



UNAP



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

TESIS

**“ASOCIACIÓN, DIÁMETRO - ALTURA EN EL CRECIMIENTO DE LAS
PLANTAS DE *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. EN BOSQUE
NATURAL Y EN PLANTACIÓN. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ, 2021”**

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

**PRESENTADO POR:
ENRIQUE LÓPEZ LAVAJOS**

**ASESOR:
Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.**

IQUITOS, PERÚ

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

Facultad de
Ciencias Forestales

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 029-CTG-FCF-UNAP-2022

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 29 día del mes de junio del 2022, a horas 09:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "ASOCIACIÓN, DIÁMETRO - ALTURA EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. EN BOSQUE NATURAL Y EN PLANTACIÓN. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ, 2021", aprobada con R.D. N° 0149-2021-FCF-UNAP, presentado por el bachiller ENRIQUE LÓPEZ LAVAJOS, para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0180-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Jorge Elías Alvan Ruiz, Dr. : Presidente
Ing. Rildo Rojas Tuanama, Dr. : Miembro
Ing. Jorge Solignac Ruiz, M.Sc. : Miembro
Ing. Segundo Cordova Horna, Dr. : Asesor


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 de bueno

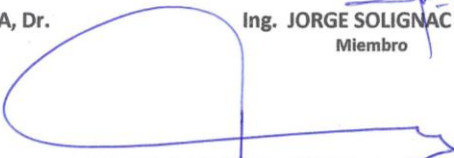
Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

Siendo las 10:30 Se dio por terminado el acto académico


Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.
Miembro


Ing. JORGE ELÍAS ALVAN RUIZ, Dr.
Presidente


Ing. JORGE SOLIGNAC RUIZ, M.Sc.
Miembro


Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, Dr.
Asesor

Conservar los bosques beneficia a la humanidad ¡No lo destruyas!
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú
www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: 065-225303

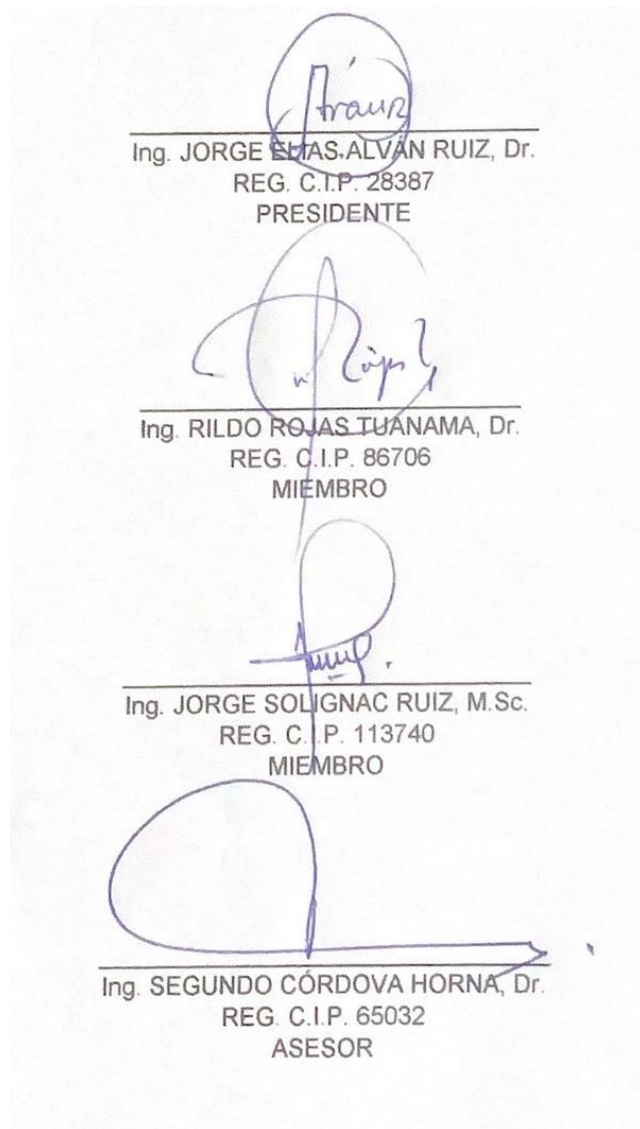
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES

