



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES
TROPICALES

TESIS

**“DINÁMICA DE LA BIOMASA, CARBONO Y CO₂e DEL BOSQUE DE
VARILLAL SECO EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA
NACIONAL ALPAHUAYO - MISHANA, IQUITOS. PERÚ, PERIODO 2005-2017”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES

PRESENTADO POR:
ABBY EMIRA MORCERA PINEDO

ASESOR:
Ing. RODIL TELLO ESPINOZA, Dr.

IQUITOS, PERÚ
2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 902-CTG-FCF-UNAP-2019

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 06 días del mes de diciembre, a horas 5:00 pm., se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada "DINÁMICA DE LA BIOMASA, CARBONO Y CO₂e DEL BOSQUE DE VARILLAL SECO EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA NACIONAL ALPAHUAYO – MISHANA, IQUITOS, PERÚ. PERIODO 2005-2017", aprobado con R.D. Nº 269-2018-FCF-UNAP, presentada por la bachiller ABBY EMIRA MORCERA PINEDO, para obtener el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. Nº 613-2017-FCF-UNAP está integrado por:

Ing. JORGE MIGUEL ESPÍRITU PEZANTES, M.Sc.	Presidente
Ing. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr.	Miembro
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.	Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

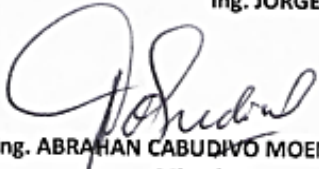
El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:


La Sustentación pública y la Tesis han sido: APROBADAS con la calificación BUENO

Estando el Bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales.

Siendo las 7:00 pm se dio por terminado el acto académico


Ing. JORGE MIGUEL ESPÍRITU PEZANTES, M.Sc.
Presidente


Ing. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr.
Miembro


Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Miembro


Ing. RODIL TELLO ESPINOZA, Dr.
Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES**

TESIS

**DINÁMICA DE LA BIOMASA, CARBONO Y CO₂e DEL BOSQUE DE
VARILLAL SECO EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA
NACIONAL ALPAHUAYO-MISHANA, IQUITOS, PERÚ, PERIODO 2005-2017.**

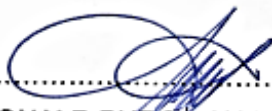
**Del bachiller, ABBY EMIRA MORCERA PINEDO, de la Escuela de
Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales, (Aprobado el 06 de
diciembre del 2019 según Acta de Sustentación N° 902)**



.....
Ing. JORGE MIGUEL ESPIRITU PEZANTES, M.Sc.
REG. CIP: N° 34967
Presidente



.....
Ing. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr.
REG. CIP: N° 40295
Miembro



.....
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
REG. CIP: N° 45725
Miembro



.....
Ing. RODIL TELLO ESPINOZA Dr.
REG. CIP: N° 27840
Asesor

Result of analysis

File: TESIS RESUMEN Abby Emira Morcera Pinedo 2019.docx

Statistics

Suspicious on the Internet: 7.35%

Percentage of text with expressions found on the internet 

Suspicious confirmed: 0%

Confirmed the existence of the sentences in the URLs found 

Analyzed text: 74.16%

Percentage of text effectively analyzed (short phrases, special characters, broken text are not parsed).

Analysis success: 100%

Percentage of successful searches, indicates the quality of the analysis, bigger is better.

Most relevant URLs

URL	Occurrences	Similarity
https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf	21	-
http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6443/Lizzeth_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y	19	-
http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6443/Lizzeth_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y	8	-
https://www.academia.edu/7085169/Clasificacion_de_bosques_sobre_arena_blanca_de_la_Zona_Reservada_Allpahuayo-Mishana	8	-
http://www.lescco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf	7	-
http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/Manual/RAINFOR_field_manual_version2016_ES.pdf	6	-

Analysed text

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la dinámica de la biomasa, carbono y CO₂e, se realizó el estudio en el bosque de varillal alto seco del Km 31 carretera Iquitos Nauta, de Iquitos-Perú, bajo el principio del inventario forestal continuo, durante el periodo 2005 al 2017, usando tres parcelas permanentes de una hectárea cada una dividida en 100 sub parcelas de 10 x 10 m. El promedio al final del periodo censal (2017), para la biomasa aérea fue 186,18±5,87 t/ha, para el carbono aéreo fue 87,03±76.0 t/ha; para el dióxido de carbono equivalente de los árboles fue 320,85±10,12 t/ha y radicular fue 118,71±3,75 t/ha. La biomasa aérea en los árboles sin lianas fue 121,53±56,31 t/ha, y en los árboles con lianas que restringen su crecimiento fue 2,81 ± 5,14 t/ha. Mientras que la biomasa aérea de los árboles con copa regular fue 99,57±62,88 t/ha, en los con copa irregular 36,09±40,39 t/ha. La tasa de crecimiento anual de la biomasa de los árboles sobre el suelo en el periodo 2005 al 2007 fue 7,85%, en el periodo 2007 al 2017 fue 4,05%, y en el periodo 2005 al 2017 fue 4,68%. De las 102 especies registradas en los censos, seis especies aportaron el 51,16% de la biomasa total, *Dicymbe uaiparuensis* (19,39%), *Pachira brevipes* (8,24%), *Sloanea latifolia* (7,76%), *Caraipa utilis* (5,46%), *Tachigali bracteosa* (5,17%) y *Diptotropis purpurea* (5,15%).

Palabras clave: Biomasa, carbono, dióxido de carbono, crecimiento, dinámica

INTRODUCCIÓN

El proyecto se desarrolló dentro del proyecto de investigación de la UNAP denominado, *dinámica del crecimiento, mortalidad, reclutamiento, diversidad, flujos (CO₂e, H₂O) y retroalimentación dentro del ciclo* de carbono y agua en un bosque tropical, específicamente en un bosque varillal seco alto, que según García et al. (2003, p.20), tiene árboles mayores de 15 m (varillal alto) y hasta más o menos 11 cm de materia orgánica (varillal seco). Los varillales son comunes en la Amazonía, en la Provincia de Maynas abarca 51,024.86 ha, que representa el 0,67% de la superficie de la provincia; distribuidos en la cuenca del río Napo, Nanay, Chambira y Pintuyacu, cuenca baja del río Curaray, margen derecho del río Amazonas (frente a la ciudad de Iquitos) y al este de la confluencia de los ríos Marañón y Ucayali (distrito de Fernando Lores) (Palacios et al. 2016, p. 29).

Con el estudio se busca brindar información confiable de 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). Su valor científico radica en generar información para comprender la dinámica de la biomasa, carbono y CO₂e del bosque de varillal alto seco, porque 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 (Phillips, 2016, p.2). Y tuvo como general: Determinar a dinámica de la biomasa y carbono y CO₂e del bosque de varillal seco km 31, Iquitos, Perú, 2005-2017. Y como objetivos específicos: a) *Determinar la biomasa, carbono y CO₂e de las especies forestales del bosque de Varillal Seco entre periodos (2004, 2007 y 2017), entre parcelas, presencia de lianas y forma de copa.* b) *Contrastar la hipótesis de que la dinámica de la biomasa, carbono y CO₂e del bosque de Varillal Seco en el km 31 de la carretera Iquitos Nauta, varía en el tiempo y entre parcelas, presencia de lianas, forma de copa.*

CAPITULO I: MARCO TEORICO

DEDICATORIA

Es para mí una gran satisfacción poder dedicar este proyecto a cada uno de los seres queridos que son mi familia, por ser los pilares que sustentaron esta parte de mi vida, por confiar en mí y por permitirme ser parte de su orgullo.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen de la Facultad de Ciencias Forestales, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de las parcelas permanentes de medición que tienen a su cargo.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, a toda la Facultad de Ciencias Forestales, a mis profesores en especial al Dr. Tedi Pacheco Gómez, MSc., Jorge Solignac Ruiz y MSc. José David Urquiza Muñoz quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Rodil Tello Espinoza, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
FIRMA DE JURADOS	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
INDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEORICO	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Bases teóricas	4
1.3. Definición de términos	8
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	11
2.1 Hipótesis de la investigación	11
2.2 Variables y su Operacionalización	11
CAPÍTULO III. METODOLOGIA	12
3.1. Diseño metodológico	12
3.2. Diseño muestral	12
3.3. Procedimiento para la recolección de los datos	12
3.4. Procesamiento y análisis de datos	15
3.5 Aspectos éticos	16
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	17
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	42
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	49
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	51
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	52
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Pág.
1.- Factores de conversión de acuerdo a la guía Del IPCC 9	15
2.- Promedio y error estándar para las variables carbono, Biomasa y CO ₂ e del bosque de varillal alto seco en el tiempo.	17
3.- Promedio, error estándar y límite de confianza para el promedio de biomasa y carbono, CO ₂ e aéreo, del suelo y significancia estadística para la diferencia de promedio ($\alpha=0.05$) entre censos.	19
4.- Promedio, error estándar, límite de confianza del promedio de la biomasa y carbono, CO ₂ e aéreo, del suelo y significancia estadística para la diferencia de promedio ($\alpha=0.05$) entre parcelas.	20
5.- Promedio, error estándar de la biomasa aérea (t/ha) entre censos presencia de lianas entre parcelas permanentes.	22
6.- Promedio, porcentaje, error estándar del carbono aéreo (t/ha) entre censos, presencia de lianas y parcelas permanentes.	24
7.- Promedio, porcentaje, error estándar del tCO ₂ e/ha) según la presencia de lianas, parcela y entre censos.	26
8.- Promedio, error estándar, porcentaje entre censos, presencia de Lianas y parcelas permanentes de las emisiones de CO ₂ e desde el suelo.	27
9.- Promedio, error estándar porcentaje entre censos y forma de copa por parcelas permanentes de la biomasa aérea.	28
10.- Promedio, porcentaje y error estándar del carbono aéreo entre censos, forma de copa y parcelas.	29
11.- Promedio, porcentaje y error estándar por censo, forma de copa y por parcelas permanentes para el CO ₂ e aéreo.	30
12.- Promedio, porcentaje y error estándar entre censos, forma de copa por parcelas permanentes para el CO ₂ e radicular.	31
13.- Análisis de varianza para las variables, biomasa carbono, CO ₂ e por parcelas y lianas en el bosque del varillal alto seco y ente censo.	32

14.- Promedio, desviación estándar y significación estadística entre categorías de lianas para cada variable del bosque del varillal alto seco	34
15.- Análisis de varianza para las variables, biomasa carbono, CO ₂ e por parcelas y forma de copa en el bosque del varillal alto seco y entrecenso.	36
16.- Promedio, desviación estándar y significación estadística entre categorías de lianas para cada variable estudiada.	39
17.- Tasa y porcentaje de crecimiento anual, basado en el promedio del carbono, biomasa y CO ₂ e en el periodo intercensal del bosque del varillal alto seco.	40
18.- Promedio y porcentaje del carbono, biomasa y CO ₂ e al año 2017 del bosque de varillal alto seco.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Pág
1.- Diseño de la parcela y características de la placa de aluminio colocados a los árboles	13
2.- Ubicación del área de estudio de la placa de aluminio Colocados a los árboles.	64
3.- Medición de altura de árboles con isometro	67
4.- Medición de diámetro de árboles con cinta	67
5.- Constancia de certificación de especie	68

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la dinámica de la biomasa, carbono y CO₂e, se realizó un estudio en el bosque de varillal alto seco de Iquitos, Perú bajo el principio del inventario forestal continuo, durante el periodo 2005 al 2017, usando tres parcelas permanentes de una hectárea cada una dividida en 100 sub parcelas de 10 x 10 m. El promedio al final del periodo censal (2017), para la biomasa aérea fue 186,18±5.87 t/ha, para el carbono aéreo fue 87,03±76 t/ha; para el dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo fue 320,85±10.12 tCO₂e/ha y bajo el suelo fue 118,71±3,75 tCO₂e/ha. La biomasa aérea en los árboles sin lianas fue 121.53±56,315 t/ha, y en los árboles con lianas que restringen su crecimiento fue 2,81 ± 5.14 t/ha.

Mientras que la biomasa aérea de los árboles con copa regular fue 99,57±62,88 t/ha, en los con copa irregular 36,09±40,39 t/ha. La tasa de crecimiento anual del promedio de la biomasa aérea en el periodo 2005 al 2007 fue 7.85%, en el periodo 2007 al 2017 fue 4,05%, y entre 2005 al 2017 fue 4.68%. De las 102 especies registradas en los censos, seis especies aportaron el 51.16% de la biomasa total, tales como *Dicymbe uaiparuensis* (19,39%), *Pachira brevipes* (8.24%), *Sloanea latifolia* (7,76%), *Caraipa utilis* (5,46%), *Tachigali bracteosa* (5,17%) y *Diplotropis purpurea* (5,15%).

Palabras clave: Biomasa, carbono, dióxido de carbono, crecimiento, dinámica

ABSTRACT

In order to determine the dynamics of biomass, carbon and CO₂e, a study was carried out in the high dry varillal forest of Iquitos, Peru under the principle of continuous forest inventory, during the period 2005 to 2017, using three permanent plots of one hectare each divided into 100 sub-plots of 10 x 10 m. The average at the end of the census period (2017), for aboveground biomass was 186.18±5.87 t/ha, for aboveground carbon it was 87.03±76 t/ha; for the carbon dioxide equivalent of trees above ground it was 320.85±10.12 tCO₂e/ha and below ground it was 118.71±3.75 tCO₂e/ha. The aboveground biomass in trees without lianas was 121.53±56,315 t/ha, and in trees with lianas that restrict their growth was 2.81 ± 5.14 t/ha.

While the aboveground biomass of trees with regular crown was 99.57±62.88 t/ha, in those with irregular crown 36.09±40.39 t/ha. The annual growth rate of the average aboveground biomass in the period 2005 to 2007 was 7.85%, in the period 2007 to 2017 it was 4.05%, and between 2005 and 2017 it was 4.68%. Of the 102 species recorded in the censuses, six species contributed 51.16% of the total biomass, such as *Dicymbe uaiparuensis* (19.39%), *Pachira brevipes* (8.24%), *Sloanea latifolia* (7.76%), *Caraipa utilis* (5.46%), *Tachigali bracteosa* (5.17%) and *Diploptropis purpurea* (5.15%).

Keywords: Biomass, carbon, carbon dioxide, growth, dynamics

INTRODUCCIÓN

El estudio se desarrolló dentro del proyecto de investigación de la UNAP denominado, “dinámica del crecimiento, mortalidad, reclutamiento, diversidad, flujos (CO₂e, H₂O) y retroalimentación dentro del ciclo de carbono y agua en un bosque tropical”, específicamente en un bosque varillal seco alto, que según García et al. (2003, p.20), tiene árboles mayores de 15 m (varillal alto) y hasta más o menos 11 cm de materia orgánica (varillal seco). Los varillales son comunes en la Amazonía, en la Provincia de Maynas abarca 51,024.86 ha, que representa el 0,67% de la superficie de la provincia; distribuidos en la cuenca del río Napo, Nanay, Chambira y Pintuyacu, cuenca baja del río Curaray, margen derecho del río Amazonas (frente a la ciudad de Iquitos) y al este de la confluencia de los ríos Marañón y Ucayali (distrito de Fernando Loes) (Palacios et al. 2016, p. 29).

