronco principal o, en el caso de rebrotes, con varios tallos, con una copa más o menos diferenciada. Incluye cañas y otras plantas madereras que cumplan con los citados criterios FAO 2016.

Arbusto: Planta maderera perenne, generalmente de más de 0,5 metros y menos de 5 metros de altura a su madurez y sin copa definida. Los límites de altura para árboles y arbustos deben interpretarse con flexibilidad, particularmente la altura mínima de los árboles y la máxima de los arbustos, las que pueden variar entre 5 y 7 metros FAO 2016.

Bosque: Superficie de tierra que tiene como mínimo 0,05 a 1,0 hectáreas, con una cobertura de copas forestales (o un nivel equivalente de existencias) de más de 10-30 por ciento y con árboles con el potencial de alcanzar una altura mínima de 2-5 metros a su madurez *in situ*. Un bosque puede estar constituido por una formación cerrada, en la que los árboles de distintas alturas y con distinto sotobosque cubren una gran parte del terreno, o por una formación abierta. Las arboledas naturales jóvenes y todas las plantaciones que aún no han llegado a una densidad de copas del 10-30 por ciento o a alturas de árboles de 2-5 metros se incluyen como forestales, así como las áreas que normalmente forman parte de la superficie forestal y que están temporalmente sin vegetación como resultado de la intervención humana, como la cosecha, o por causas naturales pero que se espera que vuelvan a ser bosques (FAO 2016).

Bosque natural: Bosque compuesto por árboles autóctonos y no clasificado como plantación forestal (FAO 2016).

Dinámica: Que estudia la relación existente entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y los efectos que se producirán sobre el movimiento de ese cuerpo (FAO 2016).

Incremento: Es la magnitud del crecimiento y consiste en la diferencia de tamaño entre el comienzo y final de un periodo de crecimiento. El incremento se define como el aumento en volumen, área basal, diámetro o altura de un árbol o de una masa forestal en un periodo de tiempo determinado (INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES, 2014).

Inventario forestal: Sistema para medir el alcance, la cantidad y el estado de un bosque, generalmente mediante muestreo (FAO 2016):

Un conjunto de métodos de muestreo objetivos diseñados para cuantificar la distribución espacial, la composición y los índices de cambio de los parámetros forestales dentro de los niveles de precisión especificados a los efectos de la gestión.

Irapay: Es una pequeña palmera del sotobosque, su estrategia de crecimiento es remarcable debido a la formación de rizomas estoloníferos que constituyen un modo original y eficiente de propagación vegetativa que convierte a esta palmera en la especie más abundante del estrato inferior de algunos bosques de la Amazonía Peruana. (K. MEJIA y F. KAHN 1996)

Perturbación: Se define como una fluctuación ambiental o un evento destructivo que perturba la salud o la estructura del bosque, y/o que modifica los recursos o el ambiente físico a alguna escala espacial o temporal. Perturbaciones que afectan a la salud y la vitalidad, incluyendo agentes bióticos como insectos y enfermedades, y agentes abióticos, como el fuego, la contaminación y las condiciones climáticas extremas (véanse también, más adelante, mortalidad y otras perturbaciones (FAO 2016).

Suelos arenosos: Incluye todos los suelos (independientemente de su clasificación taxonómica) que tienen >70% de arena y <8% de arcilla (en base a análisis de textura estándar (en la clasificación de la FAO incluye: Arenosoles, Regosoles arenosos (FAO 2016).

Clase diamétrica. Son intervalos establecidos para la medida de diámetros normales. (TOVAR, 2000).

CAPITULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES

2.1 Hipótesis de la investigación

Ho: La dinámica del crecimiento de árboles individuales, presencia de lianas y forma de copa del bosque de varillal seco en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, es similar entre parcelas.

Ha: La dinámica del crecimiento de árboles individuales presencia de lianas y forma de copa del bosque de varillal seco en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, difiere entre parcelas

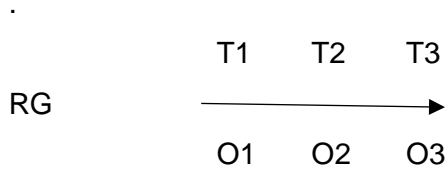
2.2 Variables y su operacionalización

| Variables | Indicadores | Índice |
|-----------------------|--------------------------------|---|
| Diámetro del árbol | Diámetro a la altura del pecho | Clase diamétrica |
| Tipo | Forma de copa | Categorías de forma de copa |
| Presencia de lianas | Daño de la liana | Categorías de la presencia de lianas |
| Crecimiento del rodal | Crecimiento diamétrico | Incremento medio anual Tasa anual de crecimiento |

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1 Diseño Metodológico

El estudio es del tipo descriptivo longitudinal y nivel básico, basada en la recolección sistemática de los datos, con un enfoque cuantitativo.



3.2 Diseño muestral

Universo. - Estuvo constituido por las especies de árboles forestales del bosque varillal seco con un $DAP \geq 10$ cm que crecen sobre arenas blancas, localizados en la provincia de Maynas, Región Loreto (Tello, 2017, p. 17-18).

Población. - Es el conjunto de especies árboles forestales del bosque varillal seco con un $DAP \geq 10$ que crecen sobre arenas blancas, buen drenaje, localizados en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta provincia de Maynas, Región Loreto. (Tello, 2017, p. 17-18).

Muestra. - Es el sub conjunto de especies de árboles forestales del bosque de varillal seco de la carretera Iquitos- Nauta con un $DAP \geq 10$ cm, que crecen sobre arenas blancas, bien drenados, ubicadas en las tres (03) parcelas permanentes N° 9, 10 y 11 divididos en 100 sub parcelas de 10m x 10 m que fueron instalados por la UNAP,

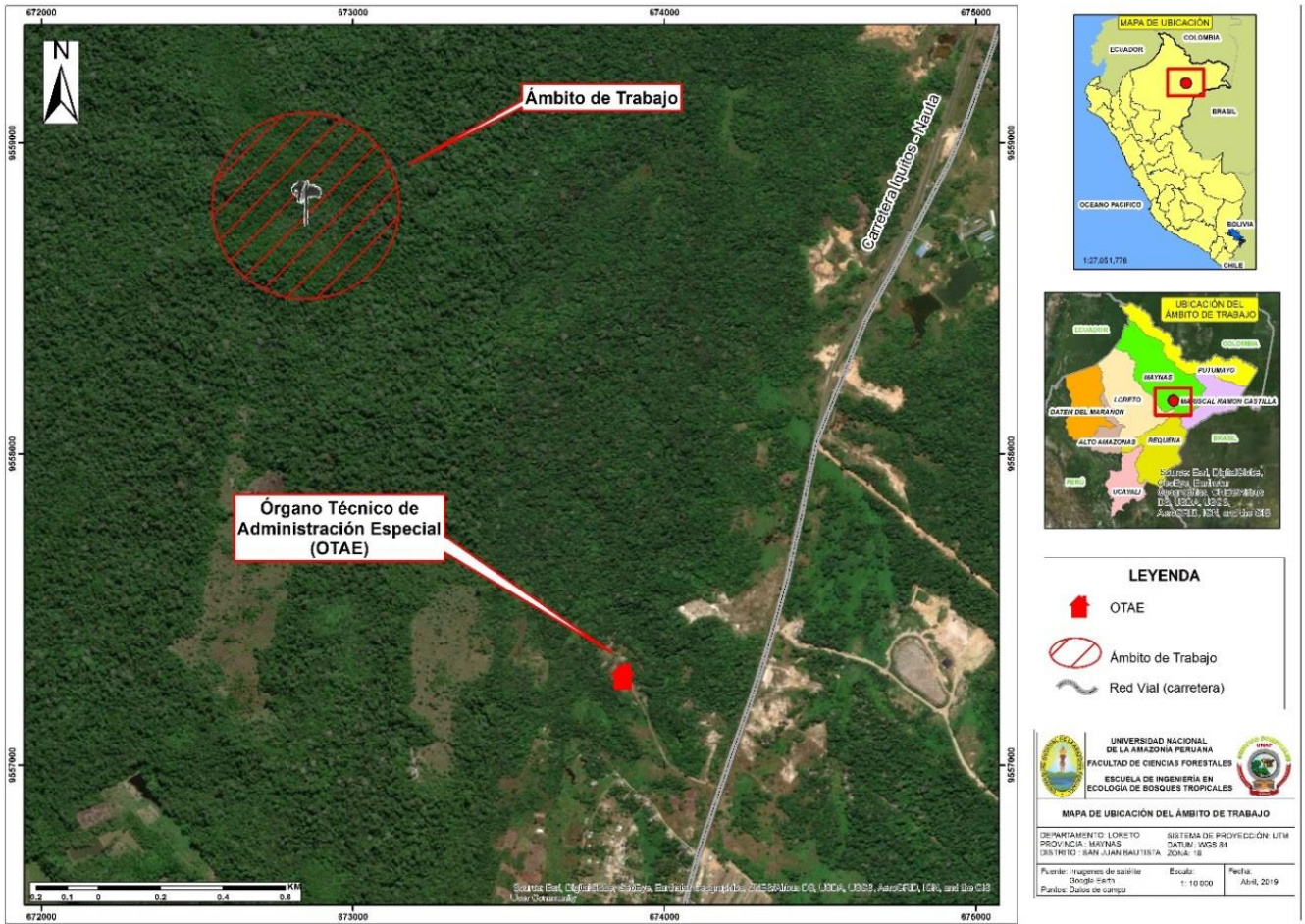


Figura N° 01. Ubicación del área de estudio
Fuente. Tello (2017, p. 16)).

3.3 Procedimiento de recolección de datos

a) De la parcela, sub parcela y número del árbol

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

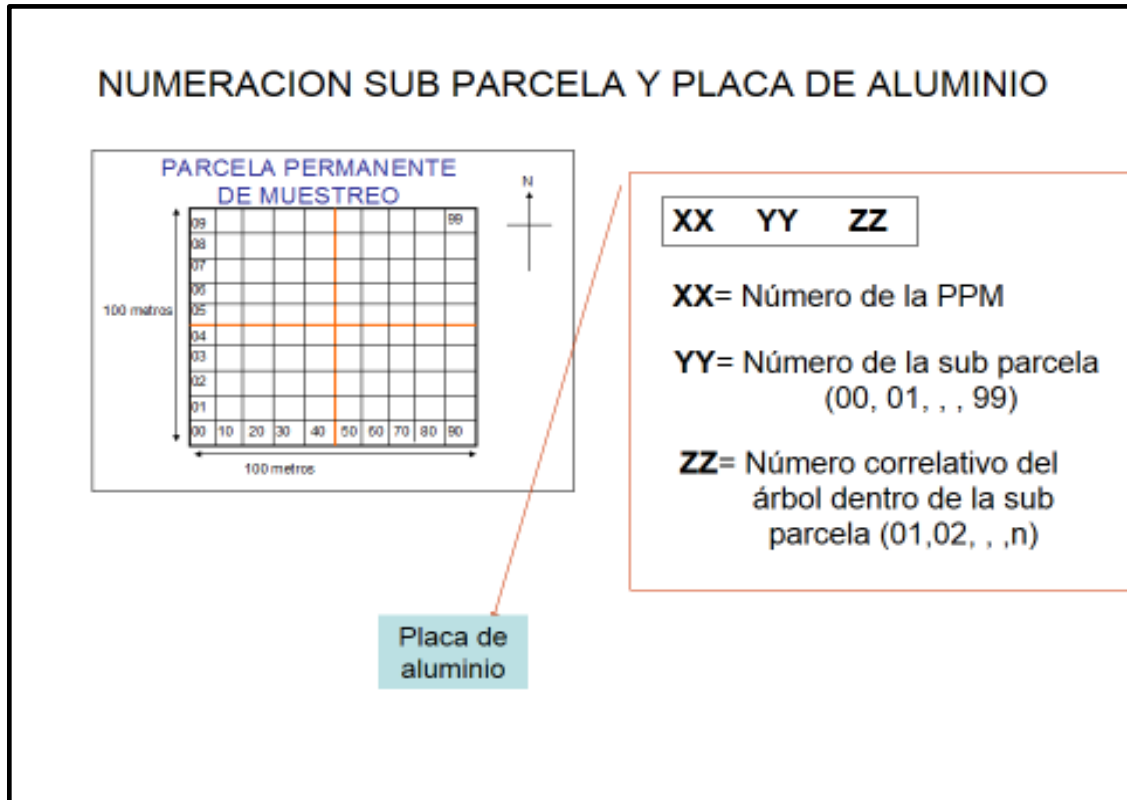


Figura N° 02. Diseño de la parcela permanente y características de la placa de aluminio colocados a los árboles.

(Tello 2008, p. 36).

Dentro de la parcela, las sub parcelas fueron numeradas correlativamente iniciando con el número 00 y terminó con el número 99. Dentro de las sub parcelas los árboles con $DAP \geq 10$ cm fueron numerados correlativamente iniciando con el número 01, adicionalmente se colocó una placa de metal, de acuerdo al método usado por Silva y Lopes (1984, p. 13), donde los números fueron escritos en placas de aluminio, pegados encima del punto de medición (p. d. m.). Todos los árboles vivos recibieron un número compuesto de seis dígitos. Los dos primeros identifican la parcela, los dos siguientes la sub parcela y los dos últimos el árbol propiamente dicho.

b) Técnica e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos de campo se efectuó in situ y se registraron en el instrumento de recolección de datos (anexo 1), en el que se evaluó la iluminación de copa, forma de copa, presencia de lianas, según la metodología de Silva y Lopes (1984) adaptado

por Tello (2004). Para ello se utilizaron equipos de precisión como hipsómetro laser para medir las alturas de los árboles, cinta diamétrica para medir la longitud de circunferencia del árbol a la altura del pecho (1.30 m), brújula suunto, GPS y cámara fotográfica. Data base impreso del registro de campo del año 2007. Además se registraron de variables: iluminación de copa, forma de copa y presencia de lianas.

c) Determinación de la composición florística

La composición florística inicial fue identificado durante la primera medición en el 2005, en la presente se identificaron los árboles reclutas a febrero del año 2018 con la ayuda del taxónomo Juan Celidoneo Ruiz Macedo (Curador Herbarium Amazonense AMAZ-CIRNA-UNAP) con experiencia, quien proporcionó el nombre vulgar de las especies, posteriormente con la revisión bibliográfica se determinó los nombres científicos y familias botánicas.

d) 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 a 30 cm debajo de la placa de aluminio. Posteriormente se realizó un muestreo de verificación compuesta por el 10 % de los árboles de la parcela permanente a fin de determinar errores de medición, para la corrección correspondiente; para la cual se realizaron lecturas posteriores a través de un muestreo de verificación.

e) Cálculos dasométricos

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

$$G = \frac{\pi}{40000} * (DAPcm)^2 \quad \text{Ec. 1}$$

$$V = G * HT * Fc \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

G= Area Basal.