TESIS

“ASOCIACIÓN, DIÁMETRO - ALTURA EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE
Micrandra spruceana (Baill.) R. E. Schult. EN BOSQUE NATURAL Y EN PLANTACIÓN.
PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ, 2021”

(Aprobado el día 29 de junio de 2022 según Acta de Sustentación N°029)

MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR





Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
59672160

Fecha de comprobación:
25.01.2022 11:55:50 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del Informe:
25.01.2022 11:57:13 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN ENRIQUE LÓPEZ LAVAJOS**

Recuento de páginas: **29** Recuento de palabras: **5647** Recuento de caracteres: **35030** Tamaño de archivo: **833.51 KB** ID de archivo: **70630800**

19.7% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **25.8%** con la fuente de Internet (<http://dspace.unapiquitos.edu.pe/bitstream/unapiquitos/371/1/tesis%..>)

19.7% Fuentes de Internet

476

..... Página 31

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

47.8% de Citas

Citas

78

..... Página 32

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

A mis abuelitos Alfredo y Ofelia, por brindarme todo el amor e inculcarme buenos valores desde pequeño, siempre creyendo en mí potencial y diciéndome que todo lo que me proponga lo llegue a cumplir.

A mi madre, pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseo de superación, por enseñarme que no importa cuántas veces nos caemos lo importante es levantarme siempre con la frente en alto, porque el amor que nos brinda a sus hijos y nietas es inmensurable.

A mi padre, por su deseo y hoy hecho realidad yo sea todo un profesional, y que ahora desde el cielo es mi guía y me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

A mi hermana y mis sobrinas Zarely, Anahi y Mariajose, que me han ofrecido el amor y la calidez de la familia a quien yo amo.

A toda mi familia que es lo mejor y los más valioso que Dios me ha dado.

¡Con mucho amor y cariño!

Kike

AGRADECIMIENTO

A nuestro señor Jesucristo por permitirme gozar de buena salud, y por estar conmigo y cuidar cada paso que doy, no dejarme desfallecer y siempre mantener con firmeza mi fe, fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

Agradecer a mis docentes de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, **al Ing. Segundo Córdova**, quien me ha guiado con su paciencia y rectitud en el asesoramiento de la construcción de mi tesis.

A mi madre que con todo su sacrificio, esfuerzo y dedicación me dio la oportunidad de llegar hasta donde estoy, y a toda **mi familia**, sin ellos todo esto no hubiera sido posible.

A Saúl, por motivarme en la culminación de mi tesis y a seguir creciendo profesionalmente, siempre brindándome su apoyo y amor incondicional.

INDICE

	Pág.
Portada	i
Acta de Sustentación	ii
Miembros del Jurado	iii
Resultado del informe de similitud	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Índice de cuadros	ix
Índice de figuras	x
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	5
1.3. Definición de términos básicos	8
CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	11
2.1. Formulación de la hipótesis	11
2.2. Variables y su operacionalización	11
CAPITULO III: METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño	12
3.2. Diseño muestral	12
3.3. Procedimientos de recolección de datos	13

3.4. Procesamiento y análisis de los datos	16
CAPITULO IV: RESULTADOS	19
CAPITULO V: DISCUSIÓN	23
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	26
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	27
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	28
ANEXO	

1. Instrumento de recolección de datos

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Título	Pág.
1	Modelos alométrico probados a la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural.	19
2	Los modelos alométrico y su ecuación en la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R. E. Schult. en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra.	21
3.	Formato de registro de datos para el Arboretum “El Huayo”.	38
4	Formato de registro de datos para la Plantación.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Título	Pág.
1	Medición del diámetro del árbol de la especie <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural.	14
2	Medición del diámetro de las plantas de la especie <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R. E. Schult. en plantación.	14
3	Medición de la altura total del árbol de la especie <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural.	15
4	Medición de la altura total de las plantas de la especie <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R. E. Schult. en plantación.	15
5	Tendencia de la relación diámetro – altura total en las plantas de <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural.	20
6	Tendencia de la relación diámetro – altura total de las plantas de <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R. E. Schult. en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra.	22
7	Mapa de ubicación del área de estudio – Arboretum “El Huayo”.	35
8	Mapa de ubicación del área de estudio – Plantación FCF – UNAP	36
9	Distribución de las fajas en la Parcela 1 de la plantación.	37