Con el estudio se busca brindar información confiable de “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). Su valor científico radica en generar información para comprender la dinámica de la biomasa, carbono y CO₂e del bosque de varillal alto seco, porque “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” (Phillips, 2016, p.2). El propósito del estudio es evaluar la dinámica de la biomasa, carbono y CO₂e del bosque de varillal seco en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional Alpahuayo Mishana, Iquitos, Perú, periodo 2005 - 2017.

CAPÍTULO I: MARCO TEORICO

1.1. Antecedentes

El tamaño de las parcelas varían, según GFOI (2016, p. 124), generalmente está en el rango de 0,01 a 1 ha, pero para 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. En el Inventario Forestal Nacional se utilizan para estimar los parámetros de la población de bosques, incluyendo la producción o el desarrollo relacionado a una precisión considerada. Consideraciones que también han sido tomados desde antes por RAINFOR, pues en el protocolo de remediación de parcelas de RAINFOR según Phillips, et al., (2016, p. 2), se 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 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 los 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.

Existen varias investigaciones que se realizan en el mundo sobre este tema,

pero son insuficientes, existiendo la necesidad de impulsar inventarios forestales nacionales, cuyas unidades de muestreos sean remedidos en el tiempo. En el documento de GFOI (2016, p.124) sobre REDD+ indica que generalmente, el Inventario Forestal Nacional se componen de una variedad de parcelas (o clústeres de sub-parcelas) establecidas de modo sistemático a lo largo de todo el país. Higuchi (2015, p.7), indica que hay una gran presión sobre la madera por la disminución de la oferta de esta materia prima por los países del sudeste asiático y, otro, el mercado de carbono ávido por proyectos REDD + en la Amazonía.

No solo en el Perú existe un reducido número de parcelas permanentes para monitorear el bosque latifoliado. Según Garcia (2014, p.4), el problema actual 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”

Higuchi (2015, p. 7), dice que el stock medio de carbono total (sobre el suelo + raíces gruesas), para árboles con DAP ≥ 10 cm fue de $164,8 \pm 12,3$ ton/ha (IC 95%). Figueiredo (2011, p. 58), encontró que el stock medio de carbono en el fuste con DAP ≥ 5 cm, aumentó de 47,9 ton/ha, en el año de 1994, para 61,81 ton/ha, en el año de 2008, y un incremento periódico de 0,994 ton/ha.año-1.

Vasconcelos *et al.* (2016, p. 197), informaron que el stock de carbono fue $165,7 \pm 24,1$ ton/ha, y el incremento periódico anual en carbono está influenciado por la iluminación de la copa y forma de la copa. Hidalgo y del Aguila (2013, p. 103), reportaron que el flujo de carbono fue de $6,13 \pm 1,49$ y $6,14 \pm 2,27$

ton/ha/año. Souza (2012, p. 65), encontró que el contenido de carbono fue 149,2 ton/ha en 2005, 151,8 ton/ha en 2007 y 152,6 ton/ha en 2010, presentaron aumento a cada medición realizada. Sin embargo, la diferencia estadística entre estos valores no fue significativa, así que concluyó que los bosques evaluados, manejados experimentalmente y no manejados, estuvieron en equilibrio con la atmósfera durante el período evaluado. La comparación del stock de carbono de los años medidos con el stock pre-exploratorio, en 1986, mostró que en el año 2010 el stock de carbono se igualó al contenido de antes de la explotación forestal, significando la recuperación del bosque.

1.2. Bases teóricas

Existe evidencia científica de que las anomalías climáticas afectan severamente labiodiversidad en diferentes formas y escalas (Morueta-Holme *et al.*, 2015, p. 12741), causa degradación del hábitat y modificaciones del paisaje (Evangelista, *et al.*, 2016, p.1). Según Johnson *et al.* (2016, p. 3996), la comprensión de los procesos que determinan la biomasa aérea en los bosques amazónicos es importante para predecir la sensibilidad de estos ecosistemas al cambio ambiental para diseñar y evaluar modelos dinámicos de vegetación global. La biomasa aérea está determinada por los aportes de la productividad leñosa y la velocidad a la que se pierde el carbono a través de la mortalidad arbórea. Según Sullivan *et al.*, (2017, p.1), los bosques tropicales pueden tener cualquier combinación de diversidad de árboles y reservas de carbono, requerirán una consideración explícita al optimizar las políticas para gestionar el carbono tropical y la biodiversidad.

La pérdida de biomasa se realiza por muerte natural, por acción antrópica, por ataques de hongos, pero también por efecto de los vientos fuertes que según Negrón *et al.* 2016, p.1, son más frecuentes en áreas sin estación seca, pero son espacial y temporalmente variables a lo largo de la cuenca. A nivel regional, la Amazonía del Nor oeste es más vulnerable a los vientos que la Amazonia Central. El cambio climático es otro factor que influye en la biomasa, 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.

Phillips *et al.* (2016, p.2), indican que los bosques tropicales de la Amazonía constituyen uno de los ecosistemas más importantes de la tierra. Éstos reúnen aproximadamente el 45% de los bosques tropicales del mundo, almacenando al rededor de una quinta parte del carbono que existe en la vegetación terrestre y procesando anualmente casi tres veces tanto carbono a través de la fotosíntesis y respiración, como los humanos lanzan a la atmósfera, mediante la combustión de material fósil. 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.

IPCC (2003, p. 5.21), indican que el muestreo infiere información sobre una población completa al observar una fracción de ella: la muestra. Por ejemplo, los cambios de carbono en la biomasa arbórea a nivel regional o nacional pueden estimarse a partir del crecimiento, mortalidad y esquejes de árboles en un número limitado de parcelas de muestreo. La teoría de muestreo proporciona el medio para escalar la información de los gráficos de muestra al nivel geográfico seleccionado. Correctamente diseñado el muestreo puede aumentar en gran medida la eficiencia en el uso de los recursos de inventario. Además, el muestreo de campo es generalmente necesario en el desarrollo de inventarios a través del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura (LULUCF) porque, incluso si los datos de teledetección brindan cobertura, habrá una necesidad de datos basados en tierra de los sitios de muestra para la interpretación y verificación.

Según Sullivan *et al.* (2016, p.1), las relaciones de diversidad de carbono entre todas las parcelas en los trópicos están ausentes, y dentro de los continentes son débiles (Asia) o ausentes (Amazonía, África). Dentro de las parcelas de 1 ha, se detectó una relación positiva débil, lo que indica que los efectos de la diversidad en los bosques tropicales pueden depender de la escala. La ausencia de relaciones claras de diversidad-carbono a escalas relevantes para la mayoría de los planes de conservación significa que las estrategias de conservación centradas en el carbono solas perderían muchos ecosistemas de alta diversidad.

Johnson *et al.* (2016, p. 3996), indican que comprender los procesos que determinan la biomasa aérea en los bosques amazónicos es importante para

predecir la sensibilidad de estos ecosistemas al cambio ambiental para diseñar y evaluar modelos dinámicos de vegetación global. La biomasa aérea está determinada por los insumos de la productividad de la madera, productividad primaria neta de la madera y la tasa a la que se pierde carbono a través de la mortalidad de los árboles. Las observaciones muestran que las tasas de mortalidad del tallo, más que las tasas absolutas de pérdida de biomasa leñosa, son el predictor más importante de la biomasa aérea, lo que es consistente con la importancia de la estructura del tamaño del rodal para determinar la variación espacial en biomasa aérea. La relación entre las tasas de mortalidad de tallo y AGB varía entre las diferentes regiones de la Amazonia, lo que indica que la variación en la densidad de la madera y las relaciones altura / diámetro también influye en la biomasa aérea (Johnson *et al.* 2016, p. 3996),

Malhi *et al.*, (2015, p. 2283), 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, sin embargo, los vínculos entre estos componentes raramente se exploran en detalle. Proporcionamos la primera descripción exhaustiva de la productividad, la respiración y la asignación de carbono de los bosques amazónicos de tierras bajas contrastantes que abarcan gradientes en el déficit estacional de agua y la fertilidad del suelo. Usando el mayor conjunto de datos reunidos hasta la fecha, diez sitios en tres países, todos ellos estudiados con una metodología estandarizada, encontramos que (i) la productividad primaria bruta tiene una relación simple con el déficit estacional de agua, pero que (ii) Las variaciones en el sitio en productividad

primaria bruta tienen poco poder para explicar las variaciones espaciales sitio a sitio en la productividad primaria neta o el crecimiento debido a los cambios concomitantes en la eficiencia de uso de carbono y, a la inversa, la tasa de crecimiento madera de un bosque tropical un proxy muy pobre para su productividad. Además, (iii) 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.

En la medición de las parcelas las variables consideradas Hernández S.G (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. Peña *et al.* (2014, p. 22), indican que cuando se emplea cinta métrica para realizar la medición del diámetro, en realidad se está midiendo la circunferencia de ese lugar del árbol (perímetro), normalmente conocida como CAP (circunferencia a la altura del pecho). A partir de esta medida, se calcula el diámetro (D), empleando la Ecuación: $D = CAP/\pi$; Donde D es el diámetro (cm), CAP es la circunferencia medida en campo (cm) y π es una constante matemática ($\pi = 3,1416$).

1.3. Definición de términos

Árbol: Una planta leñosa perenne con un solo tallo principal, o en el caso de monte bajo con varios tallos, que tiene un más o menos copa definitiva. Incluye bambúes, palmas y otras plantas leñosas que cumplen con los criterios anteriores (IPCC, 2006, p.4.81).

Biomasa aérea: Toda la biomasa de la vegetación viva, tanto maderera como herbácea, que se Halla por encima del suelo, incluyendo tallos, cepas, corteza, semillas y follaje (IPCC, 2006, p.4.82).

Biomasa subterránea: Toda la biomasa de las raíces vivas. A menudo, las raíces finas, de menos de 2 mm de diámetro (sugerido), se excluyen porque, empíricamente, no se las puede distinguir de la materia orgánica del suelo o de la hojarasca. (IPCC, 2006, p. 4.82)

Bosque: Tierras que se extienden a más de 0,5 hectáreas con árboles de más de 5 metros de altura y una cubierta forestal de más del 10 por ciento, o con árboles capaces de alcanzar estos umbrales in situ. No incluye tierras que estén predominantemente bajo uso agrícola ni tierras urbanas (IPCC, 2006, p.4.82).

Fracción de carbono: Toneladas de carbono por tonelada de materia seca de la biomasa (IPCC, 2006, p.4.84).

Inventario forestal: Sistema para medir el alcance, la cantidad y el estado de un bosque, generalmente mediante muestreo: (IPCC, 2006, p.4.85).

Mortalidad: Los árboles que mueren naturalmente debido a competencia en la etapa de exclusión de tallos de una arboleda o bosque. Como se la usa en el presente, la mortalidad no incluye pérdidas debidas a perturbaciones (IPCC, 2006, p.4.85).

Regeneración natural: Restablecimiento de una arboleda forestal por medios naturales, es decir, por siembra natural o por regeneración vegetativa. Puede ser asistida por la intervención humana, p. ej., por escarificación del suelo o cercado para protegerla de la fauna silvestre o del pastoreo de animales domésticos (IPCC, 2006, p.4.86)

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 (IPCC, 2006, p.4.87).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Hipótesis de la investigación

Ho: La dinámica de la biomasa, carbono y CO₂e del bosque de varillal Seco, no varía en el tiempo, entre parcelas, presencia de lianas y forma de copa.

Ha: La dinámica de la biomasa, carbono y CO₂e del bosque de varillal Seco, varia en el tiempo, entre parcelas, presencia de lianas y forma de copa.

2.2 Variables y su Operacionalización

Variables	Indicadores	Indice
Dinámica	Velocidad de crecimiento	Porcentaje
Producción primaria	Biomasa y carbono aéreo Biomasa y carbono suelo Emisiones de CO ₂ e aéreo y suelo.	ton/ ha ton/ ha ton/ha

CAPÍTULO III. METODOLOGIA

3.1. Diseño metodológico

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

3.2. Diseño muestral

Población. - Es el conjunto de especies árboles forestales del bosque varillal alto seco con un DAP ≥ 10 cm 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 ubicadas en el bosque de varillal seco de la carretera Iquitos- Nauta, que crecen sobre arenas blancas bien drenados (Tello, 2018, p. 17-18).

Muestra. - Es el sub conjunto de especies de árboles forestales del bosque de varillal alto seco de la carretera Iquitos- Nauta con un DAP ≥ 10 cm, que crecen sobre arenas blancas, bien drenados, ubicadas en las tres (03) parcelas permanentes 9, 10 y 11, divididos en 100 sub parcelas de 10 m x 10 m que fueron instalados en el año 2005 (Figura N° 1 Anexo) (Tello, 2018, p. 17-18).

3.3. Procedimiento para la recolección de los datos

3.3.1 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 2005 con una hectárea cada una dividida en 100 sub parcelas de 100 m² (Figura 1)

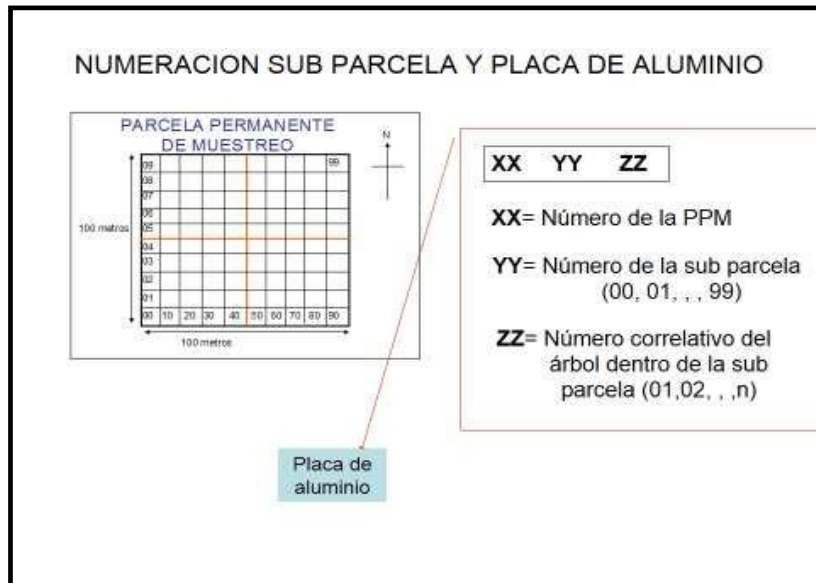


Figura 1 Diseño de la parcela permanente y características de la placa de aluminio colocados a los árboles (Tello 2008, p. 36).