HT= Altura Total.

Fc= Forma de Copa.

Para la fórmula de la tasa anual de crecimiento se tomó como base la fórmula propuesta por Sheil *et al* (1995, p. 331-332):

$$\text{Tasa anual de crecimiento} = \ln (DAPi/DAPF)/t \quad \text{Ec 1}$$

Donde:

DAPI= diámetro al inicio del periodo y

DAPF =diámetro al final del periodo

Para el incremento medio anual fue:

Incremento Medio Anual $=(\text{DAPfinal}-\text{DAPinicial})/\text{tiempo(años)}$ Ec 2

3.4 Procesamiento y análisis de datos

En el gabinete los datos de campo fueron digitados en la plantilla de cálculos creados en la hoja de Excel, creándose una data cruda con los siguientes campos: Código de consulta, año, fecha de evaluación, parcela, sub parcela, número de árbol, especie, DAP, HT, iluminación de copa, forma de copa, Lianas. Mediante la opción búsqueda vertical se transfirieron a esta tabla, los datos de las variables recolectadas durante los años 2005 y 2007 de la main database del proyecto de la UNAP. Posteriormente se depuró esta tabla y se creó la versión final, identificada como DATA limpia V.0.

Los datos de las variables contenidas en la Data limpia, fueron sistematizadas usando tablas dinámicas del Excel 13, y se crearon una hoja especial que tenga la información válida para ser importada por el software Spss 23 de IBM y se creó la data spss para el procesamiento estadístico.

Análisis de datos

La data spss fueron procesados en el SPSS versión 23. Para contrastar la hipótesis se usó el análisis de variancia (ANOVA), interviniendo como factores fijos parcelas, presencia de lianas, forma de copa y censo. Para el contraste de promedios se utilizó el test Tukey al 5% probabilidad. Para ello, previamente se validó los presupuestos del ANOVA, realizando las pruebas de homogeneidad de varianzas y de normalidad de los datos al nivel de 5% de probabilidad en concordancia con la metodología usada por Vasconcelos et al. (2016, p. 200-201).

Los datos sistematizados fueron agrupados en tablas de doble entrada y triple entrada.

CAPITULO IV: RESULTADOS

En la tabla 1 se observa que el promedio del área basal en el bosque varillal seco aumenta en función del tiempo registrándose un promedio 16,82 m²/ha en el 2004, 19,346 en el 2007 y **27,091 m²/ha** en el 2017, las que fueron estadísticamente diferentes (prueba de **Tukey, p<0,05**).

El volumen total de madera de 161,162 m³/ha en el 2004, 187,778 en el 2007 y 277,525 m³/ha en el 2017, también fueron estadísticamente diferentes (prueba de Tukey, p<0,05).

Tabla 1: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística para el área basal y volumen del bosque varillal seco entre censos.

| Variable dependiente | PPM | Promedio | Sig . | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|------------------------|------|----------|-------|----------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| G (m ² /ha) | 2004 | 16.817 | A | .702 | 15.439 | 18.196 |
| | 2007 | 19.346 | B | .702 | 17.967 | 20.725 |
| | 2017 | 27.091 | C | .702 | 25.712 | 28.470 |
| V (m ³ /ha) | 2004 | 161.162 | A | 8.824 | 143.844 | 178.480 |
| | 2007 | 187.772 | B | 8.824 | 170.454 | 205.090 |
| | 2017 | 277.525 | C | 8.824 | 260.207 | 294.843 |

Sig. (Significancia estadística)= Promedios de las variables con letras distintas fueron estadísticamente diferentes (test Tukey, p < 0.05)

En la tabla 2 se observa que el área basal promedio en el bosque varillal seco fue 18,25 m²/ha (parcela 11), 19,06 en la parcela 9 y 25,94 m²/ha en la parcela 10, estos promedios fueron estadísticamente similares entre la parcela 9 y 11 (prueba de Tukey, p>0,05), pero difiere al área basal promedio de la parcela 10 (prueba de Tukey, p<0,05). El volumen promedio de la parcela 11 (178,728 m³/ha) y de la 9 (163,332 m³/ha) no fueron estadísticamente diferentes, pero difiere del volumen promedio de la parcela 10 (284,4 m³/ha) (prueba de Tukey, p<0,05).

Tabla 2: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística del área basal y volumen del bosque varillal seco entre parcelas

| Variable dependiente | PPM | Media | Sig. | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|------------------------|-----|---------|------|----------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| G (m ² /ha) | 11 | 18.251 | A | .702 | 16.873 | 19.630 |
| | 9 | 19.060 | A | .702 | 17.681 | 20.439 |
| | 10 | 25.943 | B | .702 | 24.564 | 27.321 |
| V (m ³ /ha) | 11 | 178.728 | A | 8.824 | 161.410 | 196.046 |
| | 9 | 163.332 | A | 8.824 | 146.014 | 180.650 |
| | 10 | 284.400 | B | 8.824 | 267.082 | 301.718 |

Sig. (Significancia estadística)= Promedios de las variables con letras distintas fueron estadísticamente diferentes (test Tukey, $p < 0.05$)

Mediante el ANOVA de la tabla 3 que corresponden al modelo lineal general multivariante, se detectaron diferencias estadísticas significativas tanto en el área basal y el volumen (Anova, gl error= 891, $p=0,000$), aceptándose la hipótesis de la dinámica del área basal y volumen que difiere entre parcelas permanentes y censos en el bosque del varillal.

Tabla 3: ANOVA para el área basal y volumen del bosque varillal seco entre parcelas permanentes (PPM) y censos (año).

| Origen | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-----|-------------------|-----|------------------|-------|-------|
| PPM | Gha | 10718.06 | 2 | 5359.03 | 36.20 | 0.000 |
| | Vha | 2606133.99 | 2 | 1303066.99 | 55.79 | 0.000 |
| Año | Gha | 17192.93 | 2 | 8596.46 | 58.07 | 0.000 |
| | Vha | 2230414.99 | 2 | 1115207.49 | 47.74 | 0.000 |
| PPM * año | Gha | 742.91 | 4 | 185.73 | 1.25 | 0.286 |
| | Vha | 60818.38 | 4 | 15204.59 | 0.65 | 0.626 |
| Error | Gha | 131896.07 | 891 | 148.03 | | |
| | Vha | 20812142.73 | 891 | 23358.18 | | |
| Total | Gha | 560660.63 | 900 | | | |
| | Vha | 64954699.31 | 900 | | | |

En la tabla 4 se observa que en el inter censo 2004-2007 el IMA del DAP del bosque varillal fue 0,67 cm/año, en el inter censo 2007 -2017 fue 0,34 cm/año y entre el 2004-2017 fue 0,39 cm/año. Por lo general los árboles con alta abundancia ($n \geq 16$ individuos), tuvieron el mayor IMA, en el inter censo 2004 al 2007 fue IMA=0,71 cm/año, en los árboles con abundancia media ($5 < n < 16$) fue IMA=0,59 cm/año; en el inter censo 2007 al 2017, el valor del IMA bajó a la mitad, pues en las especies con alta abundancia de árboles en el inter censo 2004 al 2007 el IMA fue 0,36 cm/año, en las especies con abundancia media ($5 < n < 16$) fue 0,36 cm/año. Considerando el inter censo 2004 al 2017, en las especies con alta abundancia fue 0,41 cm/año, en los con abundancia media ($5 < n < 16$) IMA=0,39 cm/año. En cualquiera de casos la abundancia de los árboles (alta, media, baja, escaso) dentro de cada periodo inter censal no fueron estadísticamente diferentes (Tukey, $p > 0,05$).

Tabla 4: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística del incremento medio anual (IMA) según abundancia de los árboles y periodo inter censal.

| IMA INTERCENSO | Abundancia | Media (cm/año) | Sig. | Desviación estándar | N |
|----------------|------------|----------------|------|---------------------|----|
| IMA2004-2007 | Escasa | 0.767 | A | 0.941 | 31 |
| | Alta | 0.707 | A | 0.272 | 8 |
| | Baja | 0.597 | A | 0.289 | 27 |
| | Media | 0.591 | A | 0.228 | 18 |
| | Total | 0.669 | | 0.608 | 84 |
| IMA 2007-2017 | Alta | 0.362 | A | 0.136 | 8 |
| | Media | 0.359 | A | 0.094 | 18 |
| | Baja | 0.336 | A | 0.221 | 27 |
| | Escasa | 0.335 | A | 0.378 | 31 |
| | Total | 0.343 | | 0.265 | 84 |
| IMA 2004-2017 | Alta | 0.410 | A | 0.132 | 8 |
| | Escasa | 0.394 | A | 0.383 | 31 |
| | Media | 0.391 | A | 0.092 | 18 |
| | Baja | 0.372 | A | 0.205 | 27 |
| | Total | 0.388 | | 0.264 | 84 |

Sig. (Significancia estadística)= Promedios de las variables con letras distintas son estadísticamente diferentes (test Tukey, $p < 0.05$)

A nivel del bosque varillal, los resultados del ANOVA (tabla 5) no evidencian que la abundancia de árboles de las especies influyan en la diferenciación del valor del IMA, mostrando promedios similares entre categorías de abundancia (Anova, Gl error= 244, $F_c = 0,142$; $p=0,935$). Pero entre censos el valor promedio del IMA fueron diferentes (Anova, Gl error= 244, $F_c=11,186$; $p=0,000$).

Tabla 5: ANOVA del incremento media anual (cm/año) según la abundancia de los árboles y periodo inter censal

| Origen | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------------------------------|-------------------|-----|------------------|--------|-------|
| Modelo corregido | 6.169 | 11 | 0.561 | 3.259 | 0.000 |
| Abundancia | 0.073 | 3 | 0.024 | 0.142 | 0.935 |
| IMA entre censos | 3.850 | 2 | 1.925 | 11.186 | 0.000 |
| Categoría de densidad árboles * IMA | 0.605 | 6 | 0.101 | 0.586 | 0.741 |
| Error | 41.987 | 244 | 0.172 | | |
| Total | 48.156 | 255 | | | |

El bosque varillal seco (tabla 6), muestra que el IMA promedio de las cuatro categorías de abundancia, estadísticamente fueron similares (tukey, $p>0,05$).

Tabla 6: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística del incremento medio anual (IMA) según abundancia de los árboles

| Abundancia de árboles | Media (cm/año) | sig. | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|-----------------------|----------------|------|----------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Alta | 0.497 | A | 0.085 | 0.330 | 0.664 |
| Baja | 0.446 | A | 0.046 | 0.355 | 0.537 |
| Escasa | 0.476 | A | 0.042 | 0.393 | 0.559 |
| Media | 0.453 | A | 0.056 | 0.342 | 0.564 |

Sig. (Significancia estadística)= Promedios de las variables con letras distintas son estadísticamente diferentes (test Tukey, $p < 0.05$)

El bosque varillal seco (tabla 7), mostró variaciones en el valor promedio del IMA, cuando el tiempo inter censal fue pequeño el valor del IMA diamétrico de los árboles fue mayor, para el periodo inter censal 2004- 2007 el IMA fue 0,67 cm/año, y en el intervalo censal de 12 años fue 0,39 cm/año, promedios que fueron estadísticamente diferentes (tukey, $p < 0,05$).

Tabla 7: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística del incremento medio anual (IMA) según periodo inter censal.

| IMA INTERCENSO | Media (cm/año) | Sig. | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| IMA 2007-2017 | 0.344 | A | 0.052 | 0.242 | 0.445 |
| IMA 2004-2017 | 0.394 | A | 0.052 | 0.293 | 0.496 |
| IMA2004-2007 | 0.666 | B | 0.052 | 0.564 | 0.768 |

Sig. (Significancia estadística)= Promedios de las variables con letras distintas son estadísticamente diferentes (test Tukey, $p < 0.05$)

La especie más abundante (tabla 8), *Pachira brevipes* tuvo el menor crecimiento ($0,21 \pm 0,25$ cm/año) y el mayor crecimiento se registró en *Tachigali bracteosa* ($0,66 \pm 0,56$ cm/año).

Tabla 8: Incremento medio anual (cm/año), desviación estándar (D.E) y N/ha de especies con abundancia alta de árboles en el bosque varillal seco por periodo inter censal.

| Especie | Año 2004-2007 | | Año 2007-2017 | | Año 2004-2017 | | Nha |
|-----------------------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|--------|
| | IMA | D.E | IMA | D.E | IMA | D.E | |
| <i>Pachira Brevipes</i> | 0.50 | 0.54 | 0.17 | 0.26 | 0.21 | 0.25 | 143.33 |
| <i>Sloanea latifolia</i> | 0.64 | 0.87 | 0.32 | 0.37 | 0.36 | 0.35 | 59.67 |
| <i>Dicymbe uaiparuensis</i> | 1.33 | 1.37 | 0.35 | 0.35 | 0.49 | 0.38 | 35.33 |
| <i>Caraipa utilis</i> | 0.52 | 0.54 | 0.31 | 0.26 | 0.34 | 0.24 | 32.00 |
| <i>Inga sp.</i> | 0.76 | 0.76 | 0.41 | 0.45 | 0.46 | 0.41 | 30.67 |
| <i>Diplotropis purpurea</i> | 0.65 | 0.55 | 0.34 | 0.25 | 0.38 | 0.25 | 24.00 |
| <i>Manilkara bidentata</i> | 0.51 | 0.74 | 0.35 | 0.55 | 0.37 | 0.51 | 24.00 |
| <i>Tachigali Bracteosa</i> | 0.74 | 0.87 | 0.65 | 0.58 | 0.66 | 0.56 | 16.33 |
| Promedio | 0.71 | 0.78 | 0.36 | 0.38 | 0.41 | 0.37 | 365.33 |

En las especies con abundancia media de árboles (tabla 9) el crecimiento más bajo fue en *Pouteria guianensis* con $0,18 \pm 0,12$ cm/año, *Calophyllum brasiliensis* creció $0,52 \pm 0,45$ cm/año, *Vatairea guianensis* creció a $0,48 \pm 0,40$ cm/año; y en *Dipterex micrantha* fue $0,47 \pm 0,37$ cm/año.