“ASOCIACIÓN, DIÁMETRO - ALTURA EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. EN BOSQUE NATURAL Y EN PLANTACIÓN. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ, 2021”.

RESUMEN

La tesis se ejecutó en bosque natural - Arboretum “El Huayo” y en plantación del CIEFOR Puerto Almendra – FCF - UNAP, distrito de San Juan Bautista, provincia Maynas, región Loreto. El objetivo fue determinar el grado de asociación entre el diámetro y la altura en el crecimiento de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. “shiringa masha” en bosque natural y en plantación. Las variables utilizadas para la relación fueron diámetro y altura total de las plantas de la especie en estudio. Los resultados indican que para la relación diámetro - altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. “shiringa masha” en bosque natural se observó que el modelo alométrico de mayor ajuste fue el cúbico; para la plantación fue la potencia; además, en ambas condiciones se observó excelente grado de relación entre las variables evaluadas. Así mismo, para las predicciones se aplicará la ecuación del modelo alométrico cúbico para el bosque natural y la ecuación del modelo alométrico potencial para la plantación.

Palabras claves: Relación, modelo alométrico, especie, diámetro, altura total.

**“ASSOCIATION, DIAMETER - HEIGHT IN THE GROWTH OF PLANTS OF
Micrandra spruceana (Baill.) R. E. Schult. IN NATURAL FOREST AND IN
PLANTATION. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERU, 2021”.**

ABSTRACT

The thesis was carried out in a natural forest - Arboretum "El Huayo" and in a plantation of CIEFOR Puerto Almendra - FCF - UNAP, San Juan Bautista district, Maynas province, Loreto region. The objective was to determine the degree of association between diameter and height in the growth of *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult plants. "shiringa masha" in natural forest and plantation. The variables used for the relationship were diameter and total height of the plants of the species under study. The results indicate that for the diameter-total height relationship of *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. "shiringa masha" in natural forest it was observed that the allometric model with the best fit was the cubic; for the plantation it was the power; In addition, in both conditions an excellent degree of relationship was observed between the variables evaluated. Likewise, for the predictions, the equation of the cubic allometric model for the natural forest and the equation of the potential allometric model for the plantation will be applied.

Keywords: Relationship, allometric model, species, diameter, total height.

INTRODUCCIÓN

En la Amazonia Peruana existen dos problemas medioambientales preocupantes: la deforestación de los bosques primarios y residuales amazónicos, por efecto de la agricultura y ganadería de subsistencia y la extracción no sostenible, legal e ilegal, de árboles de algunas especies comerciales produciendo la disminución de las poblaciones naturales; esta disminución de poblaciones, y la consiguiente extinción local de la(s) especie(s) correspondiente(s), es una de las causas del desabastecimiento de materia prima a las industrias madereras y del aumento de los costos de extracción. Situación que permite proponer la silvicultura de los bosques naturales y el establecimiento de plantaciones, como un mecanismo para la creación de una producción forestal sustentable (Angulo, 2015, p. 15).

Un bosque no es simplemente una cantidad de madera si no una asociación de plantas vivas que puede y debe tratarse como una riqueza renovable (Loja, 2010, p. 11).