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.

3.3.2 Determinación de la composición florística

La composición florística inicial se determinó durante la primera medición en el 2005. En la última evaluación se identificaron los árboles reclutas con la ayuda de un taxónomo con experiencia, quien proporcionó el nombre

vulgar de las especies (fig. 05 del anexo).

3.3.3 Inventario de árboles

La remediación del diámetro del árbol al tratarse de una remediación se realizó a 30 cm debajo de la placa de aluminio o en la marca permanente realizado anteriormente con pintura amarilla o roja. La altura del árbol fue estimada con un hipsómetro laser. Se seleccionó al azar el 10 % de los árboles de la parcela permanente para determinar inconsistencia en los registros de datos.

3.3.4 Cálculos dasométricos

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

$$G = \frac{\pi}{4000} * (DAP_{cm})^2 \quad \text{Ec. 1}$$

$$V = G * HT * 0,65 \quad \text{Ec. 2}$$

$$\text{Biomasa del árbol (B)} = 0.053825 * (DB) * DAP^2 * HT^{0.99} \quad \text{Ec. 3}$$

Dónde:

V= Volumen total del árbol

(m³)G= Área Basal (m²)

HT= Altura total medido desde el ras del suelo hasta el ápice

(m).DB= densidad básica de la madera

El carbono contenido en la Biomasa por árbol (tC)

$$tC = \text{Biomasa} * 0,47 \quad \text{Ec. 4}$$

$$tCO_2e \text{ sobre el suelo} = tC * 3,67$$

tCO₂e) en la raíz = tCO₂e sobre el suelo*0,37

La densidad de la madera se usó la data Global wood density database(Zanne et al., 2009).

Tabla 1.-Factores de conversión de acuerdo a la guía del IPCC

Conversion Factors		
Variabl e	Valu e	Sourc e
Raíz:Shoot Ratio	0.37	Tabla 4.4, IPCC 2006 Guidelines Volume 4, Chapter 4 - Forest Land
Factor de conversión de biomasa a carbono	0.47	IPCC Guia
Factor de conversión de carbono a CO ₂ e	3.67	IPCC Guia

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, 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 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 la data limpia, fueron sistematizados usando tablas dinámicas del Excel 13, y se crearon una hoja especial que contenga la información válida para ser importada por el software

Spss 23 de IBM para el procesamiento estadístico.

Para contrastar la hipótesis se usó el análisis de variancia (ANVA) para la biomasa, carbono y CO₂e, interviniendo como factores la parcela, presencia de lianas, forma de copa y censo. Para el contraste de promedios se utilizó el test Tukey al 5% del nivel de significación. Para ello, previamente se validaron los presupuestos del ANVA, realizando las pruebas de homogeneidad de varianzas con el estadístico de Levene y de normalidad (estadístico Kolmogorov-Smirnov) al 5% de significación.

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

3.5 Aspectos éticos

Se ha utilizado buenas prácticas en la etapa de contribución del conocimiento, teniendo en cuenta el respeto, justicia, libertad del tesista en relación a los actores involucrados en el presente estudio.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En la parcela 9 la biomasa aérea fue $72,97 \pm 5,4$ t/ha, $96,84 \pm 6,76$ t/ha y $157,35 \pm 10,44$ t/ha para los años 2005, 2007 y 2017 respectivamente (Tabla 2). En la parcela 10 fueron $151,58 \pm 10,93$ t/ha; $165,01 \pm 11,33$ t/ha y $237,84 \pm 15,38$ t/ha para el mismo periodo; en la parcela 11 fue $93,87 \pm 7,24$ t/ha; $110,7 \pm 8,09$ t/ha; $163,34 \pm 12,05$ t/ha de biomasa para el año 2005, 2007 y 2017 respectivamente. La cantidad de dióxido de carbono equivalente de los árboles sobre el suelo (año base 2017) fue $271,16 \pm 17,99$ tCO₂e/ha en la parcela permanente 9, y la cantidad de dióxido de carbono equivalente en las raíces fue $100,33 \pm 6,65$ tCO₂e/ha. En la parcela 10, fue $409,88 \pm 26,5$ tCO₂e/ha sobre el suelo y $151,66 \pm 9,81$ tCO₂e/ha en la raíz; y en la parcela 11, fue $281,5 \pm 20,77$ tCO₂e/ha y $104,15 \pm 7,69$ tCO₂e/ha respectivamente.

Tabla 2. - Promedio y error estándar para las variables carbono, biomasa y CO₂e del bosque de varillal alto seco en el tiempo.

Variable	Año	Parcelas permanentes		
		9	10	11
Biomasa aérea (t/ha)	2005	$72,97 \pm 5,4$	$151,58 \pm 10,93$	$93,87 \pm 7,24$
	2007	$96,84 \pm 6,76$	$165,01 \pm 11,33$	$110,7 \pm 8,09$
	2017	$157,35 \pm 10,44$	$237,84 \pm 15,38$	$163,34 \pm 12,05$
Carbono aéreo (t/ha)	2005	$34,29 \pm 2,54$	$71,24 \pm 5,14$	$44,12 \pm 3,4$
	2007	$45,51 \pm 3,18$	$77,56 \pm 5,33$	$52,03 \pm 3,8$
	2017	$73,95 \pm 4,91$	$111,79 \pm 7,23$	$76,77 \pm 5,67$
tCO ₂ e/ha aéreo	2005	$125,75 \pm 9,3$	$261,23 \pm 18,84$	$161,76 \pm 12,48$
	2007	$166,88 \pm 11,66$	$284,37 \pm 19,53$	$190,78 \pm 13,94$
	2017	$271,16 \pm 17,99$	$409,88 \pm 26,5$	$281,5 \pm 20,77$
tCO ₂ e/ha radicular	2005	$46,53 \pm 3,44$	$96,65 \pm 6,97$	$59,85 \pm 4,62$
	2007	$61,75 \pm 4,31$	$105,22 \pm 7,23$	$70,59 \pm 5,16$
	2017	$100,33 \pm 6,65$	$151,66 \pm 9,81$	$104,15 \pm 7,69$

El promedio de biomasa aérea (Tabla 4) en los censos del 2005, 2007 y 2017 fueron $106,138 \pm 5,87$ t/ha, $124,184 \pm 5,87$ t/ha y $186,18 \pm 5,87$ t/ha respectivamente. El carbono aéreo se estimó $49,89 \pm 2,76$ t/ha, $58,367 \pm 2,76$ t/ha y $87,03 \pm 2,76$ t/ha respectivamente. El dióxido equivalente de carbono aéreo se estimó en $182,911 \pm 10,12$; $214,01 \pm 10,12$ y $320,84 \pm 10,12$ t/ha de CO_{2e} en los años 2005, 2007 y 2017 respectivamente. Mientras que la cantidad de dióxido equivalente de carbono de las raíces fueron $67,67 \pm 3,74$; $79,184 \pm 3,74$ y $118,712 \pm 3,74$ tCO_{2e}/ha para el año 2005, 2007 y 2017.

El promedio de biomasa, carbono y dióxido equivalente de carbono aéreo y de las raíces aumentaron en el periodo inter censal 2005, 2007 y 2017. Estos cambios en el promedio de biomasa y CO_{2e} registrados en el 2005 y 2007 no fueron estadísticamente significativos (prueba de Tukey, $\alpha=0,05$), pero con el promedio del 2017 fue diferente (prueba de Tukey, $\alpha=0,05$).

Tabla 3.- Promedio, error estándar y límite de confianza para el promedio de biomasa y carbono, CO₂e aéreo y del suelo y significancia estadística para la diferencia de promedio ($\alpha=0.05$) entre censos.

Variable dependiente	Año	Media(t/ha)*	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Biomasa aérea	2005	106,138 A	5,873	94,611	117,666
	2007	124,184 A	5,873	112,657	135,712
	2017	186,177 B	5,873	174,649	197,704
Carbono aéreo	2005	49,885 A	2,761	44,467	55,303
	2007	58,367 A	2,761	52,949	63,784
	2017	87,503 B	2,761	82,085	92,921
CO ₂ e parte aérea	2005	182,911 A	10,122	163,046	202,777
	2007	214,011 A	10,122	194,145	233,876
	2017	320,845 B	10,122	300,979	340,710
CO ₂ e en el suelo	2005	67,677 A	3,745	60,327	75,028
	2007	79,184 A	3,745	71,834	86,534
	2017	118,712 B	3,745	111,362	126,063

***Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes (test tukey $\alpha=0.05$)**

La biomasa aérea en la parcela 9 fue $109,05 \pm 5,87$ t/ha, $184,81 \pm 5,87$ t/ha en la parcela 10 y $122,64 \pm 5,87$ t/ha en la parcela 11 (Tabla 4). El carbono aéreo se estimó en $51,25 \pm 2,761$ t/ha en la parcela 9, $86,86 \pm 2,761$ t/ha en la parcela 10 y $57,64 \pm 2,76$ t/ha en la parcela 11. El dióxido equivalente de carbono de los árboles fue $187,93 \pm 10,12$; $318,49 \pm 10,12$ y $211,25 \pm 10,12$ tCO₂e/ha en las parcelas 9, 10 y 11 respectivamente. El dióxido equivalente de carbono de los árboles bajo el suelo fueron $69,53 \pm 3,75$; $117,84 \pm 3,75$ y $78,19 \pm 3,75$ tCO₂e/ha para las parcelas 9, 10 y 11 respectivamente.

No se encontró diferencias estadísticas en el promedio de biomasa,

carbono y dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo y bajo el suelo entre las parcelas 9 y 11 (Tukey, p valor>0,05), pero con el promedio de la parcela 10 muestran diferencias estadísticas significativas.

Tabla 4.- Promedio, error estándar, límite de confianza del promedio de la biomasa y carbono, CO₂e aéreo y del suelo y significancia estadística ($\alpha=0.05$) entre parcelas.

Variable dependiente	P,M	Media tCO ₂ e/ha*	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Biomasa aérea	9	109,049 A	5,873	97,522	120,577
	10	184,811 B	5,873	173,284	196,339
	11	122,638 A	5,873	111,111	134,166
Carbono aéreo	9	51,253 A	2,761	45,835	56,671
	10	86,861 B	2,761	81,443	92,279
	11	57,640 A	2,761	52,222	63,058
CO ₂ e de los árboles sobre el suelo	9	187,928 A	10,122	168,062	207,794
	10	318,492 B	10,122	298,626	338,357
	11	211,347 A	10,122	191,481	231,212
CO ₂ e de los árboles bajo el suelo	9	69,533 A	3,745	62,183	76,884
	10	117,842 B	3,745	110,492	125,192
	11	78,198 A	3,745	70,848	85,549

* Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes (test tukey $\alpha=0.05$)

En la tabla 5, se observa que la biomasa de los árboles sin lianas en la parcela 9 fue 61,85±7,03 t/ha (84,76%), 89,04±6,13 t/ha (91,95%) y 144,90±11,65 t/ha (92,09%) para el 2005, 2007 y 2017 respectivamente. En la parcela 10 fueron 135,53±10,59 t/ha (89,41%), 141,06±9,83 t/ha (85,48%) y 212,81±15,88 t/ha (89,47%), y en la parcela 11 fueron 63,77± 6,82 t/ha (67,94%), 91,59 ±6.90 t/ha (82,73%) y 153,19±14.55 t/ha (93,79%) para los censos 2005, 2007 y 2017

respectivamente.

En la parcela 9 la biomasa (tabla 5) de los árboles con lianas restringiendo el crecimiento fue $1,95 \pm 0,76$ t/ha (2,67%), $4,5 \pm 1,39$ t/ha (4,65%) y $0,78 \pm 0,65$ t/ha (0,5%) para el 2005, 2007 y 2017 respectivamente; en la parcela 10 fue $0,4 \pm 0,32$ t/ha (0,32%), $8,23 \pm 3,61$ t/ha (4,99%) para el censo 2005 y 2007. En la parcela 11 fue $3,61 \pm 1,13$ t/ha (3,85%), $4,51 \pm 1,37$ t/ha (4,08%) y $1,24 \pm 0,79$ t/ha (0,76%) en los años 2005, 2007 y 2017.

Tabla 5.- Promedio, error estándar de la biomasa aérea (t/ha) entre censos, presencia de lianas entre parcelas permanentes.

P, M	Año	Liana	Biomasa (t/ha)	%	Error estándar	n
9	2005	Presente sin causar daño	9,172	12,57	1,423	10
		Presentes restringen crecimiento	1,947	2,67	0,756	10
		Sin liana	61,848	84,76	7,032	10
		Total	72,967	100,00	3,142	60
9	2007	cortada viva	0,020	0,02	0,020	10
		Presente sin causar daño	3,274	3,38	0,681	10
		Presentes restringen crecimiento	4,505	4,65	1,390	10
		Sin liana	89,038	91,95	6,131	10
Total	96,836	100,00	4,369	60		
9	2017	Presente sin causar daño	11,659	7,41	5,113	10
		Presentes restringen crecimiento	0,782	0,50	0,654	10
		Sin liana	144,904	92,09	11,647	10
		Total	157,345	100,00	7,223	60
10	2005	Presente sin causar daño	15,569	10,27	3,376	10
		Presentes restringen crecimiento	0,485	0,32	0,317	10
		Sin liana	135,528	89,41	10,590	10
		Total	151,582	100,00	6,701	60
10	2007	Presente sin causar daño	15,723	9,53	2,288	10
		Presentes restringen crecimiento	8,231	4,99	3,607	10
		Sin liana	141,058	85,48	9,831	10
		Total	165,012	100,00	6,870	60
10	2017	Presente sin causar daño	25,034	10,53	8,380	10
		Sin liana	212,806	89,47	15,882	10
		Total	237,841	100,00	10,548	60
11	2005	Presente sin causar daño	26,485	28,22	4,627	10
		Presentes restringen crecimiento	3,611	3,85	1,134	10
		Sin liana	63,770	67,94	6,822	10
		Total	93,866	100,00	3,334	60
11	2007	Cortada muerta	0,261	0,24	0,172	10
		Presente sin causar daño	14,345	12,96	2,729	10
		Presentes restringen crecimiento	4,513	4,08	1,371	10
		Sin liana	91,586	82,73	6,905	10
		Total	110,705	100,00	4,474	60

11	2017	Presente sin causar daño	8,911	5,46	2,620	10
		Presentes restringen crecimiento	1,239	0,76	0,788	10
		Sin liana	153,194	93,79	14,552	10
		Total	163,345	100,00	7,716	60

En la tabla 6, se observa que en la parcela permanente 9, la fijación de carbono para los censos 2005, 2007 y 2017 fueron $29,07 \pm 9,19$ t/ha (84,76%), $41,85 \pm 13,23$ t/ha (91,95%) y $68,11 \pm 21,537$ t/ha (92,09%). En la parcela permanente 10 fue $63,7 \pm 20,14$ t/ha (89,41%); $66,30 \pm 20,97$ t/ha (85,48%) y $100,02 \pm 31,63$ t/ha (89,47%). En la parcela permanente 11 fueron $29,97 \pm 9,48$ t/ha (67,94%), $43,05 \pm 13,61$ t/ha (82,73%) y $72 \pm 22,77$ t/ha (93,79%) respectivamente.