Tabla 9: Incremento medio anual (cm/año), desviación estándar (D.E) y densidad (N/ha) de especies con abundancia media de árboles en el bosque varillal seco por periodo inter censal

| Especie | Año 2004-2007 | | Año 2007-2017 | | Año 2004-2017 | |
|----------------------------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | IMA | D.E | IMA | D.E | IMA | D.E |
| <i>Dendropanax arboreus</i> | 0.45 | 0.53 | 0.28 | 0.52 | 0.31 | 0.44 |
| <i>Couepia sp.</i> | 0.34 | 0.73 | 0.20 | 0.23 | 0.22 | 0.21 |
| <i>Symphonia globulifera</i> | 0.68 | 0.72 | 0.28 | 0.36 | 0.34 | 0.34 |
| <i>Macrolobium acaciaefolium</i> | 0.65 | 0.63 | 0.38 | 0.33 | 0.41 | 0.30 |
| <i>Ocotea cernua</i> | 0.52 | 0.65 | 0.38 | 0.49 | 0.39 | 0.48 |
| <i>Vatairea guianensis</i> | 0.80 | 0.75 | 0.43 | 0.44 | 0.48 | 0.40 |
| <i>Dipterex micrantha</i> | 0.83 | 0.83 | 0.42 | 0.39 | 0.47 | 0.37 |
| <i>Cynometra bauhinifolia</i> | 0.68 | 1.71 | 0.30 | 0.31 | 0.36 | 0.43 |
| <i>Parkia igneiflora</i> | 0.39 | 0.32 | 0.47 | 0.30 | 0.46 | 0.27 |
| <i>Haploclathra cordata</i> | 0.50 | 0.43 | 0.32 | 0.44 | 0.34 | 0.39 |
| <i>Calophyllum brasiliensis</i> | 1.19 | 1.85 | 0.41 | 0.31 | 0.52 | 0.45 |
| <i>Hevea nítida</i> | 0.29 | 0.29 | 0.48 | 0.50 | 0.45 | 0.45 |
| <i>Pouteria guianensis</i> | 0.44 | 0.45 | 0.14 | 0.10 | 0.18 | 0.12 |
| <i>Ocotea bofo</i> | 0.81 | 1.03 | 0.34 | 0.31 | 0.40 | 0.28 |
| <i>Protium subserratum</i> | 0.62 | 0.81 | 0.47 | 0.56 | 0.49 | 0.51 |
| <i>Simaba polyphylla</i> | 0.63 | 1.38 | 0.33 | 0.54 | 0.37 | 0.55 |
| <i>Pseudolmedia laevis</i> | 0.55 | 0.62 | 0.44 | 0.43 | 0.46 | 0.39 |
| <i>Apuleia molaris</i> | 0.26 | 0.29 | 0.40 | 0.60 | 0.38 | 0.51 |
| Promedio | 0.59 | 0.78 | 0.36 | 0.40 | 0.39 | 0.38 |

En las especie con abundancia baja de árboles (tabla 10) el crecimiento más bajo corresponde a *Ternstroenia sp.* ($0,128 \pm 0,004$ cm/año) y *licania harlingii* ($0,18 \pm 0,12$ cm/año) y el crecimiento mayor fue *Licaria armeniaca* con $1,04 \pm 0,25$ cm/año. Entre las especies con crecimiento mayor a $0,5$ cm/año, figuran *Aspidosperma rigidum* con $0,63 \pm 0,51$ cm/año, *Caraipa densifolia* con $0,51 \pm 0,36$ cm/año, *Ocotea elata* con

0,58±0,37 cm/año, *Parkia nítida* con 0,51 ±0,53 cm/año y *Xylopia neglecta* con 0,61±0,24 cm/año.

Tabla 10: Incremento medio anual (cm/año), desviación estándar (D.E) de las especies con densidad (N/ha) baja de árboles por periodo inter censal

| Especie | IMA 2004-2007 | | IMA 2007-2017 | | IMA2004-2017 | |
|---------------------------------|---------------|------|---------------|------|--------------|------|
| | IMA | D.E | IMA | D.E | IMA | D.E |
| <i>Aspidosperma rigidum</i> | 0.80 | 0.94 | 0.60 | 0.58 | 0.63 | 0.51 |
| <i>Guatteria citriodora</i> | 0.44 | 0.64 | 0.13 | 0.10 | 0.17 | 0.17 |
| <i>Dendrobangia multinervia</i> | 0.44 | 0.59 | 0.34 | 0.40 | 0.35 | 0.39 |
| <i>Xylopia parviflora</i> | 0.27 | 0.23 | 0.25 | 0.13 | 0.25 | 0.13 |
| <i>Caraipa densifolia</i> | 0.66 | 0.71 | 0.48 | 0.35 | 0.51 | 0.36 |
| <i>Pouteria glomerata</i> | 1.10 | 2.11 | 0.29 | 0.34 | 0.40 | 0.43 |
| <i>Aspidosperma schultesii</i> | 0.54 | 0.66 | 0.48 | 0.61 | 0.49 | 0.60 |
| <i>Heisteria sp.</i> | 0.67 | 0.88 | 0.08 | 0.02 | 0.16 | 0.11 |
| <i>Licaria armeniaca</i> | 1.14 | 0.42 | 1.03 | 0.29 | 1.04 | 0.25 |
| <i>Iryanthera juruensis</i> | 0.27 | 0.10 | 0.11 | 0.13 | 0.13 | 0.11 |
| <i>Vatairea erythrocarpa</i> | 0.51 | 0.21 | 0.29 | 0.29 | 0.32 | 0.26 |
| <i>Guatteria chlorantha</i> | 0.65 | 1.01 | 0.42 | 0.32 | 0.45 | 0.40 |
| <i>Macoubea guianensis</i> | 0.24 | 0.18 | 0.28 | 0.20 | 0.28 | 0.17 |
| <i>Ocotea alata</i> | 0.58 | 0.81 | 0.58 | 0.32 | 0.58 | 0.37 |
| <i>Anaueria brasiliensis</i> | 0.83 | 0.45 | 0.17 | 0.10 | 0.27 | 0.13 |
| <i>Aspidosperma excelsum</i> | 1.09 | 0.74 | 0.18 | 0.13 | 0.31 | 0.18 |
| <i>Calypttranthes pulchella</i> | 0.46 | 0.41 | 0.19 | 0.23 | 0.23 | 0.25 |
| <i>Clusia sp.</i> | 0.19 | 0.39 | 0.62 | 0.78 | 0.56 | 0.66 |
| <i>Parkia nítida</i> | 0.98 | 0.91 | 0.44 | 0.47 | 0.51 | 0.53 |
| <i>Xylopia neglecta</i> | 0.43 | 0.29 | 0.63 | 0.28 | 0.61 | 0.24 |
| <i>Alchornea triplinervia</i> | 0.99 | 0.81 | 0.39 | 0.16 | 0.47 | 0.04 |
| <i>Licania harlingii</i> | 0.28 | 0.18 | 0.17 | 0.21 | 0.18 | 0.21 |
| <i>Pterocarpus amazonum</i> | 0.62 | 0.36 | 0.13 | 0.06 | 0.19 | 0.03 |
| <i>Sterculia apetala</i> | 0.52 | 0.38 | 0.16 | 0.15 | 0.21 | 0.08 |
| <i>Ternstroenia sp.</i> | 0.22 | 0.24 | 0.10 | 0.02 | 0.12 | 0.04 |
| <i>Tocoyena williamsii</i> | 0.83 | 1.19 | 0.19 | 0.24 | 0.28 | 0.16 |
| <i>Virola calophylla</i> | 0.38 | 0.27 | 0.32 | 0.15 | 0.33 | 0.13 |
| Promedio | 0.60 | 0.60 | 0.34 | 0.26 | 0.37 | 0.26 |

En las especies con escasa abundancia de árboles (tabla 11), el crecimiento más bajo ocurrió en *Terminalia amazonica* (0,05±0,06 cm/año) y *Ecclinusa lanceolata* (0,14±0,15 cm/año) y el crecimiento más alto fue en *Brosimum rubescens* (1,52±0,99 cm/año). Un crecimiento superior a 0,5 cm/año, tuvieron *Jacaranda macrocarpa* (0,53 ± 0,70 cm/año) y *Simarouba amara* (0,59±0,22 cm/año).

Tabla 11: Incremento medio anual (cm/año), desviación estándar (D.E) y especies con escasa densidad (N/ha) de árboles en el bosque varillal seco por periodo inter censal.

| Especie | IMA 2004-2007 | | IMA 2007-2017 | | IMA2004-2017 | | Nha |
|--------------------------------|---------------|------|---------------|------|--------------|------|-------|
| | IMA | D.E | IMA | D.E | IMA | D.E | |
| <i>Brosimum rubescens</i> | 1.61 | 2.10 | 1.51 | 1.49 | 1.52 | 0.99 | 0.67 |
| <i>Ecclinusa lanceolata</i> | 0.36 | 0.25 | 0.07 | 0.05 | 0.11 | 0.08 | 0.67 |
| <i>Guarea gomma</i> | 0.74 | 0.38 | 0.22 | 0.11 | 0.30 | 0.14 | 0.67 |
| <i>Jacaranda copaia</i> | 0.54 | 0.34 | 0.26 | 0.07 | 0.29 | 0.02 | 0.67 |
| <i>Jacaranda macrocarpa</i> | 0.30 | 0.42 | 0.56 | 0.75 | 0.53 | 0.70 | 0.67 |
| <i>Licania blackeii</i> | 0.12 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.67 |
| <i>Licania heteromorpha</i> | 0.45 | 0.13 | 0.14 | 0.12 | 0.18 | 0.12 | 0.67 |
| <i>Protium nodulosum</i> | 0.77 | 0.08 | 0.19 | 0.04 | 0.27 | 0.05 | 0.67 |
| <i>Simarouba amara</i> | 0.74 | 0.21 | 0.56 | 0.29 | 0.59 | 0.22 | 0.67 |
| <i>Terminalia amazonica</i> | | | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0.06 | 0.67 |
| <i>Theobroma glaucum</i> | 0.45 | 0.21 | 0.40 | 0.22 | 0.40 | 0.22 | 0.67 |
| <i>Virola elongata</i> | 0.15 | 0.21 | 0.11 | 0.04 | 0.12 | 0.01 | 0.67 |
| <i>Brosimum utile</i> | 1.13 | | 1.45 | | 1.40 | | 0.33 |
| <i>Clarisia racemosa</i> | 0.30 | | 0.19 | | 0.20 | | 0.33 |
| <i>Conceveiba rhytidocarpa</i> | 3.33 | | 0.23 | | 0.66 | | 0.33 |
| <i>Garcinia benthamiana</i> | | | 0.07 | | 0.06 | | 0.33 |
| <i>Guarea guidonia</i> | 1.13 | | 0.28 | | 0.40 | | 0.33 |
| <i>Guatteria megalophylla</i> | 0.18 | | 0.04 | | 0.06 | | 0.33 |
| <i>Guatteria tessmannii</i> | 0.12 | | 0.02 | | 0.03 | | 0.33 |
| <i>Guatteria trichoclonia</i> | 0.18 | | 0.02 | | 0.04 | | 0.33 |
| <i>Licania balckeii</i> | 0.06 | | 0.03 | | 0.03 | | 0.33 |
| <i>Macrobium igneifolia</i> | 0.83 | | 0.05 | | 0.16 | | 0.33 |
| <i>Manilkara guianensis</i> | 0.71 | | 0.50 | | 0.53 | | 0.33 |
| <i>Micropholis guyanensis</i> | 0.12 | | 0.03 | | 0.04 | | 0.33 |
| <i>Minuartia guianensis</i> | 0.42 | | 0.21 | | 0.24 | | 0.33 |
| <i>Prunus detrita</i> | 0.06 | | 0.28 | | 0.25 | | 0.33 |
| <i>Psidium sp.</i> | 0.24 | | 0.48 | | 0.45 | | 0.33 |
| <i>Simira sp.</i> | 0.18 | | 0.23 | | 0.22 | | 0.33 |
| <i>Symmeria paniculata</i> | 2.44 | | 1.04 | | 1.23 | | 0.33 |
| <i>Tabebuia serratifolia</i> | 0.36 | | 0.08 | | 0.12 | | 0.33 |
| <i>Taralea oppositifolia</i> | 4.05 | | 0.10 | | 0.64 | | 0.33 |
| <i>Tocoyena sp.</i> | 1.25 | | 0.47 | | 0.58 | | 0.33 |
| <i>Zygia basijugum</i> | 0.48 | | 0.50 | | 0.49 | | 0.33 |
| Promedio | 0.77 | 0.41 | 0.32 | 0.28 | 0.37 | 0.23 | 15.00 |

La tasa anual de crecimiento (tabla 12) más alto corresponde al periodo inter censal 2004 - 2007 con 3,88%/año; en este periodo las especies con alta abundancia de árboles tuvieron una tasa de crecimiento mayor ($4,37 \pm 1,53$ %/año), en las especies

con abundancia media la tasa fue $3,39 \pm 1,08$ %/año y en las especies con abundancia baja la tasa fue $3,42 \pm 6,58$ %/año. El contraste entre estos promedios permite aceptar la hipótesis de que la tasa anual de crecimiento entre categorías de abundancia son estadísticamente similares (tukey, $p > 0,05$).

La tasa intermedia corresponde al periodo inter censal del año 2004 - 2017 con $1,93$ %/año; en este periodo las especies con alta abundancia de árboles tuvieron una tasa ligeramente más alta ($2,13 \pm 0,45$ %/año), en las especies con abundancia media la tasa fue $1,97 \pm 0,35$ %/año y en las especies con abundancia baja la tasa fue $1,90 \pm 1,05$ %/año. El contraste muestran que la tasa anual de crecimiento entre categorías de abundancia fueron estadísticamente similares (tukey, $p > 0,05$).

En el periodo inter censal 2007 al 2017 la tasa de crecimiento ($1,62$ %/año) fue la más baja. En las especies con alta abundancia de árboles la tasa de crecimiento fue $1,77 \pm 0,44$ %/año, en las especies con abundancia media fue $1,74 \pm 0,39$ %/año y en las especies con abundancia baja la tasa fue $1,66 \pm 1,07$ %/año. El contraste entre estos promedios permiten aceptar la hipótesis de que la tasa anual de crecimiento entre categorías de abundancia fueron estadísticamente similares (tukey, $p > 0,05$).