El diámetro, altura y otras características de las plantas se utilizan para estimar a través del uso de modelos estadístico estimativas de difícil medición, tales como biomasa y volumen de madera, número de individuos, relación entre variables, entre otros (Wong, 2017, p. 13)

Recientemente, Hemery *et al.* (2005, p. 289), encontraron que en Gran Bretaña las especies forestales tienen mayores relaciones diámetro de copa-diámetro de fuste (DAP) cuando son jóvenes, pero la proporción se reduce a medida que aumenta el diámetro del fuste, comenzando a estabilizarse en torno a 30 cm de dap. El DAP explica mucha de las variaciones en altura (Zeide y

Vanderschaaf, 2002, p. 465); el resultado de la relación alométrico DAP-altura ha sido utilizada como uno de los factores en el estudio de la dinámica de crecimiento del bosque.

Los beneficiarios de este tipo de estudios son los productores forestales (concesionarios forestales, comunidades nativas, propietarios de bosques naturales y/o plantaciones) que deseen aplicar tratamientos silviculturales para garantizar el rendimiento sostenido de madera en sus bosques (Angulo, 2015, p.18).

El estudio tuvo como objetivo determinar el grado de asociación entre el diámetro y la altura en el crecimiento de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. “shiringa masha” en bosque natural y en plantación, Puerto Almendra, Loreto, Perú.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En el 2012 se realizó una investigación cuantitativa – correlacional donde se indica que el bosque húmedo de terraza alta es el que presentó el más alto coeficiente de determinación (0,892) y el menor exhibe el bosque húmedo de colina baja (0,852); además manifiesta que los modelos matemáticos exponencial, cuadrático y cúbico se ajustaron a la estructura diamétrica por especie para los tres tipos de bosque estudiados. Asimismo, revela que en el bosque húmedo de terraza baja, las especies *Iryanthera grandis* “cumala colorada” (1,000) y *Ruptiliocarpon caracolito* “topa caspi” (1,000) son las que presentan el más alto grado de asociación; mientras que para el bosque húmedo de terraza alta están representados por las especies *Brosimum lactescens* “chimicua” y *Virola peruviana* “cumala blanca” con 0,993; asimismo, las especies *Couepia bracteosa* “parinari” con 0,963 y *Eschweilera coriacea* “machimango blanco” con 0,967 son las que reportan el más alto coeficiente de determinación para el bosque húmedo de colina baja (Villacorta, 2012, p. 73),

En el 2019 se realizó un estudio cuantitativo – correlacional donde se menciona que el modelo alométrico que más se ajustó a la relación altura total -y diámetro de los árboles de las familias botánicas **Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae** fue la **potencia**; así mismo indicó que presentaron **excelente** relación entre la altura total y el diámetro en los árboles evaluados (Freitas, 2019, p. 31),

En el 2020 se ejecutó una investigación cuantitativa y correlacional encontrándose que en la relación diámetro - altura total en el crecimiento de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* “capirona” en plantación el modelo

alométrico que más se ajustó fue la **cúbica** tanto para intensidad de luz buena y regular; así mismo, manifiesta que la relación entre las variables fue **buena** (Canaquiri, 2020, p. 36),

En el 2019 se realizó un estudio cuantitativo – correlacional donde se manifiesta que en los árboles de las especies *Eschweilera coriacea* (A. DC.) S. A. Mori, *Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith, *Eschweilera tessmannii* Knuth, *Iryanthera macrophylla* (Benth) Warb., *Osteophloeum platyspermum* (A. DC.) Warb. y *Virola elongata* (Benth.) Warb. de las familias botánicas Lecythidaceae y Myristicaceae. determinó la relación altura total – diámetro el modelo alométrico que más se ajustó fue la **POTENCIA** ; además la relación fue **EXCELENTE** (Babilonia, 2019, p. 26),

El 2019 se ejecutó una investigación cuantitativo – correlacional determinándose que en la asociación altura total - diámetro de las plantas de las familias botánicas Chrysobalanaceae y Clusiaceae el modelo alométrico que más se ajustó fue la **cubica** y el grado de asociación fue **buena** (Dávila, 2019, p. 48),

En el 2019 se ejecutó una investigación donde se definió para las familias botánicas Fabaceae y Lauraceae en la relación altura total – diámetro de las plantas evaluadas el modelo alométrico que más se ajustó fue la **cubica** y, también presentó **buena** relación entre ellos para la familia Fabaceae y entre **regular** y **excelente** para la familia Lauraceae (Soplín, 2019, p. 44),