Los árboles con lianas que restringen el crecimiento (tabla 6) en la parcela 9 fueron $0,915 \pm 0,29$ t/ha (2,67%), $2,12 \pm 0,67$ t/ha (4,65%) y $0,37 \pm 0,116$ t/ha (0,5%); para los censos 2005, 2007 y 2017 respectivamente. En la parcela 10 fue $0,23 \pm 0,07$ t/ha (0,32%), $3,87 \pm 1,22$ t/ha (4,99%). censo 2005 y 2007. En la parcela 11 fue $1,7 \pm 0,54$ t/ha (3,85%), $2,12 \pm 0,67$ t/ha (4,08%) y $0,583 \pm 0,18$ t/ha (0,76%) en los censos 2005, 2007 y 2017 respectivamente.

Tabla 6.- Promedio, porcentaje, error estándar del carbono aéreo (tC/ha) entrecensos, presencia de lianas y parcelas permanentes

P,M	Año	Liana	tC/ha	%	Error estándar	n
9	2005	Presente sin causar daño	4,311	12,57	1,363	10
		Presentes restringen crecimiento	0,915	2,67	0,289	10
		Sin liana	29,069	84,76	9,192	10
		Total	34,294	100,00	0,738	60
	2007	cortada viva	0,009	0,02	0,003	10
		Presente sin causar daño	1,539	3,38	0,487	10
		Presentes restringen crecimiento	2,117	4,65	0,669	10
		Sin liana	41,848	91,95	13,233	10
		Total	45,513	100,00	0,979	60
	2017	Presente sin causar daño	5,480	7,41	1,733	10
		Presentes restringen crecimiento	0,368	0,50	0,116	10
		Sin liana	68,105	92,09	21,537	10
Total		73,952	100,00	1,591	60	
10	2005	Presente sin causar daño	7,317	10,27	2,314	10
		Presentes restringen crecimiento	0,228	0,32	0,072	10
		Sin liana	63,698	89,41	20,143	10
		Total	71,243	100,00	1,533	60
10	2007	Presente sin causar daño	7,390	9,53	2,337	10
		Presentes restringen crecimiento	3,869	4,99	1,223	10
		Sin liana	66,297	85,48	20,965	10
		Total	77,556	100,00	1,669	60
10	2017	Presente sin causar daño	11,766	10,53	3,721	10
		Sin liana	100,019	89,47	31,629	10
		Total	111,785	100,00	2,405	60
11	2005	Presente sin causar daño	12,448	28,22	3,936	10
		Presentes restringen crecimiento	1,697	3,85	0,537	10
		Sin liana	29,972	67,94	9,478	10
		Total	44,117	100,00	0,949	60

Tabla 6.- Promedio, porcentaje, error estándar del carbono aéreo (tC/ha) entrecensos, presencia de lianas y parcelas permanentes (Cont...)

P,M	Año	Liana	tC/ha	%	Error estándar	n
11	2007	Cortada muerta	0,122	0,24	0,039	10
		Presente sin causar daño	6,742	12,96	2,132	10
		Presentes restringen crecimiento	2,121	4,08	0,671	10
		Sin liana	43,045	82,73	13,612	10
		Total	52,031	100,00	1,120	60
11	2017	Presente sin causar daño	4,188	5,46	1,324	10
		Presentes restringen crecimiento	0,583	0,76	0,184	10
		Sin liana	72,001	93,79	22,769	10
		Total	76,772	100,00	1,652	60

En la tabla 7, se observa que al año 2017 el dióxido equivalente de carbono de los árboles sin lianas sobre el suelo la parcela 9 aportó $249,72 \pm 78.97$ tCO₂e/ha (92,09%); $366,74 \pm 115,97$ tCO₂e/ha (89,47%) la parcela 10 y $264,00 \pm 83,49$ tCO₂e/ha (93,79%) la parcela 11. Los árboles con lianas que restringen su crecimiento aportaron $1,35 \pm 0,43$ tCO₂e/ha (0,5%) en la parcela 9, y en la parcela 11 fue $2,14 \pm 0,68$ tCO₂e/ha (0,76%).

Tabla 7.- Promedio, porcentaje y error estándar del tCO₂e/ha según la presencia de lianas, parcela y entre censos.

Parcela	Año	Liana	tCO ₂ e/ha	%	Error estándar	n
9	2017	Presente sin causar daño	20,092	7,41	6,354	10
		Presentes restringen crecimiento	1,348	0,50	0,426	10
		Sin liana	249,718	92,09	78,968	10
		Total	271,158	100,00	5,834	60
10	2017	Presente sin causar daño	43,142	10,53	13,643	10
		Sin liana	366,736	89,47	115,972	10
		Total	409,878	100,00	8,819	60
11	2017	Presente sin causar daño	15,357	5,46	4,856	10
		Presentes restringen crecimiento	2,136	0,76	0,675	10
		Sin liana	264,004	93,79	83,485	10
		Total	281,497	100,00	6,057	60

En la tabla 8, se observa el promedio del dióxido equivalente de carbono de los árboles bajo el suelo en el último censo (año 2017) los árboles sin lianas en la: parcela 9 aportaron 92,4±29,22 tCO₂e/ha (92,09%). En la parcela 10 135,69±42,91 tCO₂e/ha (89,47%) y en la parcela 11 97,68±30,89 tCO₂e/ha (93,79%). El CO₂e de los árboles bajo el suelo que tuvieron lianas restringiendo su crecimiento fue 0,49±0,16 tCO₂e/ha (0,5%) en la parcela 9. En la parcela 11 fue 0,79±0,30 tCO₂e/ha (0,76%).

Tabla 8.- Promedio, error estándar, porcentaje entre censos, presencia de lianas y parcelas permanentes de las emisiones de CO₂e desde el suelo.

P,M	Año	Liana	tCO ₂ e/ha	%	Error estándar	n
9	2017	Presente sin causar daño	7,434	7,41	2,351	10
		Presentes restringen crecimiento	0,499	0,50	0,158	10
		Sin liana	92,396	92,09	29,218	10
		Total	100,328	100,00	2,159	60
10	2017	Presente sin causar daño	15,963	10,53	5,048	10
		Sin liana	135,692	89,47	42,910	10
		Total	151,655	100,00	3,263	60
11	2017	Presente sin causar daño	5,682	5,46	1,797	10
		Presentes restringen crecimiento	0,790	0,76	0,250	10
		Sin liana	97,681	93,79	30,890	10
		Total	104,154	100,00	2,241	60

En la tabla 9, se observa que la mayor cantidad de biomasa proviene de árboles con copa regular, en el año 2017 fue $155,18 \pm 11,02$ t/ha (98,63%) en parcela 9; $202,85 \pm 17,58$ t/ha (85,29%) en la parcela 10 y en la parcela 11 fue $123,96 \pm 5,7$ t/ha (75,89%). La biomasa de los árboles con copa irregular fue $2,11 \pm 1,46$ t/ha (1,34%) en la parcela 9; en la parcela 10 fue $34,4 \pm 14,75$ t/ha (14,46%) y en la parcela 11 $38,11 \pm 11,81$ t/ha (23,33%).

Tabla 9.- Promedio, error estándar, porcentaje entre censos y forma de copa, por parcelas permanentes de la biomasa aérea.

Parcela	Año	Forma de copa	t/ha	%	Error estándar	n
9	2017	Irregular	2,11	1,34	1,461	10
		Pocas ramas	0,06	0,04	0,056	10
		Regular	155,18	98,63	11,022	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	157,35	100,00	11,039	40
10	2017	Irregular	34,40	14,46	14,751	10
		Pocas ramas	0,59	0,25	0,460	10
		Regular	202,85	85,29	17,579	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	237,84	100,00	14,529	40
11	2017	Irregular	38,11	23,33	11,808	10
		Pocas ramas	1,27	0,78	0,634	10
		Regular	123,96	75,89	19,136	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	163,34	100,00	9,709	40

En la tabla 10, se observa el promedio del carbono fijado en el censo del 2017 fue $72,94 \pm 5,18$ t/ha (98,63%) en parcela 9; en la parcela 10 fue $95,34 \pm 8,26$ t/ha (85,29%) y en la parcela 11 fue $58,26 \pm 8,99$ t/ha (75,89%) en los árboles con copa regular. En los árboles con copa irregular fue $0,99 \pm 0,68$ t/ha (1,34%) en la parcela 9.; $16,17 \pm 6,93$ t/ha (14,46%) en la parcela y en la 11 fue $17,91 \pm 5,55$ t/ha (23,33%).

Tabla 10.- Promedio, porcentaje y error estándar del carbono aéreo entre censos, forma de copa y parcelas permanentes.

Parcela	Año	Forma de copa	Ton/ha	%	Error estándar	n
9	2017	Irregular	0,99	1,34	0,687	10
		Pocas ramas	0,03	0,04	0,026	10
		Regular	72,94	98,63	5,181	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	73,95	100,00	5,188	40
10	2017	Irregular	16,17	14,46	6,933	10
		Pocas ramas	0,28	0,25	0,216	10
		Regular	95,34	85,29	8,262	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	111,79	100,00	6,829	40
11	2017	Irregular	17,91	23,33	5,550	10
		Pocas ramas	0,60	0,78	0,298	10
		Regular	58,26	75,89	8,994	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	76,77	100,00	4,563	40

En la tabla 11, se observa que el promedio del dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo (tCO_{2e}/ha) al año 2017, en los árboles con copa regular en la parcela 9 fue 267,43±18,99 tCO_{2e}/ha (98,63%); en la parcela 10 fue 349,58±30,29 tCO_{2e}/ha (85,29%) y en la 11 fue 213,63 ± 32,98 tCO_{2e}/ha (75,89%). En los árboles con copa irregular sobre el suelo se estima en 3,63±2,52 tCO_{2e}/ha (1,34%) en la parcela 9; en la parcela permanente 10 59,28±25,42 tCO_{2e}/ha (14,46%) y en la parcela 11 fue 65,68±20,35 tCO_{2e}/ha (23,33%).

Tabla 11.- Promedio, porcentaje y error estándar por censo, forma decopa y por parcelas permanentes para el CO₂e aéreo.

Parcela	Año	Forma de copa	t/ha	% por parcela	Error estándar	N
9	2017	Irregular	3,63	1,34	2,519	10
		Pocas ramas	0,10	0,04	0,097	10
		Regular	267,43	98,63	18,995	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	271,16	100,00	19,023	40
10	2017	Irregular	59,28	14,46	25,421	10
		Pocas ramas	1,02	0,25	0,793	10
		Regular	349,58	85,29	30,295	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	409,88	100,00	25,039	40
11	2017	Irregular	65,68	23,33	20,349	10
		Pocas ramas	2,19	0,78	1,093	10
		Regular	213,63	75,89	32,977	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	281,50	100,00	16,731	40

En la tabla 12, se observa el promedio de dióxido equivalente de carbono de los árboles bajo el suelo en los árboles copa regular (tabla 13) al año 2017, fue $98,95 \pm 7,03$ tCO₂e/ha (98,63%) en la parcela 9; en la parcela 10 fue $129,34 \pm 85,29$ tCO₂e/ha (85,29%) y en la parcela 11 fue $79,04 \pm 12,20$ tCO₂e/ha (75,89%). En los árboles con copa irregular (año 2017) en parcela 9 fue $1,34 \pm 1,34$ tCO₂e/ha (1,34%); en la parcela 10 fue $21,93 \pm 9,41$ tCO₂e/ha (14,46%). En la parcela 11 fue $24,30 \pm 7,53$ tCO₂e/ha (23,33%).

Tabla 12.- Promedio, porcentaje y error estándar entre censos, forma decopa por parcelas permanentes para CO₂e radicular.

Parcela	Año	Forma de copa	Ton/ha	%	Error estándar	N
9	2017	Irregular	1,34	1,34	0,932	10
		Pocas ramas	0,04	0,04	0,036	10
		Regular	98,95	98,63	7,028	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	100,33	100,00	7,039	40
10	2017	Irregular	21,93	14,46	9,406	10
		Pocas ramas	0,38	0,25	0,294	10
		Regular	129,34	85,29	11,209	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	151,66	100,00	9,264	40
11	2017	Irregular	24,30	23,33	7,529	10
		Pocas ramas	0,81	0,78	0,405	10
		Regular	79,04	75,89	12,201	10
		Sin copa	0,00	0,00	0,000	10
		Total	104,15	100,00	6,191	40

En la tabla 13, se muestra el ANVA del modelo lineal general multivariante, orientada a determinar si hay o no diferencias significativas para la variable biomasa (t/ha), carbono (t/ha), CO₂e bosque y CO₂e en el suelo (t/ha) en función de la presencia de lianas y entre censos y parcelas permanentes.

Los resultados del Anva (tabla 14), muestra que existen diferencias estadísticas de promedio de biomasa, carbono, de la parte aérea del bosque y las emisiones de CO₂e de la parte aérea y del suelo, varía tanto entre parcelas permanentes, censos y presencia de lianas (Anva, p valor=0,000).

Tabla 13.- Análisis de varianza para las variables, biomasa, carbono, CO₂e, por parcela y lianas en el bosque del varillal alto seco y entre censo

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig,
Parcela	Biomasa	16316,75	2	8158,39	37,95	0,000
	Carbono	3604,37	2	1802,19	37,95	0,000
	CO ₂ e árboles	48458,76	2	24229,38	37,95	0,000
	CO ₂ e en el suelo	6634,00	2	3317,00	37,95	0,000
Año	Biomasa	17624,88	2	8812,44	40,99	0,000
	Carbono	3893,34	2	1946,67	40,99	0,000
	CO ₂ e árboles	52343,74	2	26171,87	40,99	0,000
	CO ₂ e en el suelo	7165,86	2	3582,93	40,99	0,000
LIANAS	Biomasa	1059588,78	5	211917,76	985,86	0,000
	Carbono	234063,16	5	46812,63	985,86	0,000
	CO ₂ e árboles	3146849,17	5	629369,83	985,86	0,000
	CO ₂ e en el suelo	430803,65	5	86160,73	985,86	0,000
P,M * LIANAS	Biomasa	63788,37	10	6378,84	29,68	0,000
	Carbono	14090,85	10	1409,09	29,68	0,000
	CO ₂ e árboles	189443,67	10	18944,37	29,68	0,000
	CO ₂ e en el suelo	25934,84	10	2593,48	29,68	0,000
año *	Biomasa	96513,57	10	9651,36	44,89	0,000
LIANAS	Carbono	21319,847	10	2131,99	44,89	0,000
	CO ₂ e árboles	286633,50	10	28663,35	44,89	0,000
	CO ₂ e en el suelo	39240,13	10	3924,01	44,89	0,000
Error	Biomasa	104469,47	486	214,96		
	Carbono	23077,31	486	47,48		
	CO ₂ e árboles	310261,56	486	638,39		
	CO ₂ e en el suelo	42474,81	486	87,39		

La biomasa aérea en los árboles sin lianas fue 121,53±56,31 t/ha, los árboles con lianas sin causar daño 14,46±14,27 t/ha (Tabla 14), éstos promedios fueron diferentes (tukey, p valor<0,05). La biomasa de los árboles con lianas que restringen su crecimiento fue 2,81 ± 5,14 t/ha, y

en los árboles con lianas cortadas (muertos o vivos) sumaron 0,031 t/ha, estos valores son similares (tukey, p valor>0,05), y difiere de las dos categorías anteriores.