Tabla 12: Tasa anual de crecimiento del DAP, desviación estándar y significación estadística, según la abundancia de árboles y periodo inter censal del bosque varillal seco.

| Periodo inter censal | Abundancia de árboles | Tasa anual de crecimiento diamétrico (%) | Sig. | Desviación estándar | N |
|----------------------|-----------------------|--|------|---------------------|----|
| 2004-2007 | Alta | 4.37498 | A | 1.538540 | 8 |
| | Baja | 3.40527 | A | 1.726793 | 27 |
| | Escasa | 4.42072 | A | 6.581580 | 33 |
| | Media | 3.39197 | A | 1.085745 | 18 |
| | Total | 3.88234 | | 4.231906 | 86 |
| 2004-2017 | Alta | 2.13259 | A | 0.450218 | 8 |
| | Baja | 1.90348 | A | 1.056457 | 27 |
| | Escasa | 1.88859 | A | 1.373485 | 33 |
| | Media | 1.97159 | A | 0.345037 | 18 |
| | Total | 1.93333 | | 1.047474 | 86 |
| 2007-2017 | Alta | 1.77074 | A | 0.440754 | 8 |
| | Baja | 1.66114 | A | 1.074666 | 27 |
| | Escasa | 1.47999 | A | 1.177842 | 33 |
| | Media | 1.74239 | A | 0.388449 | 18 |
| | Total | 1.61883 | | 0.967048 | 86 |

Sig. (Significancia estadística)= Promedios de las variables con letras distintas son estadísticamente diferentes (test Tukey, $p < 0.05$)

La tabla 13 muestra que la tasa anual de crecimiento de las especies del bosque varillal seco (Anova, $gl=246$, $F_c=13,921$, $p=0,000$), por lo que acepta la hipótesis de que la dinámica del crecimiento de las especies difiere entre periodos inter censales. La tabla 14 muestra que la tasa de crecimiento entre el periodo 2004 al 2007 fue estadísticamente superior (3,898 %/año) al de los demás periodos inter censales (tukey, $p<0,05$). La tasa anual de crecimiento para periodos censales de mayor amplitud de tiempo fueron menores, por ejemplo entre año 2007 al 2017 fue 1,66 %/año y para el periodo inter censal 2004 al 2017 fue 1,97%/año, estos dos promedios fueron similares (test tukey, $p>0,05$).

En la tabla 13 se observa que la tasa anual de crecimiento de las especies entre categorías de abundancia fueron similares (Anova, $gl=246$, $F_c=0,288$, $p=0,834$), lo que permite aceptar la hipótesis de que la dinámica del crecimiento de las especies fue similar entre categorías de abundancia de árboles. La tabla 115 muestra que la tasa de crecimiento de la categoría de abundancia alta (2,76 %/año), contrastada con la tasa de crecimiento de las otras categorías fueron similares (test tukey, $p>0,05$), en la categoría de especies con abundancia media fue (2,37 %/año) y en la categoría de abundancia baja fue 2,32 %/año.

Tabla 13: ANOVA de la tasa anual de crecimiento según la abundancia y periodo inter censal del bosque varillal seco.

| Origen | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------|-----|------------------|--------|-------|
| Modelo | 282,161 | 11 | 25.651 | 3.775 | 0.000 |
| Periodo inter censal | 189.168 | 2 | 94.584 | 13.921 | 0.000 |
| Abundancia | 5.874 | 3 | 1.958 | 0.288 | 0.834 |
| Periodo * abundancia | 17.684 | 6 | 2.947 | 0.434 | 0.856 |
| Error | 1671.462 | 246 | 6.795 | | |
| Total | 1953.623 | 257 | | | |

Tabla 14: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística de la tasa anual de crecimiento diamétrico entre periodo inter censal del bosque de varillal seco.

| Periodo inter censal | Tasa anual de crecimiento diamétrico (%) | Sig. | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|----------------------|--|------|----------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 2004-2007 | 3.898 | B | 0.324 | 3.259 | 4.537 |
| 2004-2017 | 1.974 | A | 0.324 | 1.335 | 2.613 |
| 2007-2017 | 1.664 | A | 0.324 | 1.024 | 2.303 |

Sig. (Significancia estadística)= Promedios de las variables con letras distintas son estadísticamente diferentes (test Tukey, $p < 0.05$)

Tabla 15: Promedio, error estándar, intervalo de confianza y significación estadística de la tasa anual de crecimiento diamétrico entre categorías de abundancia de árboles del bosque de varillal seco

| Abundancia de árboles | Tasa anual de crecimiento diamétrico (%) | Sig. | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|-----------------------|--|------|----------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Alta | 2.759 | A | .532 | 1.711 | 3.807 |
| Baja | 2.323 | A | .290 | 1.753 | 2.894 |
| Escasa | 2.596 | A | .262 | 2.080 | 3.112 |
| Media | 2.369 | A | .355 | 1.670 | 3.067 |

Sig. (Significancia estadística)= Promedios de las variables con letras distintas son estadísticamente diferentes (test Tukey, $p < 0.05$)

En el periodo inter censal 2004-2017 (tabla 16), la tasa anual de crecimiento mayor en las especies con abundancia alta se observó en *Tachigali bracteosa* ($2,769 \pm 1,515\%$ /año) y en *Dicymbe uaiparuensis* ($2,55 \pm 1,73\%$ /año); la tasa más baja se observó en *Pachira brevipes* ($1,41 \pm 1,18\%$ /año).

Tabla 16: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar (D.E) y densidad alta de las especies (N/ha) en el bosque varillal seco por periodo inter censal

| Especie (abundancia alta) | Periodo inter censal | | | | | | Nha |
|------------------------------|----------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|--------|
| | año 2004-2007 | | año 2007-2017 | | año 2004-2017 | | |
| | Tasa (%) | D.E | Tasa (%) | D.E | Tasa (%) | D.E | |
| <i>Pachira brevipes</i> | 3.722 | 3.597 | 1.036 | 1.229 | 1.410 | 1.181 | 143.33 |
| <i>Sloanea latifolia</i> | 3.985 | 3.956 | 1.745 | 1.628 | 2.056 | 1.542 | 59.67 |
| <i>Dicymbe uaiparuensis</i> | 7.914 | 7.884 | 1.690 | 1.456 | 2.554 | 1.734 | 35.33 |
| <i>Caraipa utilis</i> | 3.210 | 3.184 | 1.541 | 0.958 | 1.773 | 0.934 | 32.00 |
| <i>Inga sp.</i> | 4.735 | 4.702 | 2.058 | 1.917 | 2.430 | 1.846 | 30.67 |
| <i>Diploptropis purpurea</i> | 4.458 | 3.829 | 1.860 | 1.285 | 2.221 | 1.415 | 24.00 |
| <i>Manilkara bidentata</i> | 3.042 | 4.202 | 1.654 | 1.693 | 1.847 | 1.623 | 24.00 |
| <i>Tachigali bracteosa</i> | 3.935 | 4.164 | 2.581 | 1.444 | 2.769 | 1.515 | 16.33 |
| Sub total | 4.375 | 4.440 | 1.771 | 1.451 | 2.133 | 1.474 | 365.33 |

En el periodo inter censal 2004-2017 (tabla 17), la tasa anual de crecimiento más alto dentro de la categoría de las especies con abundancia media se observó en *Hevea nitida* ($2,498 \pm 2,124\%$ /año) y en *Parkia igneiflora* con $2,349 \pm 1,245\%$ /año; la tasa más baja se observó en *Pouteria guianensis* ($1,174 \pm 0,836\%$ /año).

Tabla 17: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar (D.E) y densidad media (N/ha) de media de árboles del bosque varillal seco por periodo inter censal

| Especie (abundancia media) | Periodo inter censal | | | | | | Nha |
|---------------------------------|----------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|-------|
| | año 2004-2007 | | año 2007-2017 | | año 2004-2017 | | |
| | Tasa (%) | D.E | Tasa (%) | D.E | Tasa (%) | D.E | |
| <i>Dendropanax arboreus</i> | 3.562 | 4.026 | 1.670 | 2.559 | 1.933 | 2.166 | 14.67 |
| <i>Couepia sp.</i> | 1.981 | 3.825 | 1.097 | 1.001 | 1.220 | 0.931 | 14.00 |
| <i>Symphonia globulifera</i> | 4.511 | 4.400 | 1.607 | 1.612 | 2.010 | 1.554 | 11.67 |
| <i>Maclobium acaciaefolium</i> | 3.955 | 3.460 | 1.923 | 1.347 | 2.205 | 1.252 | 11.00 |
| <i>Ocotea cernua</i> | 2.826 | 3.055 | 1.682 | 1.487 | 1.841 | 1.526 | 10.33 |
| <i>Vatairea guianensis</i> | 4.110 | 4.167 | 1.730 | 1.776 | 2.060 | 1.708 | 10.33 |
| <i>Dipterex micrantha</i> | 3.766 | 3.249 | 1.726 | 1.580 | 2.010 | 1.466 | 9.67 |
| <i>Cynometra bauhinifolia</i> | 3.893 | 8.525 | 1.636 | 1.472 | 1.949 | 1.857 | 9.00 |
| <i>Parkia igneiflora</i> | 2.302 | 1.915 | 2.357 | 1.360 | 2.349 | 1.245 | 9.00 |
| <i>Haploclathra cordata</i> | 3.462 | 2.926 | 1.832 | 2.081 | 2.058 | 1.869 | 8.33 |
| <i>Calophyllum brasiliensis</i> | 6.029 | 7.961 | 1.708 | 0.806 | 2.309 | 1.524 | 7.67 |
| <i>Hevea nítida</i> | 1.989 | 1.748 | 2.580 | 2.326 | 2.498 | 2.124 | 7.33 |
| <i>Pouteria guianensis</i> | 2.834 | 2.883 | 0.906 | 0.715 | 1.174 | 0.836 | 7.33 |
| <i>Ocotea bofo</i> | 4.553 | 5.636 | 1.476 | 0.923 | 1.904 | 1.042 | 7.00 |
| <i>Protium subserratum</i> | 3.452 | 4.501 | 2.076 | 1.724 | 2.268 | 1.671 | 7.00 |
| <i>Simaba polyphylla</i> | 3.376 | 4.945 | 1.580 | 2.409 | 1.829 | 2.101 | 7.00 |
| <i>Pseudolmedia laevis</i> | 2.831 | 3.218 | 2.026 | 1.744 | 2.138 | 1.579 | 6.33 |
| <i>Apuleia molaris</i> | 1.621 | 1.996 | 1.750 | 1.909 | 1.732 | 1.622 | 5.33 |
| Sub total | 3.392 | 4.024 | 1.742 | 1.602 | 1.972 | 1.560 | 163.0 |

En el periodo inter censal 2005-2017 (tabla 18), la tasa anual de crecimiento más alto para las especies con baja abundancia se observó en *Licaria armeniaca* ($5,583 \pm 1,152\%$ /año); la tasa más baja ocurrió en *Iryanthera juruensis* ($0,642 \pm 0,294\%$ /año).

Tabla 18: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar (D.E) y densidad (N/ha) de las especies con abundancia baja de árboles en el bosque varillal seco por periodo inter censal.

| Especie (abundancia baja) | Periodo inter censal | | | | | | Nha |
|---------------------------------|----------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|-------|
| | año 2005-2007 | | año 2007-2017 | | año 2005-2017 | | |
| | Tasa (%) | D.E | Tasa (%) | D.E | Tasa (%) | D.E | |
| <i>Aspidosperma rigidum</i> | 3.906 | 3.556 | 3.038 | 2.792 | 3.159 | 2.292 | 4.67 |
| <i>Guatteria citriodora</i> | 3.359 | 5.411 | 0.849 | 0.628 | 1.197 | 1.213 | 4.67 |
| <i>Dendrobangia multinervia</i> | 2.580 | 2.971 | 1.694 | 1.387 | 1.817 | 1.326 | 4.33 |
| <i>Xylopia parviflora</i> | 1.643 | 1.239 | 1.500 | 0.771 | 1.520 | 0.721 | 3.67 |
| <i>Caraipa densifolia</i> | 3.192 | 1.961 | 2.258 | 1.728 | 2.388 | 1.593 | 3.33 |
| <i>Pouteria glomerata</i> | 5.136 | 8.949 | 1.485 | 1.940 | 1.992 | 2.019 | 3.33 |
| <i>Aspidosperma schultesii</i> | 1.632 | 1.815 | 1.401 | 1.358 | 1.433 | 1.275 | 2.33 |
| <i>Heisteria sp.</i> | 4.524 | 5.070 | 0.548 | 0.189 | 1.101 | 0.601 | 2.33 |
| <i>Licaria armeniaca</i> | 8.139 | 2.854 | 5.171 | 1.293 | 5.583 | 1.150 | 2.33 |
| <i>Iryanthera juruensis</i> | 1.624 | 0.644 | 0.483 | 0.402 | 0.642 | 0.294 | 2.00 |
| <i>Vatairea erythrocarpa</i> | 2.748 | 1.054 | 1.425 | 1.319 | 1.609 | 1.152 | 2.00 |
| <i>Guatteria chlorantha</i> | 4.125 | 5.580 | 2.371 | 1.448 | 2.614 | 1.817 | 1.67 |
| <i>Macoubea guianensis</i> | 1.330 | 0.973 | 1.544 | 0.888 | 1.514 | 0.691 | 1.67 |
| <i>Ocotea alata</i> | 2.837 | 3.914 | 2.440 | 1.066 | 2.495 | 1.364 | 1.67 |
| <i>Anaueria brasiliensis</i> | 2.203 | 0.989 | 0.432 | 0.203 | 0.678 | 0.243 | 1.33 |
| <i>Aspidosperma excelsum</i> | 4.980 | 2.742 | 0.671 | 0.207 | 1.270 | 0.256 | 1.33 |
| <i>Calypttranthes pulchella</i> | 2.887 | 2.228 | 1.004 | 1.086 | 1.266 | 1.213 | 1.33 |
| <i>Clusia sp.</i> | 1.660 | 3.320 | 2.731 | 2.367 | 2.582 | 2.086 | 1.33 |
| <i>Parkia nítida</i> | 5.124 | 2.033 | 1.813 | 0.634 | 2.273 | 0.759 | 1.33 |
| <i>Xylopia neglecta</i> | 3.038 | 2.411 | 3.426 | 1.666 | 3.372 | 1.595 | 1.33 |
| <i>Alchornea triplinervia</i> | 7.019 | 6.156 | 2.579 | 1.448 | 3.196 | 0.952 | 1.00 |
| <i>Licania harlingii</i> | 2.172 | 1.235 | 1.124 | 1.281 | 1.270 | 1.268 | 1.00 |
| <i>Pterocarpus amazonum</i> | 3.778 | 2.188 | 0.800 | 0.572 | 1.214 | 0.440 | 1.00 |
| <i>Sterculia apetala</i> | 4.141 | 3.640 | 0.837 | 0.619 | 1.296 | 0.272 | 1.00 |
| <i>Ternstroenia sp.</i> | 2.111 | 2.308 | 0.961 | 0.188 | 1.121 | 0.335 | 1.00 |
| <i>Tocoyena williamsii</i> | 4.942 | 6.322 | 1.308 | 1.499 | 1.813 | 0.904 | 1.00 |
| <i>Virola calophylla</i> | 1.112 | 0.809 | 0.957 | 0.514 | 0.978 | 0.453 | 1.00 |
| Sub total | 3.405 | 3.051 | 1.661 | 1.092 | 1.903 | 1.048 | 55.00 |

En el periodo inter censal 2004-2017 (tabla 19), la tasa anual de crecimiento más alto dentro de la categoría de las especies con abundancia escasa se observó en *Brosimum rubescens* con una tasa de $4,83 \pm 4,88\%$ /año; la tasa más baja se observó en *Terminalia amazónica* ($0,463 \pm 0,562\%$ /año).