1.2. Bases teóricas

Los modelos matemáticos tienen muchas ventajas sobre una descripción verbal del problema, una ventaja obvia es que describe un problema en forma mucho más concisa. Esto tiende a hacer que toda la estructura del problema sea más comprensible y ayude a revelar las relaciones importantes entre causa y efecto. De esta manera, indica con más claridad que datos adicionales son importantes para el análisis; también facilita simultáneamente el manejo del problema en su totalidad y el estudio de todas sus interrelaciones. http://www.investigacion-operaciones.com/Metodologia_IO.htm.02/12/2020 Hora: 11:51'

Los modelos pueden ser evaluados por el coeficiente de determinación (R^2), el coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) y el error cuadrático medio de predicción (ECMP). El coeficiente de determinación se interpreta como la proporción de la variabilidad total en Y explicable por la variación de la variable independiente o la proporción de la variabilidad total explicada por el modelo (Di Rienzo *et al.* 2001, p. 138).

Por otro lado, la alometría es una herramienta que permite relacionar características físicas o fisiológicas de las especies forestales para predecir su comportamiento en el futuro (King, 1990, p. 29).

Según Davis y Johnson (1987, p. 421), manifiestan que las variables dasométricas como la altura, el diámetro normal o el volumen, como una función de la edad del árbol, es una relación que sigue un patrón que puede ser representada por una curva logística, que a su vez es descrita por una ecuación. Es evidente que si existen grandes diferencias entre estos valores debemos de rechazar el modelo propuesto (Segura y Andrade, 2008, p. 94).

Fontes (1999, p. 81), estudió la existencia de patrones alométricos en cinco especies arbóreas pioneras tropicales, encontrando dos patrones distintos: uno relacionado con un mayor crecimiento de la altura, asegurando un espacio en el dosel y, el otro más ligado al crecimiento del diámetro y de la copa, ocupando mayor espacio horizontal.

En bosques con alta diversidad de especies, los diferentes modelos pueden ser simplificados por agrupamiento de especies estableciendo criterios adecuados, aunque esta simplificación reduce el contenido de información, revela los patrones generales y facilita las predicciones acerca del desarrollo del bosque (Swaine y Whitmore, 1988, p. 84).

Heinsdijk y Miranda (1963, p. 84), señalan que el bosque tropical es una mezcla de pequeños y grandes árboles con una gran variedad de diámetros (DAP) semejante a los que se observan en países templados de desigual edad, donde todavía la variación del diámetro es menor. Hawley y Smith (1980, p. 7), consideran que el crecimiento en diámetro de los árboles es más variable que la altura.

Burga (1993, p. 17), menciona que la estructura diamétrica total del bosque de terraza, varillal y aluvial, muestran que más del 90% de los individuos se concentran en la clase diamétrica para DAP inferior a 10 cm; además, hace referencia que la distribución diamétrica total y por especie de árboles, se ajustó a un modelo de distribución de tipo exponencial, es decir mayor concentración de árboles en las clases diamétricas inferiores.

Los modelos de transición permiten simplificar la simulación de la dinámica forestal a esta escala, definiendo cada estado de transición por medio de un tipo de cobertura definido como una combinación de especies (o de grupos

funcionales) dominantes y estado sucesional, como se ha hecho en varias aplicaciones del modelo MOSAIC (Acevedo *et al.* 1995, p. 1047).

Sobre este particular, Alves y Santos (2002, p. 252), encontraron que no es posible predecir las relaciones alométricas sólo por el tamaño de los árboles adultos y su posición en el dosel; dicha variación pudiera estar relacionada con cambios del tamaño dependientes de respuestas diferentes a la disponibilidad de luz y rasgos demográficos. Una característica interesante de las poblaciones de plantas es que los intervalos individuales de tamaño son muy amplios como resultado de la competencia asimétrica por la luz o por la distribución poco uniforme de otros recursos (Weiner *et al.* 2001, p. 446).