El carbono aéreo en árboles sin lianas fue $57,12 \pm 26,46$ t/ha, en árboles con lianas sin causar daño fue $6,79 \pm 6,71$ t/ha (Tabla 15), éstos promedios fueron diferentes (tukey, p valor<0,05). El carbono en los árboles con lianas que restringen su crecimiento fue $1,32 \pm 2,41$ t/ha, en los árboles con lianas cortadas muertas o vivas sumaron 0,015 t/ha, estos dos promedios fueron similares (tukey, p valor>0,05), y difiere de las dos categorías anteriores.

El dióxido equivalente de carbono aéreo en los árboles sin lianas fue $209,43 \pm 97,03$ tCO₂e/ha, en árboles con lianas sin causar daño fue $24,93 \pm 24,59$ tCO₂e/ha (Tabla 15), estos promedios son diferentes (tukey, p valor<0,05). El dióxido de carbono en las demás categorías sumó 4,90 tCO₂e/ha y no fueron estadísticamente diferentes (tukey, p valor>0,05), pero difieren con las dos categorías anteriores.

El dióxido equivalente de carbono en los árboles fue $239,26 \pm 92,03$ tCO₂e/ha y en las raíces $88,53 \pm 34,37$ tCO₂e/ha. $77,49 \pm 35,90$ tCO₂e/ha corresponde a árboles sin lianas; y en árboles con lianas y que no causan daño al individuo fue $9,22 \pm 9,09$ tCO₂e/ha, éstos promedios son diferentes (tukey, p valor<0,05). En las demás categorías el dióxido equivalente de carbono sumaron 1,80 tCO₂e/ha estos tres valores no fueron diferentes (tukey, p valor>0,05), pero difiere de las dos categorías anteriores.

Tabla 14.- Promedio, desviación estándar y significación estadística entre categorías de lianas para cada variable del bosque del varillal alto seco.

Variable	Lianas	Media	Sig	Desviación estándar	N
tBiomasa/ ha árboles	Cortada muerta	0,029	A	0,192	90
	cortada viva	0,002	A	0,021	90
	Presente sin causar daño	14,463	B	14,268	90
	Presentes restringen crecimiento	2,813	A	5,137	90
	Sin liana	121,526	C	56,305	90
	Total	138,83		53,899	450
tC/ha árboles	Cortada muerta	0,014	A	0,090	90
	cortada viva	0,001	A	0,010	90
	Presente sin causar daño	6,798	B	6,706	90
	Presentes restringen crecimiento	1,322	A	2,414	90
	Sin liana	57,117	C	26,464	90
	Total	65,251		25,333	450
tCO ₂ e/ha árboles	Cortada muerta	0,050	A	0,331	90
	cortada viva	0,004	A	0,036	90
	Presente sin causar daño	24,925	B	24,588	90
	Presentes restringen crecimiento	4,847	AC	8,853	90
	Sin liana	209,430		97,033	90
	Total	239,255		92,886	450
tCO ₂ e/ha suelo	Cortada muerta	0,018	A	0,122	90
	cortada viva	0,001	A	0,013	90
	Presente sin causar daño	9,222	B	9,097	90
	Presentes restringen crecimiento	1,793	A	3,276	90
	Sin liana	77,489	C	35,902	90
	Total	88,525		34,368	450

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

La tabla 15, muestra el ANVA para la biomasa (t/ha), carbono (t/ha), dióxido equivalente de carbono CO₂e de los árboles sobre suelo y CO₂e de los árboles bajo el suelo (t/ha) por efecto de la forma copa. Existen diferencias estadísticas de promedio de biomasa y carbono aéreo del bosque y la cantidad de dióxido equivalente de carbono CO₂e de los árboles sobre el suelo y de las raíces en función de la forma copa (Anva, p valor=0,000).

Tabla 15.- Análisis de varianza para las variables, biomasa, carbono, CO₂e, por parcela y forma de copa en el bosque del varillal alto seco y entre censo

Origen		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig,
Parcela	tBiomasa/ha	24475,13	2	12237,56	18,89	0,000
	tC/ha	5406,56	2	2703,28	18,89	0,000
	tCO ₂ e/ha	72688,15	2	36344,07	18,89	0,000
	tCO ₂ e/ha bajo el suelo	9951,01	2	4975,50	18,89	0,000
Año	tB/ha	26437,32	2	13218,66	20,40	0,000
	tC/ha	5840,01	2	2920,00	20,40	0,000
	tCO ₂ e/ha sobre el suelo	78515,62	2	39257,81	20,40	0,000
	tCO ₂ e/ha bajo suelo	10748,79	2	5374,39	20,40	0,000
Forma de copa	tB/ha	576546,32	3	192182,11	296,63	0,000
	tC/ha	127359,08	3	42453,03	296,63	0,000
	tCO ₂ e/ha sobre suelo	1712272,12	3	570757,37	296,63	0,000
	tCO ₂ e/ha bajo suelo	234410,05	3	78136,68	296,63	0,000
P,M * Forma de copa	tB/ha	62595,74	6	10432,62	16,10	0,000
	tC/ha	13827,40	6	2304,56	16,10	0,000
	tCO ₂ e/ha sobre suelo	185901,71	6	30983,62	16,10	0,000
	tCO ₂ e/ha bajo suelo	25449,94	6	4241,66	16,10	0,000
año * Forma de copa	tB/ha	155460,28	6	25910,05	39,99	0,000
	tC/ha	34341,18	6	5723,53	39,99	0,000
	tCO ₂ e/ha sobre suelo	461698,04	6	76949,67	39,99	0,000
	tCO ₂ /ha bajo suelo	63206,46	6	10534,41	39,99	0,000
Error	tB/ha	209916,03	324	647,88		
	tC/ha	46370,45	324	143,12		
	tCO ₂ e/ha sobre suelo	623424,96	324	1924,15		
	tCO ₂ e/ha bajo suelo	85346,88	324	263,42		

En la tabla 16, se observa que en este bosque se ha registrado un promedio de biomasa aérea total $138,83 \pm 54,74$ t/ha; de las cuales el

mayor aporte proviene de los árboles con copa regular ($99,57 \pm 62,88$ t/ha), los árboles con copa irregular aportaron ($36,09 \pm 40,39$ t/ha), éstos valores promedios son estadísticamente diferentes (tukey, p valor $< 0,05$). Los árboles con pocas ramas aportaron $2,85 \pm 4,39$ t/ha y los árboles sin copas aportaron apenas $0,32 \pm 1,61$ t/ha, estos dos valores promedio no son estadísticamente diferentes (tukey, p valor $> 0,05$), pero si son estadísticamente diferentes del promedio de biomasa de las dos categorías anteriores.

También en la tabla 16, se observa que en el bosque el promedio de carbono aéreo total fue $65 \pm 25,73$ t/ha; de las cuales los árboles con copa regular aportaron $46,80 \pm 29,56$ t/ha; los árboles con copa irregular $16,96 \pm 18,98$ t/ha, éstos promedios son estadísticamente diferentes (tukey, p valor $< 0,05$). Los árboles con pocas ramas aportaron $1,34 \pm 2,07$ t/ha y los árboles sin copas aportaron $0,15 \pm 0,76$ t/ha de carbono aéreo, estos dos valores promedios no son estadísticamente diferentes (tukey, p valor $> 0,05$), pero si son estadísticamente diferentes del promedio de carbono aéreo de las dos categorías anteriores.

Asimismo, en la tabla 16, se nota que en la cantidad de dióxido equivalente de carbono CO_{2e} de los árboles sobre el suelo aportaron un promedio global de $239,26 \pm 94,33$ tCO_{2e}/ha; de los cuales los árboles con copa regular aportaron $171,59 \pm 108,37$ tCO_{2e}/ha, los árboles con copa irregular aportaron $62,19 \pm 69,61$ tCO_{2e}/ha, éstos valores promedios son estadísticamente diferentes (tukey, p valor $< 0,05$). Los árboles con pocas ramas aportaron $4,91 \pm 7,57$ t/ha y

los árboles sin copas aportaron apenas $0,56 \pm 2,77$ t/ha, estos dos valores promedios no son estadísticamente diferentes (tukey, p valor $>0,05$), pero si son estadísticamente diferentes del promedio de carbono aéreo de las dos categorías anteriores.

Por otra parte, la cantidad promedio de dióxido equivalente de carbono de los árboles bajo el suelo fue $88,52 \pm 34,90$ tCO₂e/ha; de este total los árboles con copa regular aportaron $63,49 \pm 40,10$ tCO₂e/ha, los árboles con copa irregular $23,01 \pm 25,76$ tCO₂e/ha, éstos valores promedios son estadísticamente diferentes (tukey, p valor $<0,05$). Los árboles sin copa aportaron $0,21 \pm 1,03$ tCO₂e/ha, y los árboles con pocas ramas aportaron $1,82 \pm 2,80$ tCO₂e/ha; estos dos valores promedios no son estadísticamente similares (tukey, p valor $>0,05$), pero estadísticamente diferentes del promedio de CO₂e de las otras dos categorías anteriores.

Los resultados de la tabla 16, indican que se acepta la hipótesis de que tanto la biomasa, carbono, cantidad de dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo y bajo el suelo (CO₂e) varía en el tiempo, entre parcelas permanentes y entre categorías de forma de copa. En este bosque prima los árboles con copas regulares, seguidos de los árboles con copa irregular.

Tabla 16.- Promedio, desviación estándar y significación estadística entre categorías de lianas para cada variable estudiada.

Variable	Forma de copa	Media	Significancia estadística	Desviación estándar	N
Biomasa aéreo (t/ha)	Irregular	36,09	B	40,39	90
	Pocas ramas	2,85	A	4,39	90
	Regular	99,57	C	62,88	90
	Sin copa	0,32	A	1,61	90
	Total	138,83		54,74	360
Carbono aéreo (t/ha)	Irregular	16,96	B	18,98	90
	Pocas ramas	1,34	A	2,07	90
	Regular	46,80	C	29,56	90
	Sin copa	0,15	A	0,76	90
	Total	65,25		25,73	360
CO ₂ e aéreo (t/ha)	Irregular	62,19	B	69,61	90
	Pocas ramas	4,91	A	7,57	90
	Regular	171,59	C	108,37	90
	Sin copa	0,56	A	2,77	90
	Total	239,26		94,33	360
CO ₂ e radicular (t/ha)	Irregular	23,01	B	25,76	90
	Pocas ramas	1,82	A	2,80	90
	Regular	63,49	C	40,10	90
	Sin copa	0,21	A	1,03	90
	Total	88,52		34,90	360

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

En tabla 17, se muestra el crecimiento de la promedio biomasa aérea, carbono aéreo, CO₂e aéreo y radicular, en el periodo 2005 al 2007 fue el más alto con una tasa de crecimiento de 7,85%, entre los años 2007 al 2017 fue 4,05%, para el todo el periodo fue 4,68%

Tabla 17.- Tasa y porcentaje de crecimiento anual, basado en el promedio, del carbono, biomasa y CO₂e en el periodo intercensal del bosque del varillal alto seco.

año	Variables				Crecimiento		
	Biomasa t/ha	Carbono t/ha	tCO ₂ e sobre suelo t/ha	tCO ₂ e bajo suelo t/ha	Periodo	tasa	%
2005	106,14	34,29	125,75	46,53	2005-2007	0,079	7,85
2007	124,18	45,51	166,88	61,75	2007-2017	0,040	4,05
2017	186,18	73,95	271,16	100,33	2005-2017	0,047	4,68

102 especies contribuyeron con la biomasa total (186,18 t/ha), el 85,86% de la biomasa aérea se concentró en 24 especies (Tabla 18). Seis especies aportaron 51,16% de la biomasa: *Dicymbe uaiparuensis* (19,39%), *Pachira brevipes* (8,24%), *Sloanea latifolia* (7,76%), *Caraipa utilis* (5,46%), *Tachigali bracteosa* (5,17%) y *Diploptropis purpurea* (5,15%).

Tabla 18.- Promedio y porcentaje del carbono, biomasa y CO₂e al año 2017 del bosque del varillal alto seco.

Especie	tB aérea/ha	tC aéreo/ha	tCO ₂ e árboles/ha	tCO ₂ e suelo	%
<i>Dicymbe uaiparuensis</i>	36,09	16,96	62,20	23,01	19,39
<i>Pachira brevipes</i>	15,34	7,21	26,43	9,78	8,24
<i>Sloanea latifolia</i>	14,45	6,79	24,90	9,21	7,76
<i>Caraipa utilis</i>	10,17	4,78	17,52	6,48	5,46
<i>Tachigali bracteosa</i>	9,62	4,52	16,57	6,13	5,17
<i>Diploptropis purpurea</i>	9,59	4,51	16,52	6,11	5,15
<i>Manilkara bidentata</i>	9,36	4,40	16,14	5,97	5,03
<i>Inga sp,</i>	8,04	3,78	13,85	5,12	4,32
<i>Vatairea guianensis</i>	7,73	3,63	13,33	4,93	4,15
<i>Dipterex micrantha</i>	5,38	2,53	9,26	3,43	2,89
<i>Couepia sp,</i> <i>Calophyllum</i>	3,62	1,70	6,23	2,31	1,94
<i>brasiliensis</i>	3,17	1,49	5,47	2,02	1,70
<i>Macrolobium</i> <i>acaciaefolium</i>	3,15	1,48	5,43	2,01	1,69
<i>Apuleia molaris</i>	2,60	1,22	4,48	1,66	1,39
<i>Pouteria guianensis</i>	2,42	1,14	4,17	1,54	1,30
<i>Haploclathra cordata</i>	2,41	1,13	4,15	1,54	1,29
<i>Cynometra</i> <i>bauhinifolia</i>	2,36	1,11	4,06	1,50	1,27
<i>Aspidosperma</i> <i>schultesii</i>	2,30	1,08	3,97	1,47	1,24
<i>Pseudolmedia laevis</i>	2,27	1,07	3,92	1,45	1,22
<i>Parkia igneiflora</i>	2,25	1,06	3,87	1,43	1,21
<i>Protium subserratum</i>	2,00	0,94	3,44	1,27	1,07
<i>Ocotea cernua</i>	1,85	0,87	3,19	1,18	1,00
<i>Symphonia globulifera</i>	1,69	0,79	2,91	1,08	0,91
<i>Hevea nítida</i>	1,67	0,78	2,88	1,06	0,90
sub total	160	74,97	274,90	101,71	85,68
Otras 72 especies	26,66	12,53	45,95	17,00	14,32
Total	186,18	87,50	320,84	118,71	100,00

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

“Los “varillales” son bosques que crecen sobre suelos de arena blanca. Tienen una alta densidad (cantidad) de árboles y arbustos, son muy delgados y de baja estatura, donde escasean las sogas y las hierbas (Mendoza, 2007, p. 5).