Tabla 19: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar (D.E) y escasa densidad (N/ha) abundancia de árboles por periodo inter censal.

| Especie (abundancia escasa) | Periodo inter censal | | | | | | Nha |
|--------------------------------|----------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|-------|
| | año 2004-2007 | | año 2007-2017 | | año 2004-2017 | | |
| | Tasa (%) | D.E | Tasa (%) | D.E | Tasa (%) | D.E | |
| <i>Brosimum rubescens</i> | 3.064 | 3.262 | 5.109 | 6.198 | 4.825 | 4.884 | 0.67 |
| <i>Ecclinusa lanceolata</i> | 2.828 | 2.081 | 0.532 | 0.363 | 0.851 | 0.602 | 0.67 |
| <i>Guarea gomma</i> | 6.627 | 3.470 | 1.707 | 0.721 | 2.391 | 1.103 | 0.67 |
| <i>Jacaranda copaia</i> | 4.440 | 2.368 | 1.940 | 0.721 | 2.287 | 0.292 | 0.67 |
| <i>Jacaranda macrocarpa</i> | 2.586 | 3.658 | 3.365 | 4.299 | 3.257 | 4.209 | 0.67 |
| <i>Licania blackeii</i> | 1.166 | 1.649 | 1.306 | 1.180 | 1.287 | 1.245 | 0.67 |
| <i>Licania heteromorpha</i> | 3.265 | 0.281 | 0.835 | 0.467 | 1.173 | 0.363 | 0.67 |
| <i>Protium nodulosum</i> | 5.485 | 0.256 | 1.197 | 0.071 | 1.793 | 0.025 | 0.67 |
| <i>Simarouba amara</i> | 4.582 | 3.422 | 2.373 | 0.053 | 2.680 | 0.430 | 0.67 |
| <i>Terminalia amazónica</i> | 0.000 | 0.000 | 0.538 | 0.653 | 0.463 | 0.562 | 0.67 |
| <i>Theobroma glaucum</i> | 4.283 | 1.955 | 3.056 | 1.424 | 3.226 | 1.498 | 0.67 |
| <i>Virola elongata</i> | 0.887 | 1.255 | 0.537 | 0.117 | 0.586 | 0.074 | 0.67 |
| <i>Brosimum utile</i> | 1.687 | | 1.926 | | 1.893 | | 0.33 |
| <i>Clarisia racemosa</i> | 0.672 | | 0.416 | | 0.452 | | 0.33 |
| <i>Conceveiba rhytidocarpa</i> | 26.435 | | 1.345 | | 4.831 | | 0.33 |
| <i>Garcinia benthamiana</i> | 0.000 | | 0.539 | | 0.464 | | 0.33 |
| <i>Guarea guidonia</i> | 5.666 | | 1.267 | | 1.878 | | 0.33 |
| <i>Guatteria megalophylla</i> | 1.571 | | 0.357 | | 0.526 | | 0.33 |
| <i>Guatteria tessmannii</i> | 0.908 | | 0.122 | | 0.231 | | 0.33 |
| <i>Guatteria trichoclonia</i> | 0.843 | | 0.083 | | 0.189 | | 0.33 |
| <i>Licania balckei</i> | 0.569 | | 0.290 | | 0.329 | | 0.33 |
| <i>Macrolobium igneifolia</i> | 4.841 | | 0.297 | | 0.928 | | 0.33 |
| <i>Manilkara guianensis</i> | 2.495 | | 1.561 | | 1.691 | | 0.33 |
| <i>Micropholis guyanensis</i> | 0.695 | | 0.170 | | 0.243 | | 0.33 |
| <i>Minquartia guianensis</i> | 3.513 | | 1.561 | | 1.832 | | 0.33 |
| <i>Prunus detrita</i> | 0.592 | | 2.421 | | 2.167 | | 0.33 |
| <i>Psidium sp.</i> | 1.775 | | 3.014 | | 2.842 | | 0.33 |
| <i>Simira sp.</i> | 1.675 | | 1.886 | | 1.856 | | 0.33 |
| <i>Symmeria paniculata</i> | 8.522 | | 2.901 | | 3.682 | | 0.33 |
| <i>Tabebuia serratifolia</i> | 3.157 | | 0.651 | | 0.999 | | 0.33 |
| <i>Taralea oppositifolia</i> | 30.367 | | 0.548 | | 4.691 | | 0.33 |
| <i>Tocoyena sp.</i> | 7.789 | | 2.417 | | 3.163 | | 0.33 |
| <i>Zygia basijugum</i> | 2.900 | | 2.571 | | 2.617 | | 0.33 |
| Sub total | 4.421 | 1.971 | 1.480 | 1.356 | 1.889 | | 15.00 |

En la tabla 20 se observa que el promedio del incremento medio anual (IMA) del diámetro de los árboles sin lianas o que están presentes crecieron más que en los árboles donde las lianas estaban restringiendo su crecimiento por estrangulamiento. En la parcela 9 (periodo inter censal 2004 al 2007) el incremento medio anual en los árboles sin lianas fue 0,85 cm/año, en los árboles con lianas delgadas fue 0,75 cm/año y en los que las lianas gruesas estrangulan al árbol el crecimiento fue 0,387 cm/año. En la parcela 10, el IMA en los árboles sin lianas fue 0,54 cm/año, en los árboles con lianas delgadas 0,58 cm/año. En la parcela 11, en los árboles sin lianas fue 0,56 cm/año, en los árboles con lianas delgadas fue 0,53 cm/año y cuando las lianas gruesas estrangulan el árbol el crecimiento fue 0,82 cm/año.

En la parcela permanente 9, en el periodo inter censal 2007 al 2017 el incremento medio anual en los árboles sin lianas fue 0,32 cm/año, en los árboles con lianas delgadas fue 0,36 cm/año y en aquellos donde las lianas gruesas estrangulan al árbol fue 0,12 cm/año. En la parcela 10, el IMA en los árboles sin lianas fue 0,42 cm/año, en los árboles con lianas delgadas fue 0,59 cm/año. En la parcela 11, el IMA en los árboles sin lianas fue 0,19 cm/año, los árboles con lianas delgadas fue 0,23 cm/año y en los árboles con lianas gruesas que estrangulan al fuste su crecimiento fue 0,115 cm/año.

En la parcela 9, en el periodo inter censal 2004 al 2017 el incremento medio anual en los árboles sin lianas fue 0,39 cm/año, los árboles con lianas delgadas 0,413 cm/año y en aquellos donde las lianas gruesas estrangulan el fuste fue 0,157 cm/año. En la parcela 10, el IMA en los árboles sin lianas fue 0,44 cm/año, los árboles con lianas delgadas 0,59 cm/año. En la parcela 11, en los árboles sin lianas fue 0,25 cm/año, en los árboles con lianas delgadas fue 0,27 cm/año y en donde las lianas gruesas estrangulaban el fuste el crecimiento fue 0,21 cm/año.

Tabla 20: Incremento medio anual (IMA) cm/año, desviación estándar y número de árboles del bosque varillal alto seco según la presencia de lianas, por periodo inter censal y parcela

| Periodo inter censal | PPM | Presencia de lianas | IMA (cm/año) | Desviación estándar | N |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------|-------|
| 2004-2007 | 9 | Presente sin causar daño | 0.751 | 0.522 | 37 |
| | | Restringiendo el crecimiento | 0.387 | 0.203 | 4 |
| | | Sin lianas | 0.852 | 0.460 | 100 |
| | | Total | 0.812 | 0.478 | 141 |
| | 10 | Presente sin causar daño | 0.578 | 0.624 | 27 |
| | | Sin lianas | 0.540 | 0.554 | 100 |
| | | Total | 0.548 | 0.567 | 127 |
| | 11 | Presente sin causar daño | 0.528 | 0.476 | 29 |
| | | Restringiendo el crecimiento | 0.821 | 0.710 | 5 |
| | | Sin lianas | 0.556 | 0.576 | 99 |
| | | Total | 0.560 | 0.559 | 133 |
| | 2007-2017 | 9 | Presente sin causar daño | 0.359 | 0.266 |
| Restringiendo el crecimiento | | | 0.121 | 0.111 | 4 |
| Sin lianas | | | 0.322 | 0.185 | 100 |
| Total | | | 0.326 | 0.210 | 141 |
| 10 | | Presente sin causar daño | 0.594 | 0.505 | 27 |
| | | Sin lianas | 0.419 | 0.315 | 100 |
| | | Total | 0.456 | 0.369 | 127 |
| 11 | | Presente sin causar daño | 0.230 | 0.204 | 29 |
| | | Restringiendo el crecimiento | 0.115 | 0.113 | 5 |
| | | Sin lianas | 0.196 | 0.109 | 99 |
| | | Total | 0.200 | 0.136 | 133 |
| 2004-2017 | | 9 | Presente sin causar daño | 0.413 | 0.252 |
| | Restringiendo el crecimiento | | 0.157 | 0.098 | 4 |
| | Sin lianas | | 0.395 | 0.195 | 100 |
| | Total | | 0.393 | 0.212 | 141 |
| | 10 | Presente sin causar daño | 0.591 | 0.458 | 27 |
| | | Sin lianas | 0.436 | 0.302 | 100 |
| | | Total | 0.469 | 0.345 | 127 |
| | 11 | Presente sin causar daño | 0.271 | 0.198 | 29 |
| | | Restringiendo el crecimiento | 0.213 | 0.158 | 5 |
| | | Sin lianas | 0.246 | 0.136 | 99 |
| | | Total | 0.250 | 0.152 | 133 |

En la tabla 21 se observa que los árboles sin lianas o los que tuvieron lianas delgadas en general crecieron a una tasa anual mayor, que cuando los árboles tuvieron lianas que estrangulan el fuste. Así en la parcela 9, en el periodo intercensal 2004 al 2007 la tasa anual de crecimiento en los árboles sin lianas fue 5,79%, en los árboles con lianas delgadas 5,43% y en los árboles con lianas gruesas que estrangulan al fuste la tasa anual de crecimiento fue 2,93%. En la parcela 10, la tasa anual de crecimiento en los árboles sin lianas fue 2,90%, en los árboles con lianas delgadas 2,47 %. En la parcela 11, la tasa de crecimiento de los árboles sin lianas fue 3,44 %, en los árboles con lianas delgadas fue 3,34 %, mientras que cuando estaban con lianas gruesas estrangulando el fuste fue 5,44 %.

En la parcela 9, en el periodo intercensal 2007 al 2017 la tasa anual de crecimiento en los árboles sin lianas fue 1,79 %, los árboles con lianas delgadas fue 2,12 %, mientras que cuando las lianas gruesas estrangulaban al fuste su la tasa anual de crecimiento fue 0,78%. En la parcela 10, la tasa anual de crecimiento de los árboles sin lianas fue 1,91 %, en los árboles con lianas delgadas fue 2,48 %. En la parcela 11, la tasa en los árboles sin lianas fue 1,1 %, en los árboles con lianas delgadas fue 1,31%, mientras que cuando las lianas gruesas que estrangulaban al fuste la tasa anual de crecimiento fue 0,69 %.

En la parcela 9, en el periodo intercensal 2004 al 2017 la tasa anual de crecimiento en los árboles sin lianas fue 2,34%, los árboles con lianas delgadas fue 2,58% y en los árboles con lianas gruesas que estrangulaban al fuste su tasa anual de crecimiento fue 1,09%. En la parcela 10, la tasa anual de crecimiento en los árboles sin lianas fue 2,04%, en los árboles con lianas delgadas fue 2,48%. En la parcela 11, la tasa fue 1,42% en los árboles sin lianas, en los árboles con lianas delgadas fue 1,59% y en los que las lianas gruesas estrangulaban al fuste la tasa de crecimiento fue 1,35 %.

Tabla 21: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar y número de árboles del bosque varillal seco según la presencia de lianas, periodo inter censal y parcela.

| Periodo inter censal | PPM | Presencia de lianas | Tasa | Desviación | N |
|--|--|------------------------------|--------------------------|------------|-------|
| | | | crecimiento DAP (%) | estándar | |
| L L a t 2004-2007 a b l a 2 2 , m 2007-2017 e s t r a d i f e r e n c i | 9 | Presente sin causar daño | 5.434 | 3.603 | 37 |
| | | Restringiendo el crecimiento | 2.926 | 1.618 | 4 |
| | | Sin lianas | 5.796 | 2.981 | 100 |
| | | Total | 5.620 | 3.149 | 141 |
| | 10 | Presente sin causar daño | 2.467 | 1.430 | 27 |
| | | Sin lianas | 2.904 | 2.840 | 100 |
| | | Total | 2.811 | 2.606 | 127 |
| | 11 | Presente sin causar daño | 3.344 | 2.763 | 29 |
| | | Restringiendo el crecimiento | 5.409 | 4.635 | 5 |
| | | Sin lianas | 3.440 | 3.253 | 99 |
| | | Total | 3.493 | 3.205 | 133 |
| | L L a t 2004-2007 a b l a 2 2 , m 2007-2017 e s t r a d i f e r e n c i | 9 | Presente sin causar daño | 2.124 | 1.436 |
| Restringiendo el crecimiento | | | 0.788 | 0.592 | 4 |
| Sin lianas | | | 1.786 | 0.853 | 100 |
| Total | | | 1.847 | 1.052 | 141 |
| 10 | | Presente sin causar daño | 2.478 | 2.106 | 27 |
| | | Sin lianas | 1.906 | 1.213 | 100 |
| | | Total | 2.027 | 1.459 | 127 |
| 11 | | Presente sin causar daño | 1.309 | 0.994 | 29 |
| | | Restringiendo el crecimiento | 0.690 | 0.602 | 5 |
| | | Sin lianas | 1.098 | 0.490 | 99 |
| | | Total | 1.129 | 0.644 | 133 |
| L L a t 2004-2007 a b l a 2 2 , m 2007-2017 e s t r a d i f e r e n c i | | 9 | Presente sin causar daño | 2.584 | 1.394 |
| | Restringiendo el crecimiento | | 1.085 | 0.489 | 4 |
| | Sin lianas | | 2.343 | 0.963 | 100 |
| | Total | | 2.371 | 1.105 | 141 |
| | 10 | Presente sin causar daño | 2.477 | 1.819 | 27 |
| | | Sin lianas | 2.044 | 1.203 | 100 |
| | | Total | 2.136 | 1.361 | 127 |
| | 11 | Presente sin causar daño | 1.592 | 0.978 | 29 |
| | | Restringiendo el crecimiento | 1.345 | 0.902 | 5 |
| | | Sin lianas | 1.423 | 0.663 | 99 |
| | | Total | 1.457 | 0.748 | 133 |

as estadísticas significativas en el incremento medio anual (IMA) y tasa anual de crecimiento entre parcelas (Anova, GI error=393, $p < 0.05$) con excepción del IMA para el periodo 2004 al 2007 y que la presencia de lianas afectan el crecimiento, disminuyéndola.