El DAP explica mucha de las variaciones en altura (Zeide y Vanderschaaf, 2002, p. 465), y como resultado la relación alométrica DAP-altura ha sido utilizada como uno de los factores en el estudio de la dinámica de crecimiento del bosque.

Se estudió la relación alométricas diámetro-altura para 34 especies de árboles de la Reserva Forestal Imataca con alto valor de importancia, para ser incorporadas al modelo de base individual FACET para simular el establecimiento, crecimiento y mortalidad de árboles en la Reserva. Las alometrías varían para los distintos grupos funcionales, revelando relaciones alométricas asociadas a las características de tolerancia a luz y altura máxima de las especies. Este resultado permitió generar prototipos por grupo ecológico que pueden ser usados para revelar patrones generales de crecimiento y facilitar las predicciones acerca del desarrollo del bosque (Delgado *et al.* 2005, p. 6).

Mayhew y Newton (1998, p. 182), mencionan que las relaciones funcionales de *Swietenia macrophylla*, sirvieron para predecir densidades y áreas

basales por hectárea y guías de raleo. Posteriormente, en el sureste de México (Península del Yucatán) García *et al.* (1996, p. 87) usaron esta relación para elaborar guías de densidad para manejo de plantaciones de *Swietenia macrophylla*.

Cámara y Snook (2005, p. 62), realizaron mediciones y cálculos de áreas de copa en *Swietenia macrophylla*, y encontraron que existe relación entre el diámetro de copa y del fuste con respecto al crecimiento y desarrollo del árbol, en los bosques tropicales del sureste de México (Península del Yucatán).

1.3. Definición de términos básicos

Bosques.- Es toda área cubierta de árboles sean o no reproductivos, en su condición natural o en plantaciones, Malleux (1982, p. 216).

Bosque natural. - es un área forestal que cuenta con muchas de las principales características y elementos clave de los ecosistemas nativos, como su complejidad, estructura y diversidad biológica, incluyendo las características edáficas, florísticas y faunísticas, en la que todos o casi todos los árboles son especies nativas, y que no está clasificada como plantación (FAO, 2012, p.99).

Árboles.- Son plantas leñosas perennes que tienen un fuste y una copa bien diferenciada, Lindorf *et al.* (1991, p.53).

Plantas.- Son seres vivos que producen su propio alimento mediante el proceso de la fotosíntesis. Ellas captan la energía de la luz del sol a través de la clorofila y convierten el dióxido de carbono y el agua en azúcares que utilizan como fuente de energía (Leux, 1998, s/p).

Alometría.- La alometría permite predecir una medida de un árbol en función de otra medida (Archibald & Bond, 2003, p. 9)

Modelo alométrico.- Son ecuaciones matemáticas que permiten realizar estimaciones en función de unas pocas variables de fácil medición, tales como el diámetro a la altura del pecho (dap) y/o la altura total, Segura y Andrade (2008, p. 89).

Ecuación alométrico.- es una fórmula que formaliza de forma cuantitativa dicha relación (Bohlman & O'Brien, 2006, p. 131)

Muestreo.- Se conceptualiza como elegir y obtener muestras representativas de las características de los integrantes de una población. También se define como la herramienta de la investigación científica, Macedo (2012, p. 16).

Plantación.- Sembrío de plantas en un terreno definido (Chávez, 2019, p. 21).

Altura de la planta.- Es la medición de la plántula, desde la base del tallo hasta la yema terminal de la plántula (Chávez y Huaya, 1997, p. 86).

Diámetro de la planta.- Se mide el diámetro del tallo de las plántulas teniendo en cuenta el nivel del suelo donde se coloca una marca para posteriores evaluaciones (García, 2019, p. 13).

Asociación diámetro - Altura.- Es una aplicación importante en la estimación de la altura del árbol a partir de su diámetro (Zeide y Vanderschaaf, 2002, p. 461),

Correlación.- Se utiliza para determinar el grado de asociación que exista entre dos variables de un material de investigación. (Beiguelman, 1994, p. 194).