En el bosque varillal alto seco, se observó un aumento de la biomasa aérea en el tiempo (tabla 3), registrándose 72,97; 96,84 y 157,35 t/ha en los censos 2005, 2007 y 2017 (parcela 9). Similar tendencia se registró en la parcela 10 con 151,58; 165,01; y 237,84 t/ha y en la parcela 11 fue 93,87; 110,7; 163,34 t/ha. En general estos valores superan a los 78 t/ha reportado por Baraloto *et al.* (2011, p. 2682). Estos cambios en la dinámica de la biomasa se produce principalmente por el aumento de individuos de *Dicymbe uaiparuensis* que aumentaron en cada mata. Se advierte que el bosque varillal alto seco tiene un potencial grande para la fijación de carbono, y también para el manejo sostenible del bosque. Los varillales crecen sobre suelos de arena blanca (Mendoza, 2007, p. 5). Tienen una alta densidad (cantidad) de árboles y arbustos, que en su mayoría son muy delgados y de baja estatura, donde escasean las sogas y las hierbas (Mendoza, 2007, p. 5), son fuente de abastecimiento de maderas redondas para la construcción de viviendas, según Oñate-Calvín *et al.* (2013, p. 64), a pesar de su fragilidad, presentan ciertas ventajas en vista de sus posibilidades de gestión sustentable en comparación por su alto porcentaje de especies comerciales (26%), a la dominancia de un pequeño grupo de especies.

Desde el punto de vista de los servicios ambientales, el dióxido de carbono equivalente de los árboles sobre el suelo y bajo el suelo es variado aún en áreas muy próximas como ocurre con las parcelas 9, 10 y 11 registrándose un promedio de 371,49; 561,54 y 385,65 t/ha de CO₂e respectivamente (tabla 2). Las variables biomasa aérea y carbono, CO₂e varió entre censos del 2005, 2007 y 2017, con 106,14; 124,18 y 186,18 t/ha respectivamente; el carbono aéreo fue 49,89; 58,36 y 87,03 t/ha. El dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo fue 182,91; 214,01 y 320,85 tCO₂e/ha, y bajo el suelo fue 67,67; 79,18 y 118,71 tCO₂e/ha respectivamente. Existen incrementos significativos en la biomasa, carbono y dióxido equivalente de carbono de los árboles, así los contrastes de los promedios de estas variables obtenidas en el censo 2005 y 2007 no fueron estadísticamente significativos (Tukey, $\alpha > 0,05$), pero contrastado con el promedio del censo 2017 existen diferencias estadísticas significativas (Tukey, $\alpha = 0,05$); por lo que se infiere que el bosque del varillal presenta un patrón propio de poblaciones crecientes, en estos suelos de arena blanca, pobres en nutrientes y excelente drenaje, al cual las especies se adaptan y especializan más a este hábitat. Esta dinámica creciente de la biomasa por los árboles, López *et al.* (2015, p., 2) es uno de los procesos fundamentales en el ciclo del carbono global. El aumento de la disponibilidad de recursos vienen generando el aumento en la dinámica forestal en los bosques tropicales, aumentando la productividad primaria neta que, a su vez, acelera el aumento de la biomasa (Lewis *et al.*, 2004a, p. 421). Con el que se cumple la hipótesis

de Phillips *et al.*, (1994, p. 2808- 2809) quienes postularon que la productividad en última instancia impulsa la dinámica de los ecosistemas a largo plazo ya que cuanto más rápido crece un bosque, más rápida debe ser la rotación del tallo, siempre que la biomasa total esté limitada por factores restrictivos. El incremento de la biomasa depende de las condiciones edafológicas y climáticas que influyen en la tasa de rendimiento, que se reflejará en la capacidad de crecimiento y en la captura de carbono (Acosta, et al., 2001, p. 5).

Los resultados (tabla 4) permite agrupar los promedios de la parcela 9 y 11 respecto a la biomasa aérea 109,05 y 122,64 t/ha; el carbono almacenado 51,25 y 57,64 t/ha; dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo 187,93 y 211,25 t/ha de CO₂e y en la raíz 69,53 y 78,19 CO₂e t/ha respectivamente; estos promedios son similares (tukey, $\alpha=0,05$), pero los promedios de biomasa (184,81 t/ha), carbono (86,86 t/ha), dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo (318,49 CO₂e t/ha) y bajo el suelo (117,84 CO₂e t/ha) de la parcela 10 son estadísticamente mayores al de la parcela 9 y 11 (tuckey, $\alpha=0,05$), mostrando que el bosque de varillal seco no es homogénea; pudiéndose inferir que esta heterogeneidad es una consecuencia del proceso de adaptación de las especies a cada nicho de hábitat conformado por arena blanca, excelente drenaje, en terrazas altas, muy ácido y pobre en nutrientes, tal como lo indica Draper et al., (2017, p. 2), que existen especies especialistas en bosques de arena blanca.

La presencia de lianas es una variable ambiental que afecta la fijación de biomasa y carbono en los árboles y por ende en la cantidad de CO₂e, en

el bosque varillal prima el aporte de los árboles sin lianas (tabla 5).

En suma (tabla 6), en el bosque varillal seco la contribución a la biomasa total de los árboles con lianas que restringen su crecimiento varía entre 0,32 y 4,99% y en porcentaje de biomasa en los árboles sin lianas variaron entre 67,94 y 93,79%; similar porcentaje muestran para el carbono (tabla 6), dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo (tabla 8) y bajo el suelo (tabla 8). Esto es muy interesante para los extractores de maderas redondas, visto que existe una alta probabilidad de que las maderas que corten caigan al suelo sin afectar a otros árboles, por lo que los trabajos silvícolas de corte lianas disminuye sustancialmente. Según Oñate-Calvin *et al.* (2013, p. 64), no es necesario aplicar técnicas de aprovechamiento de impacto reducido, puesto que los pies aprovechados son de pequeño diámetro, que no se utiliza maquinaria y que el transporte se realiza únicamente a hombros y/o por flotación.

Esto sugiere que en el porcentaje de contribución en la biomasa total del bosque varillal, de los árboles con copas irregulares (tabla 9) varía entre 2,34 y 23,33% y la biomasa que aportan los árboles con copa regular variaron entre 75,89 y 98,63%, similar ocurre en el aporte de carbono (tabla 10), dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo (tabla 11) y bajo el suelo (tabla 13). De hecho los árboles con copa regular presentan mejores condiciones fisiológicas para desarrollar la actividad fotosintética, por ende más probabilidad para acumular biomasa, según Anderson (1981, p. 202) están más o menos reducidos en biomasa y tienen una penetración de luz relativamente alta.

Los resultados del Anva del modelo lineal general multivariante (tabla 13),

muestra que existen diferencias estadísticas del promedio de biomasa, carbono de la parte aérea de los árboles, así como del dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo y bajo el suelo entre. También varía entre parcelas muestreadas, censos y presencia de lianas (Anva, p valor=0,000, tabla 13). Por lo que se acepta la hipótesis de que la dinámica de la biomasa, carbono y CO₂e del bosque de varillal alto seco, varía en el tiempo, entre parcelas, y entre las categorías de presencia de lianas; así como entre las categorías de forma de copa (Anva, p valor=0,000, tabla 16). Van der Heijden et al.. (2015. p. 13267), indicaron que la competencia entre las lianas y los árboles puede reducir la absorción de carbono del bosque.

La biomasa promedio de los árboles sin lianas (121,53 t/ha) y de los árboles con lianas sin causar daño (14,46 t/ha), son diferentes (tukey, p valor<0,05) (tabla 14). Pero los árboles con lianas que restringen su crecimiento aportan un promedio de biomasa de 2,81 t/ha, y el de los árboles con presencia de lianas cortadas muertas o vivas que sumaron 0,031 t/ha de biomasa, estos promedios son similares (tukey, p valor>0,05), y muy inferior a la biomasa de las dos categorías anteriores. Similar ocurre para el carbono de los árboles sobre el suelo (tabla 14), dióxido equivalente de carbono de los árboles con lianas sobre el suelo y bajo el suelo. La mayor cantidad de biomasa proviene de árboles sin lianas o con pocas lianas, que coincide con Anderson (1981 p. 202), cuando indica que las lianas, las enredaderas y los grandes escaladores leñosos, son relativamente infrecuentes o inexistentes. Lo que confirma la hipótesis de que tanto la biomasa, carbono, CO₂e varía entre categoría

de lianas primando el aporte de biomasa de los árboles sin lianas. Van der Heijden *et al.*(2015, p. 13267) indican que las lianas redujeron la absorción neta de carbono sobre el suelo. Pudiéndose inferir que en el tiempo los valores de las variables aumenten en las condiciones ambientales actuales. Esto puede beneficiar los programas de servicios ambientales basado en la capacidad de fijación de carbono a partir del CO₂ atmosférico; Poorter *et al.*(2015, p. 1325) indicaron que desde la perspectiva de REDD +, la conservación de la biodiversidad no es solo un objetivo en sí mismo sino que también ayudará a aumentar el almacenamiento de carbono. Pero si se cambia de uso de la tierra, la pérdida de árboles se liberará el dióxido equivalente de carbono (CO₂e t/ha) de los árboles a la atmósfera, contribuyendo al calentamiento global, que según Honorio y Baker (2010, p. 8), los bosques tropicales juegan un rol importante en el ciclo del carbono global porque contribuyen a regular la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera y, por lo tanto, la tasa del cambio climático.

El aporte proviene de los árboles con copa regular (99,57 t/ha) y de los árboles con copa irregular (36,09 t/ha) son estadísticamente diferentes (tukey, p valor<0,05). El promedio en los árboles con pocas ramas (2,85 t/ha) y en los árboles sin copas (0,32 t/ha), son similares (tukey, p valor>0,05), pero si son estadísticamente diferentes del promedio de biomasa registradas en los árboles con copa regular e irregular (tabla 16), la misma tendencia se mantiene en el carbono de la parte aérea de los árboles, dióxido equivalente de carbono sobre el suelo y bajo el suelo.

En este bosque prima los árboles con copas regulares, seguidos de los árboles con copa irregular. Pudiéndose inferir que en el tiempo los valores de las variables aumenten en las condiciones ambientales actuales. Esto puede beneficiar los programas de servicios ambientales basado en la capacidad de fijación de carbono a partir del CO₂ atmosférico, pero si se cambia de uso se produciría grandes emisiones de CO₂e con el que habría mayor contribución al calentamiento global.

La tasa de crecimiento de anual del bosque varillal estimado en 4,68% anual, Lewis *et al.* (2004a, p. 421) indican que el aumento de la disponibilidad de recursos vienen generando el aumento en la dinámica forestal en los bosques tropicales, aumentando la productividad primaria neta con ello el aumento de aumento de la biomasa (Lewis *et al.* 2004a, p. 421).

102 especies contribuyen con el promedio de la biomasa total (186,18 t/ha), seis especies aportaron el 51,16% de la biomasa total, tales como *Dicymbe uaiparuensis* (19,39%), *Pachira brevipes* (8,24%), *Sloanea latifolia*(7,76%), *Caraipa utilis* (5,46%), *Tachigali bracteosa* (5,17%) y *Diploptropis purpurea* (5,15%).

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. El promedio de biomasa aérea en los censos del 2005, 2007 y 2017 fueron $106,14 \pm 5,87$ t/ha; $124,18 \pm 5,87$ t/ha y $186,18 \pm 5,87$ t/ha. El carbono aéreo fue $49,89 \pm 2,76$ t/ha, $58,37 \pm 2,76$ t/ha y $87,03 \pm 2,76$ t/ha. El dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo se estimó en $182,91 \pm 10,12$; $214,01 \pm 10,12$ y $320,85 \pm 10,12$ t/ha de CO₂e. Y bajo el suelo fueron $67,67 \pm 3,45$; $79,18 \pm 3,75$ y $118,71 \pm 3,75$ t/ha de CO₂e.
2. La biomasa aérea de los árboles sin lianas fue $121,53 \pm 56,31$ t/ha, en los que tuvieron lianas sin causar daño fue $14,46 \pm 14,27$ t/ha, y en los árboles con lianas que restringen su crecimiento fue $2,813 \pm 5,14$ t/ha.
3. El carbono aéreo en los árboles sin lianas fue $57,117 \pm 26,464$ t/ha, en los que tuvieron lianas sin causar daño fue $6,79 \pm 6,71$ t/ha y en los árboles con lianas que restringen su crecimiento fue $1,32 \pm 2,41$ t/ha.
4. El dióxido equivalente de carbono de los árboles sin lianas sobre el suelo fue $209,43 \pm 97,03$ t/ha de CO₂e, en los árboles con lianas sin causar daño fue $24,93 \pm 24,59$ t/ha de CO₂e.
5. El dióxido equivalente de carbono de los árboles sobre el suelo fue $239,26 \pm 92,03$ t/ha de CO₂e y bajo el suelo fue $88,53 \pm 34,37$ t/ha de CO₂e. De este total $77,49 \pm 35,90$ t/ha CO₂e corresponde a árboles sin lianas; y en los árboles que tuvieron lianas sin causar daño fue $9,22 \pm 9,09$ t/ha de CO₂e.