Tabla 22: ANOVA de la tasa anual de crecimiento e IMA de los árboles del bosque varillal seco en función de la presencia de lianas.

| Origen | Variable | Suma de cuadrados | GI | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------|---------------|-------------------|-----|------------------|--------|-------|
| PPM | IMA 2004-2007 | 0.769 | 2 | 0.385 | 1.346 | 0.261 |
| | Ima2007-2017 | 3.235 | 2 | 1.618 | 25.578 | 0.000 |
| | Ima2004-2017 | 2.054 | 2 | 1.027 | 17.143 | 0.000 |
| | TASA2004-2007 | 204.899 | 2 | 102.449 | 11.362 | 0.000 |
| | TASA2007-2017 | 26.680 | 2 | 13.340 | 11.368 | 0.000 |
| | TASA2004-2017 | 9.426 | 2 | 4.713 | 3.983 | 0.019 |
| LIANAS | IMA 2004-2007 | 0.111 | 2 | 0.056 | 0.195 | 0.823 |
| | Ima2007-2017 | 0.636 | 2 | 0.318 | 5.028 | 0.007 |
| | Ima2004-2017 | 0.453 | 2 | 0.227 | 3.782 | 0.024 |
| | TASA2004-2007 | 7.631 | 2 | 3.816 | 0.423 | 0.655 |
| | TASA2007-2017 | 14.610 | 2 | 7.305 | 6.225 | 0.002 |
| | TASA2004-2017 | 9.742 | 2 | 4.871 | 4.117 | 0.017 |
| PPM * LIANAS | IMA 2004-2007 | 1.317 | 3 | 0.439 | 1.536 | 0.205 |
| | Ima2007-2017 | 0.318 | 3 | 0.106 | 1.677 | 0.171 |
| | Ima2004-2017 | 0.355 | 3 | 0.118 | 1.977 | 0.117 |
| | TASA2004-2007 | 50.462 | 3 | 16.821 | 1.865 | 0.135 |
| | TASA2007-2017 | 2.287 | 3 | 0.762 | 0.650 | 0.584 |
| | TASA2004-2017 | 3.884 | 3 | 1.295 | 1.094 | 0.351 |
| Error | IMA 2004-2007 | 112.271 | 393 | .286 | | |
| | Ima2007-2017 | 24.857 | 393 | 0.063 | | |
| | Ima2004-2017 | 23.547 | 393 | 0.060 | | |
| | TASA2004-2007 | 3543.610 | 393 | 9.017 | | |
| | TASA2007-2017 | 461.174 | 393 | 1.173 | | |
| | TASA2004-2017 | 465.005 | 393 | 1.183 | | |
| Total | IMA 2004-2007 | 119.779 | 400 | | | |
| | Ima2007-2017 | 30.034 | 400 | | | |
| | Ima2004-2017 | 27.544 | 400 | | | |
| | TASA2004-2007 | 4183.648 | 400 | | | |
| | TASA2007-2017 | 537.433 | 400 | | | |
| | TASA2004-2017 | 538.972 | 400 | | | |

La tabla 23, muestra que el IMA entre la parcela 10 (0,56 cm/año) y 11 (0,64 cm/año) son similares (tukey, $p > 0,05$) y difiere del IMA de la parcela 9 (0,66 cm/año) (tukey, $p < 0,05$); similar ocurrió en tasa anual de crecimiento parcela 10 (2,69 %/año), 11 (4,06 %/año) y 9 (4,72 %/año) respectivamente (inter censo 2005-2007). Para el inter censo 2007-2017 el IMA entre parcelas fueron diferentes (tukey, $p < 0,05$); pero la tasa de crecimiento anual fueron similares (test tukey, $p > 0,05$) entre la parcela 9 (1,57 %/año) y 11 (1,03 %/año) y diferente con la parcela 10 (2,19 %/año) (test tukey, $p < 0,05$). En el inter censo 2005-2017 el IMA entre las parcelas 9,10 y 11 fueron diferentes (tukey, $p < 0,05$), y la tasa anual de crecimiento fueron similares (test tukey, $p > 0,05$) entre la parcela 9 (2,00 %) y la 10 (2,26 %) y difiere con la tasa de la parcela 11 (1.45 %) (Test tukey, $p < 0,05$).

Tabla 23: Promedio, error estándar, significación estadística e intervalo de confianza de la tasa anual de crecimiento e Incremento medio anual (IMA), entre parcelas permanentes (PPM) del bosque varillal seco.

| Variable dependiente | PPM | Media | SIG | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|--|-----|-------|-----|----------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| IMA 2004-2007 (cm/año) | 9 | 0.663 | B | 0.095 | 0.476 | 0.851 |
| | 10 | 0.559 | A | 0.058 | 0.445 | 0.673 |
| | 11 | 0.635 | A | 0.088 | 0.462 | 0.808 |
| IMA 2007-2017 (cm/año) | 9 | 0.267 | B | 0.045 | 0.179 | 0.356 |
| | 10 | 0.506 | C | 0.027 | 0.453 | 0.560 |
| | 11 | 0.180 | A | 0.041 | 0.099 | 0.262 |
| IMA 2004-2017 (cm/año) | 9 | 0.322 | B | 0.044 | 0.236 | 0.408 |
| | 10 | 0.513 | C | 0.027 | 0.461 | 0.566 |
| | 11 | 0.243 | A | 0.040 | 0.164 | 0.322 |
| Tasa crecimiento anual DAP (%) 2004-2007 | 9 | 4.719 | B | 0.536 | 3.665 | 5.773 |
| | 10 | 2.685 | A | 0.326 | 2.045 | 3.326 |
| | 11 | 4.064 | A | 0.495 | 3.091 | 5.037 |
| Tasa crecimiento anual DAP (%) 2007-2017 | 9 | 1.566 | B | 0.193 | 1.186 | 1.946 |
| | 10 | 2.192 | B | 0.117 | 1.961 | 2.423 |
| | 11 | 1.032 | A | 0.179 | 0.681 | 1.383 |
| Tasa crecimiento anual DAP (%) 2004-2017 | 9 | 2.004 | B | 0.194 | 1.622 | 2.386 |
| | 10 | 2.261 | B | 0.118 | 2.029 | 2.493 |
| | 11 | 1.454 | A | 0.179 | 1.101 | 1.806 |

Sig. (Significancia estadística)= Promedios de las variables con letras distintas son estadísticamente diferentes (test Tukey, $p < 0.05$).

El efecto de las lianas en el IMA y en la tasa de crecimiento (tabla 24) para el inter censo 2004-2007 fueron similares ($p>0,05$). En el periodo 2007-2017 el IMA en los árboles con lianas que estrangulan el fuste fue menor (0,12 cm/año) que en los árboles sin lianas (0,31 cm/año) o con alguna lianas presente (0,39 cm/año) (tukey, $p<0,05$). En el periodo 2004 al 2017 el menor IMA (0,19 cm/año) ocurrió cuando las lianas estrangulan el fuste y el IMA en los árboles sin lianas (0,36 cm/año) o con alguna liana (0,43 cm/año) fueron los valores más altos (test tukey, $p<0,05$). Por otra parte, en el periodo 2007-2017 la tasa anual de crecimiento fue menor (0,739%) en los árboles con lianas que restringen su crecimiento y la mayor tasa de crecimiento ocurrió en los árboles sin lianas. Para el periodo 2004-2017 el menor valor (1,215%) ocurrió en los árboles con lianas que restringen su crecimiento y la mayor tasa de crecimiento en los árboles sin lianas (1,937 cm/año) (test tukey, $p<0,05$).

Tabla 24: Tasa anual de crecimiento del DAP e Incremento medio anual (IMA), error estándar, significación estadística e intervalo de confianza entre categorías de lianas del bosque varillal seco.

| Variable dependiente | Media | Sig. | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% | | |
|----------------------|------------------------------|-------|----------------|-------------------------------|-----------------|-------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | |
| IMA 2004-2007 | Presente sin causar daño | 0.619 | A | 0.056 | 0.509 | 0.729 |
| | Restringiendo el crecimiento | 0.604 | A | 0.179 | 0.252 | 0.957 |
| | Sin lianas | 0.649 | A | 0.031 | 0.589 | 0.710 |
| Ima 2007-2017 | Presente sin causar daño | 0.394 | B | 0.026 | 0.343 | 0.446 |
| | Restringiendo el crecimiento | 0.118 | A | 0.084 | -0.048 | 0.283 |
| | Sin lianas | 0.312 | B | 0.015 | 0.284 | 0.341 |
| Ima 2004-2017 | Presente sin causar daño | 0.425 | B | 0.026 | 0.375 | 0.475 |
| | Restringiendo el crecimiento | 0.185 | A | 0.082 | 0.024 | 0.346 |
| | Sin lianas | 0.359 | B | 0.014 | 0.331 | 0.387 |
| TASA 2004-2007 | Presente sin causar daño | 3.749 | A | 0.314 | 3.131 | 4.366 |
| | Restringiendo el crecimiento | 4.167 | A | 1.007 | 2.187 | 6.148 |
| | Sin lianas | 4.046 | A | 0.174 | 3.705 | 4.388 |
| TASA 2007-2017 | Presente sin causar daño | 1.971 | B | 0.113 | 1.748 | 2.194 |
| | Restringiendo el crecimiento | 0.739 | A | 0.363 | 0.024 | 1.453 |
| | Sin lianas | 1.597 | B | 0.063 | 1.473 | 1.720 |
| TASA 2004-2017 | Presente sin causar daño | 2.218 | B | 0.114 | 1.994 | 2.441 |
| | Restringiendo el crecimiento | 1.215 | A | 0.365 | 0.498 | 1.933 |
| | Sin lianas | 1.937 | AB | 0.063 | 1.813 | 2.061 |

Existe efecto de la forma de la copa en el IMA y en la tasa de crecimiento (tabla 25), En todos los periodos inter censales y en todas las parcelas 9, 10 y 11 el IMA en los árboles con copa regular fue mayor que en los árboles con copa irregular.

Tabla 25: Incremento medio anual (IMA) cm/año , desviación estándar y número de árboles del bosque varillal seco según la forma de copa, periodo inter censal y parcela

| Variable | PPM | Forma de copa | IMA (cm/año) | Desviación estándar | N |
|-----------|-----|---------------|-----------------|------------------------|-----|
| 2004-2007 | 9 | Irregular | 0.485 | 0.314 | 7 |
| | | Pocas ramas | 0.893 | | 1 |
| | | Regular | 0.834 | | 100 |
| | 10 | Irregular | 0.495 | 0.504 | 32 |
| | | Pocas ramas | 0.417 | | 2 |
| | | Regular | 0.541 | | 97 |
| | 11 | Irregular | 0.384 | 0.301 | 59 |
| | | Pocas ramas | 0.719 | | 12 |
| | | Regular | 0.598 | | 81 |
| 2007-2017 | 9 | Irregular | 0.307 | 0.298 | 7 |
| | | Pocas ramas | 0.278 | | 1 |
| | | Regular | 0.328 | | 100 |
| | 10 | Irregular | 0.608 | 0.231 | 32 |
| | | Pocas ramas | 0.595 | | 2 |
| | | Regular | 0.417 | | 97 |
| | 11 | Irregular | 0.161 | 0.117 | 59 |
| | | Pocas ramas | 0.246 | | 12 |
| | | Regular | 0.233 | | 81 |
| 2004-2017 | 9 | Irregular | 0.331 | 0.286 | 7 |
| | | Pocas ramas | 0.363 | | 1 |
| | | Regular | 0.398 | | 100 |
| | 10 | Irregular | 0.592 | 0.237 | 32 |
| | | Pocas ramas | 0.570 | | 2 |
| | | Regular | 0.434 | | 97 |
| | 11 | Irregular | 0.191 | 0.115 | 59 |
| | | Pocas ramas | 0.311 | | 12 |
| | | Regular | 0.283 | | 81 |

En la tabla 26 se observa que la mayor tasa anual de crecimiento ocurrió en los árboles con copa regular y la menor cuando tenía copa irregular. En la parcela permanente 9, en el periodo inter censal 2004 al 2007 la tasa anual de crecimiento en los árboles con copa regular fue 5,79%/año y en los árboles con copa irregular fue menor (4,29 %/año). En la parcela permanente 10, la tasa anual de crecimiento en los árboles con copa regular fue 2,75 %, en los árboles con copa irregular fue 2,76 %. En la parcela permanente 11, en los árboles con copa regular fue 3,68 %, los árboles con copa irregular fue 2,59 %.

En la parcela permanente 9, en el periodo inter censal 2007 al 2017 la tasa anual de crecimiento en los árboles con copa regular fue 1,82 %, en los árboles con copa irregular fue 2,08 %. En la parcela permanente 10, la tasa anual de crecimiento en los árboles con copa regular fue 1,79 %, los árboles con copa irregular fue 2,94 %. En la parcela permanente 11, en los árboles con copa regular fue 1,29 %, en los árboles con copa irregular fue 0,96 % (tabla 26).

En la parcela permanente 9, en el periodo inter censal 2004 al 2017 la tasa anual de crecimiento en los árboles con copa regular fue 2,35 %, los árboles con copa irregular fue 2,38 %. En la parcela permanente 10, la tasa anual de crecimiento en los árboles con copa regular fue 1,93 %, en los árboles con copa irregular fue 2,91 %. En la parcela permanente 11, en los árboles con copa regular fue 1,63 %, en los árboles con copa irregular fue 1,19 % (tabla 26).