Regresión. - La regresión es aplicable para los casos donde se desea comparar dos variables de un determinado material que está siendo investigado (Beiguelman, 1994, p.190).

Grado de asociación.- Es la categoría que se define para una relación entre dos variables mediante el valor del coeficiente de correlación (Freese, 1970, p. 123).

Variable independiente.- Es la característica del material de investigación que se utilizará para predecir el comportamiento de otra variable del mismo material (Vanderlei, 1991, p. 351).

Variable dependiente.- Es una característica del material de investigación cuyo valor se obtendrá a partir de otra característica del mismo material en una predicción (Vanderlei, 1991, p. 352).

CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

Existe diferencia en la asociación diámetro - altura en el crecimiento de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural y en plantación, Puerto Almendra, Loreto, Perú.

2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza.	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
V. Independiente (X)					
Diámetro de las plantas de <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R. E. Schult en bosque natural y plantación.	Diámetro. Amplitud del fuste de la planta.	Cuantitativa y Correlacional	Diámetro en cm (bosque natural) y milímetro (plantación).	Nominal	Formato de Registro de datos.
V. Dependiente (Y)					
Altura de las plantas de <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R. E. Schult en bosque natural y plantación.	Altura. Amplitud desde la base del fuste de la planta hasta el final de la copa.	Cuantitativa y Correlacional	Altura en m (bosque natural) y cm (plantación).	Nominal	Formato de Registro de datos.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

1.1. Diseño metodológico

El tipo y diseño que se consideró para el estudio fue el cuantitativo y correlacional, considerando que se evaluó la asociación diámetro - altura en el crecimiento de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult en bosque natural y en plantación.

El lugar de estudio está localizada en el CIEFOR Puerto Almendras de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, en las coordenadas 04° 05' L.S y 73° 40' L.O.: con altitud de 120 m.s.n.m.; políticamente se ubica en la provincia de Maynas, región Loreto (ver figura 5 y 6 - anexo). Forma parte del bosque húmedo tropical, con precipitaciones anuales de 2,480 mm; temperatura 34 °C – 17,5 °C (Valderrama, 2002, p. 28).

El CIEFOR Puerto Almendras es accesible desde la ciudad de Iquitos por vía fluvial a través del río Nanay aproximadamente en 45 minutos de viaje en bote deslizador y, también por vía terrestre por medio de la carretera Iquitos-Nauta hasta el caserío Quistococha, luego se utiliza una carretera afirmada de más o menos 5 km adicionales hasta el lugar del estudio.

1.2. Diseño muestral

La **población** estuvo compuesta por todas las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. que se ubican en el bosque natural (Arboretum “El Huayo”) y, en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra; la **Muestra** estuvo conformada por las plantas elegidas de la especie de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural y en plantación. Se tuvo en cuenta la muestra

representativa que fue determinada de acuerdo al procedimiento estadístico Beiguelman (1994, p. 20).

1.3. Procedimiento de recolección de datos

Para el registro de los datos de diámetro y altura de las plantas de la especie *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural y en plantación se utilizó el Formato que se presenta en el anexo.

Descripción del formato:

Código de la Parcela.- Se utilizaron los números del 1 al 8 de acuerdo a la parcela utilizada del Arboretum “El Huayo” o el número del 1 al 9 y una letra para la plantación.

Nombre de la especie.- Se identificó a las plantas de la especie en estudio por el nombre común y/o taxonómico y fueron verificadas en la base de datos del Arboretum “El Huayo” y de la plantación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Medición del diámetro.- El diámetro de las plantas se midió a la altura del pecho (DAP) aproximadamente a 1,30 m de altura del nivel del suelo para ello se utilizó como material a la forcípula de metal, graduada con aproximación al cm, colocada siempre en dirección opuesta a la pendiente (Arboretum “El Huayo”) ver figura 1; para la plantación se efectuó la medición a 20 cm del nivel del suelo, utilizando pie de rey graduado con aproximación a milímetros (ver figura 2).



Figura 1. Medición del diámetro del árbol de la especie *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural.



Figura 2. Medición del diámetro de las plantas de la especie *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en plantación.