6. La biomasa aérea total fue $138,83 \pm 54,74$ t/ha; en los árboles con copa regular fue $99,57 \pm 62,88$ t/ha, en los con copa irregular $36,09 \pm 40,39$ t/ha, los árboles con pocas ramas aportaron $2,85 \pm 4,39$ t/ha.
7. El carbono aéreo total fue $65 \pm 25,73$ t/ha; de las cuales los árboles con copa regular aportaron $46,80 \pm 29,56$ t/ha; los árboles con copa irregular $16,96 \pm 18,98$ t/ha,. Los árboles con pocas ramas aportaron $1,34 \pm 2,07$ t/ha y los árboles sin copas aportaron $0,15 \pm 0,76$ t/ha
8. La cantidad de dióxido equivalente de carbono CO₂e de los árboles sobre el suelo aportaron un promedio de $239,26 \pm 94,33$ t/ha de CO₂e; los árboles con copa regular aportaron $171,59 \pm 108,37$ t/ha de CO₂e, los árboles con copa irregular aportaron $62,19 \pm 69,61$ t/ha de CO₂e, los árboles con pocas ramas aportaron $4,91 \pm 7,57$ t/ha de CO₂e y los árboles sin copas aportaron apenas $0,56 \pm 2,77$ t/ha de CO₂e
9. La tasa de crecimiento de la promedio biomasa aérea en el periodo 2005 al 2007 fue 7.85%, en el periodo 2007 - 2017 fue 4,05%, y entre 2005-2017 fue 4,68%
10. 102 especies contribuyen con el promedio de la biomasa total ($186,18$ t/ha), el 85,86% de la biomasa aérea total se concentraron en 24 especies. Seis especies aportaron el 51,16% de la biomasa total, tales como *Dicymbe uaiparuensis* (19,39%), *Pachira brevipes* (8.24%), *Sloanea latifolia* (7,76%), *Caraipa utilis* (5,46%), *Tachigali bracteosa* (5,17%) y *Diplotropis purpurea* (5,15%)

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Aumentar la colecta de datos instalando nuevas parcelas permanentes de muestreo en el bosque varillal alto seco dentro de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana y zona de amortiguamiento, a fin de aumentar las repeticiones.
2. Continuar con las remediciones a intervalos censales más cortos (5 años).

CAPÍTULO 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.* V 5 (26). Riqueza florística.
- Acosta, M. Quednow, K.; Etchevers, J. y Monreal, C. (2001). Un método para la medición del carbono almacenado en el parte aérea de sistemas con vegetación natural e inducida en terrenos de ladera en México. Valdivia. Chile. 1-8
- Anderson A. B. (1981). White Sand Vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, Vol. 13, No. 3 (Sep., 1981), p. 199-210.
- Baraloto, C.; Rabaud, S., Molto, Q.; Blanc, L.; Fortunel, C.; Hérault, B.; Dávila, N.; Mesones, I.; Rios, M.; Valderrama, E. y Fine, P. V. A. (2011). Disentangling stand and environmental correlates of aboveground biomass in Amazonian forests. *Global Change Biology*. 17, 2677–2688, doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02432.x
- Draper F. C; Coronado E. N.H; Roucoux K. H; Lawson I. T; Pitman N. C; Fine P. V; Phillips O. L; Montenegro L. A. T; Sandoval E. V; Mesones I., García- Villacorta R.; Ramirez A. F. F; Baker T. R. (2017). Peatland forests are the least diverse tree communities documented in Amazonia, but contribute to high regional beta-diversity. *Ecography*.
<https://doi.org/10.1111/ecog.03126>.
- Evangelista. A, Frate, L; Carranza, M, L; Attorre, F.; Pelino, G, y Stanisci,

- 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 al.ii, *Bosques del Mundo Cambio climático y Amazonía*. Cátedra/Unesco: 227-234
- Figueiredo, L. T. M de. (2011). Dinâmica do estoque de carbono do fuste das árvores de uma floresta estacional semidecidual. *Dissetacao de mestrado*. Vicoso, G. 87 f il.
- Garcia, 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. Global Forest Observation Initiative. (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, p. 381-393.

- 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 Aguila 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.
- Higuchi, F. G. (2015). Dinâmica de volume e biomassa da floresta de terra firme do Amazonas Curitiba. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 201 p.
- Honorio C. E.N. y Baker, T. R. (2010). Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana / Universidad de Leeds. Lima, 54 p.
- IPCC GUIDELINES FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (2006), Chapter 4: Forest Land. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry- IPCC National Greenhouse Gas Inventories. 590
- IPCC INTERGOVERNMENTAL PANEL ON 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

Johnson M.O., Galbraith D., Gloor E., Monteagudo A., Phillips O. L., Brienen R. J. W., Feldpausch T.R., Lopez Gonzalez G., Alvarez E. A., Alves de Oliveira

A., Amaral I., Andrade A., Aragao L. E. O. C., Araujo Murakami A., Arets E. J. M. M., Arroyo L., Aymard G. A., Baraloto C., Barroso J., Bonal D., Boot R., Camargo J., Chave J., Cogollo A., Cornejo Valverde F., DA Costa L., DI Fiore A., Higuchi N., Honorio E., Killeen T.J., Laurance S.G., Laurance W.F., Licona J., Lovejoy T., Malhi Y., Marimon B., Marimon Junior B., Mendoza C., Neill D. A., Pardo G., Peña-Claros M., Pitman N. C. A., Poorter L., Prieto A., Ramirez-Angulo H., Roopsind A., Rudas A., Salomao R.P., Silveira M., Strop. J., Ter_Steegen H., Terborgh J., Thomas R., Toledo M., Torres-Lezama A., Van Der Heijden G. M. F., Vasquez R., Vieira I., Vilanova E., Vos V.A., Baker T. R. (2016). Plot data from: "Variation in stem mortality rates determines patterns of aboveground biomass in Amazonian forest implications for dynamic global vegetation models". ForestPlots.NET DOI: 10.5521/FORESTPLOTS.NET/2016_2.

Kalliola, R.; Puhakka, M.; Danjoy, W (eds). 1993. Amazonia Peruana. Vegetación Húmedo Tropical en el Llano Subandino. Proyecto

- Amazónica de la Universidad de Turku y Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. 265 p.
- Lewis, S. L., Phillips, O. L., Baker, T. R., Lloyd, J., Malhi, Y., Almeida, S., Higuchi, N., Laurance, W. F., D., Neill, A., Silva, J., N. M., Terborgh, J., A. Lezama, A., T., Vásquez- Martínez, R., Brown, S., Chave, J., Kuebler, C., Núñez- Vargas, P. & Vinceti, B. (2004b) Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. *Philosophical Transactions Royal Society London*. 359 (1443).
- López, W, Pérez, R. A., del Valle, A. J. I., González-Caro, S., Esteban Álvarez D.
- E. (2015). Sobre la tasa de crecimiento de árboles neotropicales 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, L. 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
- Mendoza, R. R. E. (2007). Varillal, Bosques que dan para vivir. IIAP, Proyecto BIODAMAZ, Iquitos. 36 p.

MINAM- MINISTERIO DEL AMBIENTE (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible e indicadores / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Investigación e Información Ambiental – Lima: MINAM, Perú. 56 p

Morueta-Holme, N., Engemann, K., Sandoval-Acuña, P., Jonas, J. D., Segnitz, R. M., & Svenning, J. C. (2015). Strong upslope shifts in Chimborazo's vegetation over two centuries since Humboldt. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(41), 12741-12745.

Negrón J: R. Jennifer Holm, Jeffrey Q. Chambers. William J Riley, Alan V Di Vittorio, Daniel Marra, Sami W Rifai, Charles Koven, Ryan G Knox, Megan Mcgroddy, Jose Urquiza Muñoz, Rodil Tello Espinoza, Waldemar Alegria Muñoz, Gabriel H, P. M, Ribeiro, NIRO HIGUCHI. (2016). Amazon storm- driven tree mortality (Invitad). B34C-01: AGU Fall Meeting. San Francisco 12-16.

ONU Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015b). Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de setiembre de 2015 - Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/1>

ONU (2016). <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> 20/01/2016.

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° 3 1

5 (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.

Peña M.A., Ramirez S., Phillips J.F., Cabrera E., Córdoba N. y Carreño L.M. 2014. Manual de campo para el monitoreo de carbono en bosques naturales. IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 64 p.

Phillips, O., P. Hall, A. Gentry, S. Sawyer y Vásquez. R. (1994). Dynamics and species richness of tropical rain forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91(7): 2805–2809.

Phillips, O., Baker, T., Feldpausch, T. And Roel Brien, R. (2016). Manual de Campo para la Remedición y Establecimiento de Parcelas. The Royal Society. Primera edición, 2001/esta edición 2016. RAINFOR. 20p

Pineda C. P.A 2014. “Análisis del sistema de parcelas permanentes de medición en los bosques de Guatemala”. Guatemala. 1-63p

Poorter, L., Van der Sande, M. T., Thompson, J., Arets, E. J. M. M., Alarcón, A., Álvarez-Sánchez, J., Ascarrunz, N., Balvanera, P., Barajas-

Guzmán, G., Boit, A., Bongers, F., Carvalho, F. A., Casanoves, F., Cornejo-Tenorio, G., Costa, F. R. C., de Castilho, C. V., Duivenvoorden, J. F., Dutrieux, L. P., Enquist, B. J., Fernández-Méndez, F., Finegan, B., Gormley, L. H. L., Healey, J. R., Hoosbeek, M. R., Ibarra-Manríquez, G., Junqueira, A. B., Levis, C., Licona, J. C., Lisboa, L. S., Magnusson, W. E., Martínez-Ramos, M., Martínez-Yrizar, A., Martorano, L. G., Maskell, L. C., Mazzei, L., Meave,

J. A., Mora, F., Muñoz, R., Nyctch, C., Pansonato, M. P., Parr, T. W., Paz, H., Pérez-García, E. A., Rentería, L. Y., Rodríguez-Velazquez, J., Rozendaal, D. M. A., Ruschel, A. R., Sakschewski, B., Salgado-Negret, B., Schiatti, J., Simões, M., Sinclair, F. L., Souza, P. F., Souza, F. C., Strop., J., ter Steege, H., Swenson, N. G., Thonicke, K., Toledo, M., Uriarte, M., van der Hout, P., Walker, P., Zamora, N. and Peña-Claros, M. (2015). Diversity enhances carbon storage in tropical forests. *Global Ecology and Biogeography*, 24: 1314–1328. doi:10.1111/geb.12364

Rojas, T. R y Tello, E. R. 2006. Stock y Abundancia de la Regeneración Natural de especies forestales en un bosque de terraza media del CIEFOR, Iquitos - Perú. 19 p.

Silva, J. N. M.; Lopes, J. do C. A. (1984). Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela EMBRAPA-CPATU na Amazônia Brasileira., Belém, PA: EMBRAPA-CPATU. 36 p. (EMBRAPA-CPATU. (Documentos, 33).

- 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.
- Sullivan, M. J., Talbot, J., Lewis, S. L., Phillips, O. L., Qie, L., Begne, S. K., ... & Miles, L. (2017). Diversity and carbon storage across the tropical forest biome. *Scientific Reports*, 7, 39102.
- 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.
- TELLO E. R. (2011). Especies Forestales Amazónicas promisorias para la captura de CO₂ atmosférico como un nuevo marco para el desarrollo sostenible en Iquitos- Perú.. En: Hernando Bernal et al.ii, 2011. Bosques del Mundo Cambio climático y Amazonía. Cátedra/Unesco: 118-123
- Van der Heijden, G. M. F; Powersb, J. S; y Schnitzera, S. A (2015). Lianas reduce carbon accumulation and storage in tropical forests. *PNAS* | October 27, 2015 | vol. 112 | no. 43 | 13267–13271.

www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1504869112

Vargas-Saboya, V, Panduro-Rengifo, D. y Falcón-Cometivos. J . (2012).

Estudio de la estructura basimétrica del estrato superior de un bosque varillal húmedo en Loreto. *Ciencia amazónica* (Iquitos) 2013, Vol. 3, No. 1, 19-23. <http://dx.doi.org/10.22386/ca.v3i1.48>

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.

Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G.*, Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S.,

Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., and Chave, J. (2009). Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

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.

ANEXOS

ANEXO 01. FORMATO DE CAMPO PARA LA COLECTA DE DATOS

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

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

FICHA DE CAMPO PARA PARCELAS PERMANENTES Y TEMPORALES ÁRBOLES

DAP>=10 CM

MIEMBROS DEL EQUIPO

FECHA: 27/ 07/2018

TOT AREA TRAT AÑO TAM SUB CLAS BLOQUE PARC

 SUBP

REG INVES. SILV. DE PARC PARC BOSQ

Nº	CIF	NOMBRE VULGAR	GRUPO	FA	GE	ES	TS	DAP	HT	Copa Illumi	CO Form a	D A Ñ O	FF	L I A N A

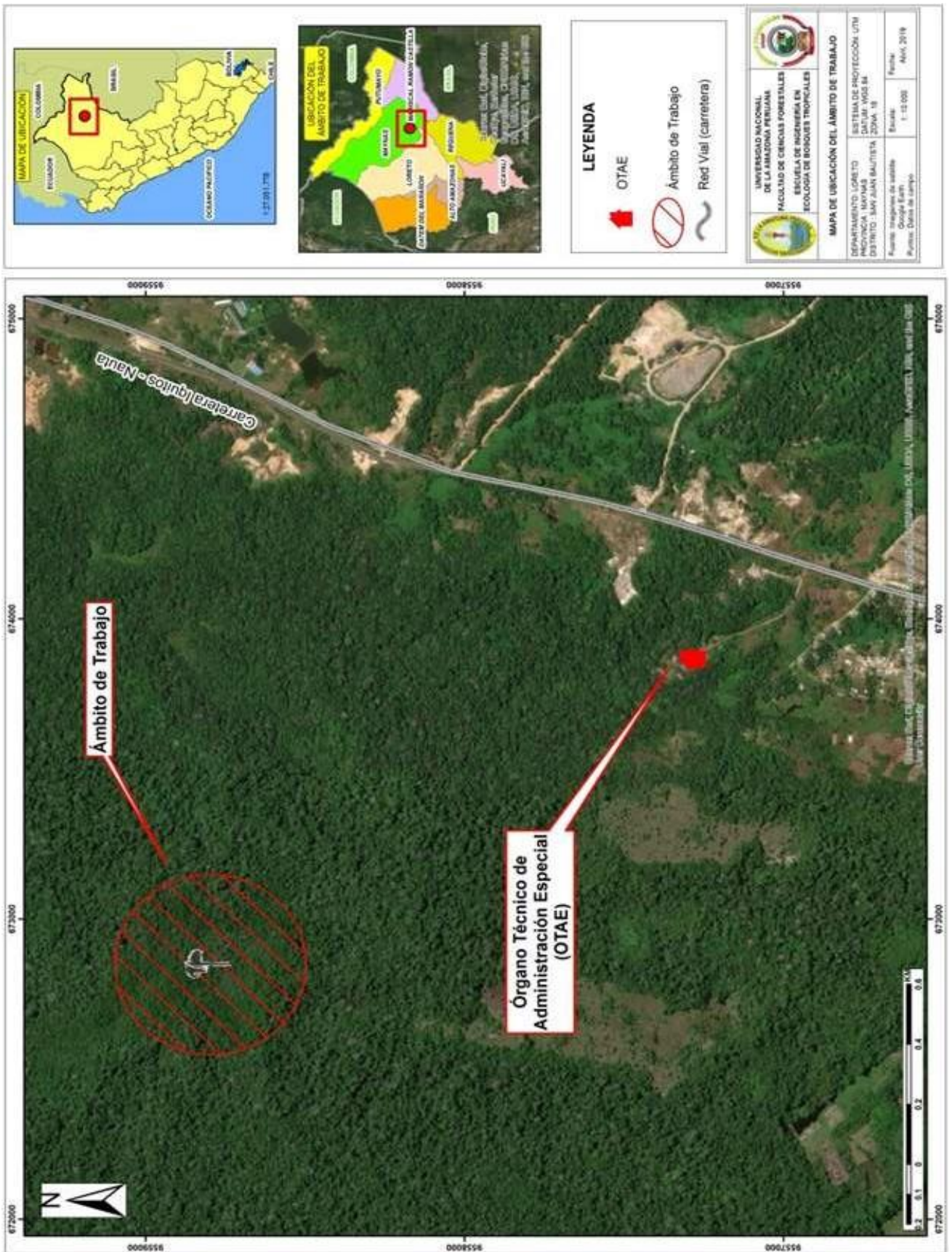


Figura 2. Ubicación del área de estudio. Fuente. Tello (2018, p. 16)

Continuación Tabla 18. Promedio y porcentaje del carbono, biomasa y CO₂e al año 2017 por especies del bosque del varillal alto seco.