Tabla 26: Tasa anual de crecimiento, desviación estándar y número de árboles del bosque varillal seco según la forma de copa, periodo inter censal y parcela

| Variable | PPM | Forma de copa | Tasa anual crecimiento (%) | Desviación estándar | N |
|-----------|-----|---------------|----------------------------|---------------------|-----|
| 2004-2007 | 9 | Irregular | 4.292 | 2.699 | 7 |
| | | Pocas ramas | 7.599 | | 1 |
| | | Regular | 5.689 | | 100 |
| | 10 | Irregular | 2.763 | 2.485 | 32 |
| | | Pocas ramas | 2.056 | 0.150 | 2 |
| | | Regular | 2.754 | 2.640 | 97 |
| | 11 | Irregular | 2.588 | 1.687 | 59 |
| | | Pocas ramas | 5.352 | 7.777 | 12 |
| | | Regular | 3.684 | 3.477 | 81 |
| 2007-2017 | 9 | Irregular | 2.081 | 1.695 | 7 |
| | | Pocas ramas | 2.001 | | 1 |
| | | Regular | 1.815 | | 100 |
| | 10 | Irregular | 2.938 | 0.775 | 32 |
| | | Pocas ramas | 2.662 | 0.355 | 2 |
| | | Regular | 1.794 | 1.216 | 97 |
| | 11 | Irregular | 0.959 | 0.526 | 59 |
| | | Pocas ramas | 1.493 | 2.835 | 12 |
| | | Regular | 1.299 | 0.931 | 81 |
| 2004-2017 | 9 | Irregular | 2.389 | 1.681 | 7 |
| | | Pocas ramas | 2.779 | | 1 |
| | | Regular | 2.354 | | 100 |
| | 10 | Irregular | 2.914 | 0.773 | 32 |
| | | Pocas ramas | 2.578 | 0.285 | 2 |
| | | Regular | 1.928 | 1.202 | 97 |
| | 11 | Irregular | 1.186 | 0.529 | 59 |
| | | Pocas ramas | 2.029 | 2.529 | 12 |
| | | Regular | 1.630 | 0.976 | 81 |

En la tabla 27, se muestra que existen diferencias estadísticas significativas en el incremento medio anual (IMA) y tasa anual de crecimiento entre parcelas (Anova, Gl error=382, $p < 0.05$) con excepción para el IMA entre el periodo 2004 al 2007 donde no se encontró diferencias significativas entre las parcelas evaluadas (Anova, Gl error=382, $p = 0.526$).

Tabla 27: ANOVA de la tasa anual de crecimiento e IMA de los árboles del bosque varillal alto en función de la forma de la copa.

| Origen | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---------------------|----------------|-------------------|-----|------------------|--------|-------|
| PPM | IMA 2004-2007 | 0.339 | 2 | 0.170 | .644 | 0.526 |
| | Ima 2007-2017 | 1.480 | 2 | 0.740 | 12.088 | 0.000 |
| | Ima 2004-2017 | 1.025 | 2 | 0.512 | 8.924 | 0.000 |
| | TASA2004-2007 | 60.626 | 2 | 30.313 | 3.402 | 0.034 |
| | TASA 2007-2017 | 22.143 | 2 | 11.072 | 10.025 | 0.000 |
| | TASA2004-2017 | 14.131 | 2 | 7.066 | 6.439 | 0.002 |
| Forma de copa | IMA 2004-2007 | 1.676 | 2 | 0.838 | 3.179 | 0.043 |
| | Ima 2007-2017 | 0.054 | 2 | 0.027 | 0.439 | 0.645 |
| | Ima 2004-2017 | 0.010 | 2 | 0.005 | 0.091 | 0.913 |
| | TASA2004-2007 | 34.101 | 2 | 17.051 | 1.914 | 0.149 |
| | TASA 2007-2017 | 5.865 | 2 | 2.933 | 2.656 | 0.072 |
| | TASA2004-2017 | 2.688 | 2 | 1.344 | 1.225 | 0.295 |
| PPM * Forma de copa | IMA 2004-2007 | 0.795 | 4 | 0.199 | 0.754 | 0.556 |
| | Ima 2007-2017 | 1.028 | 4 | 0.257 | 4.199 | 0.002 |
| | Ima 2004-2017 | 0.934 | 4 | 0.234 | 4.069 | 0.003 |
| | TASA2004-2007 | 33.089 | 4 | 8.272 | .0929 | 0.447 |
| | TASA 2007-2017 | 31.214 | 4 | 7.803 | 7.066 | 0.000 |
| | TASA2004-2017 | 29.072 | 4 | 7.268 | 6.623 | 0.000 |
| Error | IMA 2004-2007 | 100.727 | 382 | 0.264 | | |
| | Ima 2007-2017 | 23.387 | 382 | 0.061 | | |
| | Ima 2004-2017 | 21.930 | 382 | 0.057 | | |
| | TASA2004-2007 | 3403.299 | 382 | 8.909 | | |
| | TASA 2007-2017 | 421.860 | 382 | 1.104 | | |
| | TASA2004-2017 | 419.195 | 382 | 1.097 | | |
| Total | IMA 2004-2007 | 110.058 | 390 | | | |
| | Ima 2007-2017 | 29.279 | 390 | | | |
| | Ima 2004-2017 | 26.589 | 390 | | | |
| | TASA2005-2007 | 4039.543 | 390 | | | |
| | TASA 2007-2017 | 521.549 | 390 | | | |
| | TASA2004-2017 | 510.887 | 390 | | | |

Con el prueba de rangos múltiples de tukey (tabla 28), se muestra que el IMA entre las distintas categorías de forma de copa (test tukey, $p > 0,05$). Para el periodo 2004-2007 la menor tasa de crecimiento se registró en los árboles con copa irregular (3,24%) (test tukey, $p < 0,05$), y es similar al crecimiento de los árboles con copa regular (4,042%). La tasa anual de crecimiento para el periodo 2007-2017 y para el periodo 2004- 2017 en todas las categorías de forma de copa la tasa de crecimiento fue similar (test tukey, $p > 0,05$).

Tabla 28: Tasa anual de crecimiento del DAP e Incremento medio anual (IMA), error estándar, significación estadística entre forma de copa del bosque varillal seco.

| Variable dependiente | Forma de copa | Media | Sig. | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|----------------------|---------------|-------|------|----------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| IMA 2005-2007 | Irregular | 0.455 | A | 0.075 | 0.308 | 0.602 |
| | Pocas ramas | 0.676 | A | 0.215 | 0.253 | 1.100 |
| | Regular | 0.658 | A | 0.031 | 0.597 | 0.719 |
| ima 2007-2017 | Irregular | 0.359 | A | 0.036 | 0.288 | 0.430 |
| | Pocas ramas | 0.373 | A | 0.104 | 0.169 | 0.577 |
| | Regular | 0.326 | A | 0.015 | 0.296 | 0.355 |
| ima 2005-2017 | Irregular | 0.372 | A | 0.035 | 0.303 | 0.440 |
| | Pocas ramas | 0.415 | A | 0.100 | 0.217 | 0.612 |
| | Regular | 0.372 | A | 0.014 | 0.343 | 0.400 |
| TASA 2005-2007 | Irregular | 3.214 | A | 0.435 | 2.359 | 4.069 |
| | Pocas ramas | 5.002 | B | 1.252 | 2.541 | 7.464 |
| | Regular | 4.042 | AB | 0.180 | 3.689 | 4.396 |
| TASA 2007-2017 | Irregular | 1.993 | A | 0.153 | 1.692 | 2.294 |
| | Pocas ramas | 2.052 | A | 0.441 | 1.186 | 2.919 |
| | Regular | 1.636 | A | 0.063 | 1.512 | 1.761 |
| TASA 2005-2017 | Irregular | 2.163 | A | 0.153 | 1.863 | 2.463 |
| | Pocas ramas | 2.462 | A | 0.439 | 1.598 | 3.326 |
| | Regular | 1.970 | A | 0.063 | 1.846 | 2.094 |

CAPITULO V: DISCUSIÓN

El presente estudio abarcó este tipo de bosque “varillal” de la carretera Iquitos-Nauta, Km 31, cuyo contraste entre parcelas permanentes y entre censos (ANOVA tabla 3) muestra que existen diferencias estadísticas significativas en el área basal y en el volumen promedio de madera (Anova, gl error= 891, $p=0,000$), el promedio del área basal (16,82; 19,346 y 27,091 m^2/ha), que difiere de los 31,4 m^2/ha reportada por Oñate-Calvín *et al* (2013, p. 69), Gallardo (2015, p. 84) encontró que el área basal total fue de 22,50 m^2/ha y este promedio del área basal según Vargas *et al.* (2013, p. 19), en el bosque del tipo Varillal, asentado en suelos de arena cuarcítica blanca tipo Entisol de la Reserva Nacional Allpahuayo – Mishana encontraron que la amplitud del área basimétrica, varía entre 19,78 m^2/ha y 21,09 m^2/ha . Mientras que en el bosque del varillal seco prima, *Pachira brevipes*, *Sloanea latifolia*, *Dicymbe uaiparunensis*, *Inga sp*, *Caraipa utilis* (Panduro, 2008, p. 58). El potencial forestal de este bosque lo constituye 217,92 $m^3 ha^{-1}$, 748,44 árboles ha^{-1} y 18,10 $m^2 ha^{-1}$ de área basal. Demarchi *et al* (2018, p., 49), encontró que el área basal difiere significativamente entre parcelas de muestreo. El volumen de madera (161,16; 187,78 y 277,53 m^3/ha) entre los censos del año 2004, 2007 y 2017 (tabla 1) muestran que el patrón del bosque del varillal seco corresponde a poblaciones crecientes, por el aumento de la productividad primaria neta en el tiempo a pesar de las limitantes del suelo conformada por arena blanca, pobres en nutrientes y muy ácidos, confirmándose la hipótesis de que la dinámica del bosque varillal varía en área basal y volumen en el tiempo, y también varía dentro del bosque. Adeney *et al* (2016, p. 17) indican que “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. En una eco región amazónica en pleno funcionamiento, los ecosistemas pequeños e inusuales como los matorrales tienen un papel especial que desempeñar y se les debe dar una consideración especial en los esfuerzos de conservación”. Es más según Malhi *et al* (2015, p 2283), los patrones espaciales de biomasa están mucho más determinados por los patrones de tiempos de residencia (es decir, las tasas de mortalidad de los árboles) que por la variación espacial de la productividad o el crecimiento de los árboles. Respecto al tiempo del intervalo censal la IPCC (2003, p, 5.23), indican que los “el intervalo de tiempo entre las mediciones debe determinarse en función de la frecuencia de los eventos que causan cambios, y también en los requisitos de informes. En general, los intervalos de muestreo de 5-10 años son adecuados en el Sector LULUCF (Land Use, Land-Use Change and

Forestry- Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura), y en muchos países los datos de encuestas bien diseñadas ya están disponibles por muchas décadas, especialmente en el sector forestal". El promedio del área basal de la parcela 10 (25,94 m²/ha) es superior al de las parcelas 11 (18,25 m²/ha) y 9 (19,06 m²/ha) (prueba de Tukey, $p < 0,05$); el volumen promedio de madera también mantiene esta tendencia, confirmándose la heterogeneidad existente en este bosque, que constituye una ventaja en la ocupación del espacio. Lo que concuerda con Malhi *et al* (2015, p 2283), cuando indican que comprender la relación entre la fotosíntesis, la productividad primaria neta y el crecimiento en los ecosistemas forestales es clave para entender cómo estos ecosistemas responderán al cambio antropogénico global.

En el Perú se ha establecido el ciclo de corta de 20 años, a razón de un crecimiento de 0,5 cm/año de los árboles (Sabogal *et al* 2004, p, 46), pero esto un valor promedio para el bosque. Pero en el bosque, el crecimiento varía en función de la amplitud inter censal, se ha encontrado que en el periodo inter censal 2004-2007 (tabla 4), las especies forestales crecieron en promedio 0,67 cm/año, entre el 2007 al 2017 fue 0,34 cm/año y en el inter censo 2004-2017 fue 0,39 cm/año (Anova, GI error= 244, Fc=11,186; $p=0,000$). Estos valores es cercano al reportado por Hidalgo y del Águila (2013, p. 67), donde indican que la tasa de crecimiento diamétrico promedio de los árboles de las parcelas del Allpahuayo Mishana (varillal) fue de 0.69 ± 0.18 y 0.70 ± 0.25 cm/año. Por otro lado, el crecimiento de las especies forestales agrupadas en función a su abundancia de árboles durante el inter censo 2004 - 2007, las especies con alta abundancia de árboles ($n \geq 16$), crecieron 0,71 cm/año, las especies con abundancia media de árboles ($5 < n < 16$) crecieron 0,59 cm/año y en las especies abundancia baja ($1 < n < 5$) fue 0,36 cm/año. Pero cuando se considera una amplitud inter censal mayor (2004 al 2017), las especies con alta abundancia de árboles crecieron 0,41 cm/año y muestran similar crecimiento al de las especies con abundancia media que fue 0,39 cm/año (Anova, GI error= 244, Fc= 0,142; $p=0,935$). Según Eiten (1978, p. 174), "todas las caatingas amazónicas ocurren sobre arena blanca pura. La flora es en gran medida endémica y no tiene especies de cerrado en absoluto. Los troncos y las ramas son delgados, no retorcidos, y la corteza es delgada y lisa"

Zárate *et al* (2015, p. 154), indican que los "parches de bosques sobre arena blanca de la Amazonía peruana tienden a tener las mismas especies abundantes como *Pachira brevipes*, *Caraipa utilis*, *Dicymbe uaiparuensis*, *Dendropanax umbellatus*, *Sloanea spathulata*, *Ternstroemia klugiana*, *Haploclathra cordata*, *Parkia igneiflora*,

Emmotum floribundum, *Ravenia biramosa*, entre otras". En este estudio la especie más abundante (tabla 8) como *Pachira brevipes* tuvo el menor crecimiento (0,21 cm/año) y mayor crecimiento tuvo *Tachigali bracteosa* (0,66±0,56 cm/año). En las especies con abundancia media de árboles (tabla 11), el crecimiento más bajo se registró en *Pouteria guianensis* (0,18±0,12 cm/año), *Calophyllum brasiliensis* creció 0,52±0,45 cm/año, *Vatairea guianensis* creció 0,48±0,4 cm/año; y *Dipterex micrantha* 0,47±0,37 cm/año. En las especies con baja abundancia de árboles (tabla 10), el menor crecimiento se observó en *Licania harlingii* (0,18±0,21 cm/año) y *Pterocarpus amazonum* (0,19±0,03 cm/año) y el mayor crecimiento en *Licaria armeniaca* (1,04±0,25 cm/año). Con un crecimiento superior a 0,5 cm/año, figuran *Aspidosperma rigidum* con 0,63±0,51 cm/año, *Caraipa densifolia* con 0,51±0,36 cm/año, *Ocotea elata* con 0,58±0,37 cm/año, *Parkia nítida* con 0,51±0,53 cm/año y *Xilopia neglecta* con 0,61±0,24 cm/año. Estos resultados concuerdan con los resultados de Brienen (2005, p. 111) donde indican que "los árboles tropicales muestran gran variación en sus tasas de crecimiento, no solo entre especies sino también entre individuos de las mismas especies" y "algunos de los árboles crecen persistentemente más rápido que otros y las tasas de crecimiento tienden a ser similares de un año a otro.

Las especie con escasa abundancia de árboles (tabla 11) como *Terminalia amazonica* tuvo el menor crecimiento (0,05±0,06 cm/año), *Ecclinusa lanceolata* 0,14±0,15 cm/año y la que presentó un mayor crecimiento fue *Brosimum rubescens* (1,52±0,99 cm/año). Las especies con crecimiento superior a 0,5 cm/año fueron *Jacaranda macrocarpa* (0,53±0,70 cm/año) y *Simarouba amara* (0,59±0,22 cm/año).

La tasa anual de crecimiento más alto correspondió al periodo inter censal 2004 - 2007 con 3,88%/año (tabla 12); en las especies con alta abundancia de árboles fue (4,37±1,53%/año), en las especies con abundancia media fue 3,39±1,08 %/año y las especies con abundancia baja de árboles la tasa fue 3,42±6,58 %/año, pero por la alta variabilidad de la tasa de crecimiento individual el contraste entre estos promedios no fueron estadísticamente similares (tukey, $p>0,05$).

Para el periodo 2004 - 2017 la tasa fue 1,93%/año; las especies con alta abundancia de árboles tuvieron una tasa de crecimiento de 2,13±0,45%/año, en las especies con abundancia media fue 1,97±0,35 %/año y en las especies con abundancia baja fue 1,90±1,05 %/año, estos promedios de la tasa anual de crecimiento entre categorías de abundancia son estadísticamente similares (tukey, $p>0,05$).

En el 2007 al 2017 la tasa promedio fue 1,62%/año. En este periodo las especies con alta abundancia de árboles tuvieron una tasa de crecimiento levemente superior al de las otras categorías con un promedio de $1,77 \pm 0,44$ %/año, en las especies con abundancia media fue $1,74 \pm 0,39$ %/año y en las especies con abundancia baja fue $1,66 \pm 1,07$ %/año, estos promedios son estadísticamente similares (tukey, $p > 0,05$). El Anova (tabla 13) mostró que la tasa anual de crecimiento de las especies del bosque varillal alto seco fue diferente entre periodo inter censales (Anova, $gl=246$, $F_c=13,921$, $p=0,000$), indicando que el crecimiento de las especies varia en el tiempo. La tabla 16 muestra que la tasa de crecimiento entre el periodo 2004 al 2007 fue estadísticamente superior (3,89%/año), al de los demás periodos inter censales (tukey, $p < 0,05$), mientras que la tasa anual de crecimiento para periodos censales de mayor amplitud de tiempo son menores, por ejemplo entre año 2007 al 2017 fue 1,664 %/año y para el periodo inter censal 2004 al 2017 fue 1,974%/año, estos dos promedio son similares (test tukey, $p > 0,05$).

En el periodo inter censal 2004-2017 (tabla 16), la tasa anual de crecimiento más alto dentro de la categoría de las especies con abundancia alta se observó en *Tachigali bracteosa* con una tasa de $2,769 \pm 1,515$ %/año y en *Dicymbe uaiparuensis* con $2,55 \pm 1,73$ %/año; la tasa más baja se observó en *Pachira brevipes* ($1,41 \pm 1,18$ %/año), mientras que en el periodo inter censal 2004 al 2007, estas tasas es superior.

En el periodo inter censal 2004-2017 (tabla 17), la tasa anual de crecimiento más alto dentro de la categoría de las especies con abundancia media se observó en *Hevea nitida* con una tasa de $2,498 \pm 2,124$ %/año y en *Parkia igneiflora* con $2,349 \pm 1,245$ %/año; la tasa más baja se observó en *Pouteria guianensis* ($1,174 \pm 0,836$ %/año), mientras que en el periodo inter censal 2004 al 2007, estas tasas son superiores.

En el periodo inter censal 2004-2017 (tabla 19), la tasa anual de crecimiento más alto dentro de la categoría de las especies con abundancia baja se observó en *Licaria armeniaca* con $5,583 \pm 1,152$ %/año; la tasa más baja se observó en *Iryanthera juruensis* ($0,642 \pm 0,294$ %/año). En las especies con abundancia escasa *Brosimum rubescens* tuvo una tasa de $4,825 \pm 4,88$ %/año; la tasa más baja se observó en *Terminia amazónica* ($0,463 \pm 0,562$ %/año).

Las lianas afectan el crecimiento de los árboles (IMA); en la tabla 21 se observa que los árboles sin lianas tuvieron una IMA mayor que cuando tuvieron lianas estrangulando el fuste (tukey, $p < 0,05$). El incremento medio anual (IMA) y tasa anual

de crecimiento entre parcelas fueron diferentes (Anova, GI error=393, $p < 0.05$) con excepción para el IMA entre el periodo 2004 al 2007 (tabla 24) donde no se encontró diferencias significativas entre parcelas (Anova, GI error=393, $p = 0.261$); con el que se demuestra que el bosque del varillal es muy heterogéneo y que las lianas afectan el IMA y la tasa anual de crecimiento, disminuyéndole grandemente cuando las lianas estrangulan a los árboles.

La forma de copa (tabla 25 y 26), también afectan el crecimiento de los árboles (ANOVA tabla 27), mostrando que el incremento medio anual (IMA) y tasa anual de crecimiento entre parcelas difieren (Anova, GI error=382, $p < 0.05$). Existen diferencias estadísticas significativas por la forma de copa en el incremento medio anual (IMA) (Anova, GI error=393, $p = 0.043$), con el que se acepta la hipótesis de que el crecimiento de los árboles en el bosque es afectado por la forma de la copa del árbol. Según Galán de Mera (2001, p. 129), en los varillales las copas de los árboles suelen ser pequeñas por lo que entra bastante luz y encontramos plantas con hojas coriáceas, de aspecto lauroide (*Caraipa utilis*, *Pachira brevipes*).

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

1. En el 2004 el área basal 16,82 m²/ha y el volumen 161,16 m³/ha, en el 2007 fue 19,35 m²/ha y 187,78 m³/ha respectivamente, y en el 2017 27,09 m²/ha y 277,53 m³/ha.
2. Entre el censo 2004 al 2017, los árboles con alta abundancia de individuos tuvieron un IMA de 0,41 cm/año y los árboles con abundancia media un IMA de 0,39 cm/año.
3. El IMA en el intervalo censal 2004-2017 de las especies más abundantes alta tuvo el menor crecimiento es *Pachira brevipes* fue 0,21 cm/año, y con mayor crecimiento es *Tachigali bracteosa* fue 0,66 cm/año. Las especies más abundantes media que tuvo menor crecimiento es *Pouteria guianensis* fue 0,18 cm/año y con mayor crecimiento es *Calophyllum brasiliensis* fue 0,52 cm/año, en *Vatairea guianensis* fue 0,48 cm/año y en *Dipterex micrantha* fue 0,47cm/año. Las especies más abundantes baja que tuvo menor crecimiento es *Ternstroenia sp* creció 0,12 cm/año y mayor crecimiento *Licaria armeniaca* 1,04 cm/año. Las especies más abundantes escasa que tuvo el menor crecimiento es *terminalia amazónica* fue 0,05 cm/año y mayor crecimiento es *brosimum rubescens* fue 1,52
4. La tasa anual de crecimiento de los árboles varió e entre 1,62 a 2,13% con un promedio de 1,97% para el intervalo censal 2004-2017.
5. En el periodo inter censal 2004-2017 *Tachigali bracteosa* creció a una tasa de 2,77±1,515%, *Dicymbe uaiparuensis* con 2,55±1,73 %; la tasa más baja se observaron en *Pachira brevipes* con 1,41±1,18 %, en *Hevea nitida* con 2,49±2,124% y en *Parkia igneiflora* fue 2,35±1,245 %.
6. Los árboles sin lianas crecieron a una velocidad mayor, que cuando las lianas estrangulaban al fuste.
7. Las lianas durante el periodo 2004 al 2017 restringieron el crecimiento de los árboles, el IMA fue 0,185 cm/año y en los árboles sin lianas fue 0,359 cm/año. La menor tasa anual de crecimiento (1,22%) corresponde a los árboles con lianas que estrangulaban al fuste y en los árboles sin lianas fue 1,94 %.
8. En la parcela 9 (periodo 2004 al 2017) fue 0,398 cm/año en los árboles con copa regular y en los con copa irregular fue 0,331 cm/año. En la parcela permanente 10, en los árboles con copa regular fue 0,434 cm/año, en los árboles con copa irregular fue 0,592 cm/año. En la parcela 11, en los árboles con copa regular fue 0,283 cm/año, en los árboles con copa irregular fue 0,191 cm/año. La tasa anual de crecimiento en los árboles con copa regular en la parcela 9 fue 2,354 % y en los árboles con copa irregular fue 2,389 %. En la parcela 10, en los árboles con

copa regular fue 1,928 % y en los árboles con copa irregular fue 2,914%. En la parcela permanente 11, en los árboles con copa regular fue 1,63 %, en los árboles con copa irregular fue 1,186 %.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

1. Realizar las remediciones de las parcelas en intervalos más constantes que puede ser 5 o 10 años
2. Colocar bandas dentro métricas para la medición del diámetro de los árboles.
3. Realizar un programa de manejo de los bosques de varillales, toda vez que constituyen los principales suministros de materia prima para la Ciudad de Iquitos.
4. Realizar las evaluaciones en las parcelas permanentes que permita su monitoreo constante, su dinámica de crecimiento, etc.,

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. White-sand Ecosystems in Amazonia. *BIOTROPICA* 48(1): 7–23 2016. Doi 10.1111/btp.12293
- Brienen, R.J.W. 2005. Tree rings in the tropics: a study on growth and ages of Bolivian rain forest trees. *PROMAB Scientific Series* 10. PROMAB-Riberalta, Bolivia. ISBN: 90-393-4036-6. 1-144p
- Carvajal-Vanegas. D. y Calvo-Alvarado, J. C. 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,
- Carvalho, J. 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.
- Coral R, S. 1999 Tecnologías matemáticas para el desarrollo de modelos de crecimiento de bosques mixtos e irregulares de Durango, México. Tesis de maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. UANL 162 p.
- Demarchi, L.O.; Scudeller, V.V.; Moura, L.C.; Dias-Terceiro, R.G.; Lopes, A.; Wittmann, F.K.; Piedade, M.T.F. 2018. Floristic composition, structure and soil-vegetation relations in three white-sand soil patches in central Amazonia. *Acta Amazonica* 48: 46-56. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201603523>.
- Eiten G. 1978. Delimitation of the cerrado concept. *Vgetatio* Vol. 36, 3: 169-178, 1978
- Evangelista. A, Frate, L; Carranza, M, L; Attorre, F. Pelino, G and Staniscl, A. (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.
- Fearnside; P. M. (2011). Cambio Climático y El Bosque Amazónico. En: Hernando Bernal et alii, *Bosques del Mundo Cambio climático y Amazonía*. Cátedra/Unesco: 22-234.
- Galán de Mera, G. (2001). Una aproximación fitosociológica sobre los varillales húmedos de la Amazonía Peruana. *Stud. bot.*, 20, 2001, pp. 125-133.
- 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.
- Gómez, D. (2006). Distribución de «varillales» y «chamizales» en la zona reservada Allpahuayo Mishana (zram) utilizando imagen digital del satélite Landsat tm. INVESTIGACIONES SOCIALES 381. AÑO X N° 17, pp. 381-393 [UNMSM / IIHS, Lima, 2006]
- 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 Del Águila P. J. (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.
- Instituto Nacional de Bosques. (2014). Dinámica de crecimiento y productividad de 28 especies forestales en plantaciones en Guatemala, Serie Técnica No. DT-002(2015). Guatemala 212 p.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). (2013). Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.
- López, W., Pérez, R. A., del Valle, A. J. I., González-Caro, S., Esteban Álvarez D. E. Sobre la tasa de crecimiento de árboles neo tropicales vía modelos mixtos no-lineales. XXV Simposio Internacional de Estadística 2015. Armenia, Colombia, 5, 6, 7 y 8 de Agosto de 2015.
- Malhi, Y., Doughty, C. E., Goldsmith, G. R., Metcalfe, D. B., Girardin, C. A. J., Marthews, T. R., del Aguila-Pasquel, J., Aragão, I. E. O. C., Araujo-Murakami, A., Brando, P., da Costa, A. C. L., Silva-Espejo, J. E., Farfán Amézquita F., Galbraith, D. R., Quesada, C. A., Rocha, W., Salinas-Revilla, N., Silvério, D., Meir, P. and Phillips, o. L. (2015),

- The linkages between photosynthesis, productivity, growth and biomass in lowland Amazonian forests. *Glob Change Biol*, 21: 2283–2295. doi:10.1111/gcb.12859
- Melo, O., Fernández-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
- 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 Et Forêts Des Tropiques*, 2013, N° 315 (1):63-72.
- Palacios, J., Zárate, R., Torres, G., Denux, J.P., Maco, J., Gallardo, G., Mori, T., Rengifo, J., Jarama, A., Marín, M., García, F., Cuadros, A. 2016. Mapeo de los bosques tipo varillal utilizando imágenes de satélite rapideye en la Provincia Maynas, Loreto, Perú. *Folia Amazónica*. VOL. 25 (1) 2016: 25 – 36
- 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.
- Phillips, O, Baker, T.; Feldpausch, T and Brienens, R 2016. *Manual de Campo para la Remedición y Establecimiento de Parcelas. The Royal Society. Primera edición, 2001/esta edición 2016. RAINFOR. 20p*
- Sabogal, C., Carrera, F., Colan, V., Pokorny, B., Louman, B. 2004. Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la Amazonia Peruana. Lima, Perú, INRENA, CIFOR, FONDEBOSQUE, CATIE. 279p. ISBN: 979-3361-47-6
- Sheil, D; David F.R.P BURSLEM; DENIS Alder 1995. *The Journal of Ecology*, Vol. 83, No 2 (Apr., 1995), 331-333. <http://links.jstor.org/sici?sici=0022-0477%28199504%2983%3A2%3C331%3ATIAMOM%3E2.0.CO%3B2-4>
- 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).
https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/list/autoria/nome/jose-natalino-macedo-silva?p_auth=xw2UFo2v
- Souza, R. C. (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. 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
- Tovar, A. (2000). Diccionario ecológico, forestal, ambiental, recursos naturales y conservación. CONCYTEC. Lima-Perú. 320 p.
- Vargas, S. V.; Panduro, R., D. y Falcón, C. 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>
- Vasconcelos, dos S. R, Azevedo, C. P., Souza, C. R, Carreira, F. M. B., Neto, V. E. L. (2016). Dinâmica do carbono em uma floresta manejada comercialmente no amazonas. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 46, n. 2, p. 197 - 205, abr. / jun. 2016.
- 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.
- Zárate, R.; Mori, T.; Ramírez, F.; Dávila, H.; Gallardo, G.; Cohello, 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 Amazonica, 45(2):133 – 156. ISSN 0044-5967. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201402922>

ANEXO



Anexo 02: Registrando su DAP de los árboles de cada parcela trabajada.



Anexo 03: Registrando los datos de cada parcela trabajada.



Anexo 04: Registrando las mediciones de las alturas de los árboles de cada parcela permanente trabajada.