Especie	tB aérea/ha	tC aéreo/ha	tCO ₂ e árboles/ha	tCO ₂ e suelo	%
<i>Brosimum rubescens</i>	1.61	0.76	2.77	1.02	0.86
<i>Ocotea bofo</i>	1.47	0.69	2.53	0.94	0.79
<i>Anaueria brasiliensis</i>	1.42	0.67	2.45	0.91	0.76
<i>Pouteria glomerata</i>	1.38	0.65	2.38	0.88	0.74
<i>Simaba polyphylla</i>	1.25	0.59	2.16	0.80	0.67
<i>Brosimum utile</i>	1.24	0.58	2.13	0.79	0.66
<i>Caraipa densifolia</i>	1.23	0.58	2.13	0.79	0.66
<i>Aspidosperma excelsum</i>	1.19	0.56	2.06	0.76	0.64
<i>Licania blackeii</i>	1.15	0.54	1.98	0.73	0.62
<i>Dendropanax arboreus</i>	1.03	0.48	1.77	0.66	0.55
<i>Aspidosperma rigidum</i>	1.01	0.48	1.75	0.65	0.54
<i>Dendrobanxia multinervia</i>	0.88	0.41	1.51	0.56	0.47
<i>Licaria armeniaca</i>	0.83	0.39	1.44	0.53	0.45
<i>Xylopia parviflora</i>	0.77	0.36	1.33	0.49	0.41
<i>Ocotea alata</i>	0.72	0.34	1.24	0.46	0.39
<i>Vatairea erythrocarpa</i>	0.70	0.33	1.20	0.44	0.37
<i>Guatteria citriodora</i>	0.63	0.29	1.08	0.40	0.34
<i>Clusia sp.</i>	0.62	0.29	1.08	0.40	0.34
<i>Virola calophylla</i>	0.57	0.27	0.98	0.36	0.31
<i>Clarisia racemosa</i>	0.49	0.23	0.84	0.31	0.26
<i>Iryanthera juruensis</i>	0.47	0.22	0.82	0.30	0.25
<i>Symmeria paniculata</i>	0.46	0.22	0.79	0.29	0.25
<i>Xylopia neglecta</i>	0.35	0.17	0.61	0.22	0.19
<i>Vochysia vismiifolia</i>	0.33	0.16	0.57	0.21	0.18
<i>Parkia nitida</i>	0.26	0.12	0.45	0.17	0.14
<i>Manilkara guianensis</i>	0.26	0.12	0.44	0.16	0.14
<i>Guatteria chlorantha</i>	0.24	0.11	0.42	0.15	0.13
<i>Heisteria sp.</i>	0.23	0.11	0.39	0.15	0.12
<i>Calypttranthes pulchella</i>	0.21	0.10	0.36	0.13	0.11
<i>Macoubea guianensis</i>	0.21	0.10	0.35	0.13	0.11
<i>Simarouba amara</i>	0.18	0.08	0.30	0.11	0.09
<i>Virola elongata</i>	0.17	0.08	0.29	0.11	0.09
<i>Pterocarpus amazonum</i>	0.16	0.08	0.28	0.10	0.09
<i>Guarea guidonia</i>	0.15	0.07	0.26	0.09	0.08
<i>Tocoyena williamsii</i>	0.15	0.07	0.25	0.09	0.08
<i>Alchornea triplinervia</i>	0.13	0.06	0.22	0.08	0.07
<i>Macrolobium limbatum</i>	0.13	0.06	0.22	0.08	0.07
<i>Cassipourea peruviana</i>	0.12	0.06	0.21	0.08	0.07
<i>Jacaranda macrocarpa</i>	0.12	0.06	0.21	0.08	0.07

Continuación Tabla 18. Promedio y porcentaje del carbono, biomasa y CO₂e al año 2017 por especies del bosque del varillal alto seco.

Especie	tB aérea/ha	tC aéreo/ha	tCO ₂ e árboles/ha	tCO ₂ e suelo	%
<i>Micropholis guyanensis</i>	0.11	0.05	0.20	0.07	0.06
<i>Licania heteromorpha</i>	0.11	0.05	0.19	0.07	0.06
<i>Sterculia apetala</i>	0.11	0.05	0.19	0.07	0.06
<i>Sloanea spathulata</i>	0.10	0.05	0.17	0.06	0.05
<i>Vatairea sp.</i>	0.10	0.05	0.17	0.06	0.05
<i>Licania harlingii</i>	0.09	0.04	0.16	0.06	0.05
<i>Byrsonima poep.igiana</i>	0.08	0.04	0.14	0.05	0.04
<i>Discophora guianensis</i>	0.08	0.04	0.14	0.05	0.04
<i>Dendropanax sp.</i>	0.08	0.04	0.14	0.05	0.04
<i>Tocoyena sp.</i>	0.08	0.04	0.13	0.05	0.04
<i>Zygia basijugum</i>	0.07	0.03	0.12	0.05	0.04
<i>Taralea op.ositifolia</i>	0.07	0.03	0.12	0.04	0.04
<i>Guatteria trichoclona</i>	0.07	0.03	0.11	0.04	0.04
<i>Ecclinusa lanceolata</i>	0.06	0.03	0.11	0.04	0.03
<i>Guarea gomma</i>	0.06	0.03	0.11	0.04	0.03
<i>Protium nodulosum</i>	0.06	0.03	0.11	0.04	0.03
<i>Psidium sp.</i>	0.06	0.03	0.10	0.04	0.03
<i>Ternstroenia sp.</i>	0.06	0.03	0.10	0.04	0.03
<i>Theobroma glaucum</i>	0.06	0.03	0.10	0.04	0.03
<i>Jacaranda copaia</i>	0.06	0.03	0.10	0.04	0.03
<i>Maclobium igneifolia</i>	0.04	0.02	0.08	0.03	0.02
<i>Zygia sp.</i>	0.04	0.02	0.07	0.03	0.02
<i>Minquartia guianensis</i>	0.04	0.02	0.07	0.03	0.02
<i>Conceveiba rhytidocarpa</i>	0.04	0.02	0.07	0.03	0.02
<i>Annona sp.</i>	0.04	0.02	0.07	0.02	0.02
<i>Sterculia sp</i>	0.04	0.02	0.06	0.02	0.02
<i>Guatteria tessmannii</i>	0.04	0.02	0.06	0.02	0.02
<i>Terminalia amazonica</i>	0.03	0.02	0.06	0.02	0.02
<i>Simira sp.</i>	0.03	0.01	0.05	0.02	0.02
<i>Tabebuia serratifolia</i>	0.03	0.01	0.05	0.02	0.02
<i>Prunus detrita</i>	0.03	0.01	0.05	0.02	0.01
<i>Trichilia sp.</i>	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01
<i>Guatteria megalophylla</i>	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01
<i>Ocotea sp.</i>	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01
<i>Licania balckei</i>	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01
<i>Garcinia benthamiana</i>	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01
<i>Swartzia cardiosperma</i>	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01
<i>Aniba puchury-mino</i>	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01
<i>Maclobium punctatum</i>	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01
Sub total	26.66	12.53	45.95	17.00	14.32



Figura 03. Medición de altura de árboles con isometro



Figura 04. Medición de diámetro de árboles con cinta

**INSTITUCION CIENTIFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO
CODIGO DE AUTORTIZACION AUT-ICND-2017-005**

CONSTANCIA

El coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del CIRNA, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

HACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas presentado por **ABBY EMIRA MORCERA PINEDO**, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, pertenecen a la tesis titulado: **DINÁMICA DE LA BIOMASA, CARBONO Y CO₂e DEL BOSQUE VARILLAL SECO EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA NACIONAL ALPAHUAYO - MISHANA, IQUITOS, PERÚ. PERIODO PERÚ, 2005-2017**; fue verificado y determinado en este Herbarium Amazonense (AMAZ), del Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRNA), de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), como a continuación se indica:

N°	Nombre científico	Familia
1	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae
2	<i>Anacardium giganteum</i> Hancock ex Engl.	Anacardiaceae
3	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.	Lauraceae
4	<i>Apuleia molaris</i> Spruce ex Benth.	Fabaceae
5	<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.	Apocynaceae
6	<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	Apocynaceae
7	<i>Aspidosperma schultesii</i> Woodson	Apocynaceae
8	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae
9	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Moraceae
10	<i>Calophyllum longifolium</i> Kunth	Calophyllaceae
11	<i>Calyptranthes pulchella</i> DC.	Myrtaceae
12	<i>Caraipa densifolia</i> Mart.	Calophyllaceae
13	<i>Caraipa utilis</i> Vasquez	Calophyllaceae
14	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
15	<i>Clusia</i> sp.	Clusiaceae
16	<i>Conceveiba martiana</i> Baill.	Euphorbiaceae
17	<i>Couepia</i> sp.	Chrysobalanaceae
18	<i>Cynometra bauhiniifolia</i> Benth.	Fabaceae
19	<i>Dendrobangia multinervia</i> Ducke	Icacinaceae
20	<i>Dendrobangia</i> sp.	Icacinaceae

Figura 05: Constancia de certificación de especies



N°	Nombre científico	
21	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Araliaceae
22	<i>Dicymbe vaiparuensis</i> R.S. Cowan	Fabaceae
23	<i>Diploporis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	Fabaceae
24	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Fabaceae
25	<i>Ecclinusa lanceolata</i> (Mart. & Eichl.) Pierre	Sapotaceae
26	<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	Clusiaceae
27	<i>Guarea gomma</i> Pulle	Meliaceae
28	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Meliaceae
29	<i>Guatteria chlorantha</i> Diels	Annonaceae
30	<i>Guatteria citriodora</i> Ducke	Annonaceae
31	<i>Guatteria megalophylla</i> Diels	Annonaceae
32	<i>Guatteria tessmannii</i> R.E. Fr.	Annonaceae
33	<i>Guatteria trichoclona</i> Diels	Annonaceae
34	<i>Haploclathra cordata</i> Vásquez	Calophyllaceae
35	<i>Heisteria</i> sp.	Olacaceae
36	<i>Hevea nitida</i> Mart. ex Müll. Arg.	Euphorbiaceae
37	<i>Inga</i> sp.	Fabaceae
38	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Myristicaceae
39	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae
40	<i>Jacaranda macrocarpa</i> Bureau & K. Schum.	Bignoniaceae
41	<i>Licania apetala</i> (E. Mey.) Fritsch	Chrysobalanaceae
42	<i>Licania blackii</i> Prance	Chrysobalanaceae
43	<i>Licania harlingii</i> Prance	Chrysobalanaceae
44	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Chrysobalanaceae
45	<i>Licaria armeniaca</i> (Nees) Kosterm.	Lauraceae
46	<i>Macoubea guianensis</i> Aubl.	Apocynaceae
47	<i>Macrolobium acaciifolium</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae
48	<i>Macrolobium ischnocalyx</i> Harms	Fabaceae
49	<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) Chev.	Sapotaceae
50	<i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq.) T.D. Penn.	Sapotaceae
51	<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	Sapotaceae
52	<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	Olacaceae
53	<i>Ocotea alata</i> van der Werff	Lauraceae
54	<i>Ocotea boffo</i> Kunth	Lauraceae
55	<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	Lauraceae
56	<i>Pachira brevipes</i> (A. Robyns) W.S. Alverson	Malvaceae
57	<i>Parkia igneiflora</i> Ducke	Fabaceae
58	<i>Parkia nitida</i> Miq.	Fabaceae
59	<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk.	Sapotaceae
60	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Sapotaceae
61	<i>Protium nodulosum</i> Swart	Burseraceae

Continuación de Figura 05: Constancia de certificación de especies

N°	Nombre científico	Familia
62	<i>Protium subseratum</i> (Engl.) Engl.	Burseraceae
63	<i>Prunus detrita</i> J. F. Macbr.	Rosaceae
64	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J. F. Macbr.	Moraceae
65	<i>Psidium</i> sp.	Myrtaceae
66	<i>Pterocarpus amazanum</i> (Mart. ex Benth.) Amshoff	Fabaceae
67	<i>Simaba polyphylla</i> (Cavalc.) W. Thomas	Simaroubaceae
68	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
69	<i>Simira</i> sp.	Rubiaceae
70	<i>Sloanea latifolia</i> (Rich.) K. Schum.	Elaeocarpaceae
71	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Sterculiaceae
72	<i>Symmeria paniculata</i> Benth.	Fabaceae
73	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Clusiaceae
74	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	Bignoniaceae
75	<i>Tachigali bracteosa</i> (Harms) Zarucchi & Pipoly	Fabaceae
76	<i>Taralea appositifolia</i> Aubl.	Fabaceae
77	<i>Terminalia amazania</i> (J. F. Gmel.) Exell	Combretaceae
78	<i>Ternstroenia</i> sp.	Theaceae
79	<i>Theobroma glaucum</i> H. Karst.	Malvaceae
80	<i>Tocoyena</i> sp.	Rubiaceae
81	<i>Tocoyena williamsii</i> Standl.	Rubiaceae
82	<i>Vatairea erythrocarpa</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
83	<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	Fabaceae
84	<i>Virola calophylla</i> Warb.	Myristicaceae
85	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Myristicaceae
86	<i>Xylopia negiecta</i> (Kuntze) R.E. Fr.	Annonaceae
87	<i>Xylopia parviflora</i> Spruce	Annonaceae
88	<i>Zygia basijuga</i> (Ducke) Barneby & J.W. Grimes	Fabaceae
89	<i>Zygia glomerata</i> (DC.) Pittier	Fabaceae

Se expide la presente constancia a la interesada, para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

Iquitos, 08 de noviembre, 2019



Blgo. Richard J. Huaranca Acostupa M.Sc.
Coordinador de Herbarium AMAZ
CIRNA-UNAP

Continuación de Figura 05: Constancia de certificación de especies