Medición de la Altura total.- La altura total de las plantas comprendió desde el nivel del suelo y el punto más alto de la copa, esta medición se efectuó con aproximación al metro, se realizó la medición utilizando clinómetro en el bosque

natural (figura 3) y para el caso de la plantación se utilizó huincha graduada con aproximación al centímetro (Ver figura 4).



Figura 3. Medición de la altura total del árbol de la especie *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural.



Figura 4. Medición de la altura total de las plantas de la especie *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en plantación.

Relación diámetro - altura de las plantas.

Se tomó en cuenta el diámetro y la altura total de las plantas de la especie *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult de un bosque natural (Arboretum “El Huayo”) y, de una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra; se evaluó la asociación Altura total Vs. Diámetro. Se probaron los modelos alométrico: Lineal, Logarítmica, Inversa, Cuadrática, Cubica, Compuesta, Potencia y S-Curva; se buscó el Modelo Alométrico que más se ajuste a los datos de la relación en estudio.

Instrumentos de recolección de datos

Para el registro de los datos se utilizó el formato que se presenta en el anexo; para la medición del diámetro se utilizó el calibrador forestal forcípula y pie de rey; para la altura (H) se utilizó clinómetro y huincha de 5 metros. La identificación de las especies se realizó con la ayuda de un matero de la Facultad de Ciencias Forestales - UNAP con experiencia quien proporcionó el nombre común de las plantas de la especie en estudio y se verificó con la base de datos del Arboretum “El Huayo” y de la plantación de la FCF – UNAP.

1.4. Procesamiento y análisis de datos

Los datos registrados de la altura y el diámetro de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill) R. E. Schult. en bosque natural y en plantación fueron analizados mediante la estadística básica. Para determinar el grado de asociación entre el diámetro y la altura de las plantas evaluadas se utilizó el mayor valor del coeficiente de correlación, además se aplicó la siguiente tabla:

Valor de “ Π ” (+ ó -)	Grado de Asociación
1,00	Perfecta
< 1,00 a $\geq 0,75$	Excelente
< 0,75 a $\geq 0,50$	Buena
< 0,50 a > 0,00	Regular
0,00	Nula

Donde: “ Π ” = Coeficiente de correlación.

Fuente: Freese, (1970, p. 123).

Para definir la ecuación del modelo alométrico que más se ajustó a la asociación diámetro – altura de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural y en plantación se utilizó el método de regresión por medio del cual se obtuvo la ecuación que corresponde al Modelo Alométrico que más se ajustó a la relación entre las dos variables estudiadas, la lista de modelos alométrico y su ecuación que fueron probados se muestra a continuación:

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

Fuente: Programa estadístico SPSS 23.

Donde:

b_0 = Constante; b_1 = Constante; b_2 = Constante; b_3 = Constante; \ln = Logaritmo natural; e = Logaritmo neperiano; Y = Valor esperado de la variable dependiente; t = Valor propuesto de la variable independiente.

También se aplicó el coeficiente de determinación para demostrar cuanto es la participación de la variable independiente (diámetro) en los cambios de la variable dependiente (altura) Beiguelman (1994, p. 184). Los cálculos se realizaron utilizando el Programa estadístico SPSS 23 y el software Excel.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural - Arboretum “El Huayo”.

Los modelos alométrico que fueron probados en el estudio de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural (Arboretum “El Huayo”) se presentan en el cuadro 1 donde se observa que el modelo alométrico que más se ajustó a ésta relación fue el **cúbico** quien mostró el mayor coeficiente de correlación con $\Pi = 0,848$ y coeficiente de determinación $\Pi^2 = 0,719$ o sea que el 72% de las variaciones que ocurren en el crecimiento de la altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural se le atribuye al diámetro.

Cuadro 1: Modelos alométrico probados a la relación diámetro – altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural.

Modelo Alométrico	Π	Π^2
Lineal	0,793	0,629
Logarítmica	0,819	0,671
Inversa	0,770	0,593
Cuadrático	0,838	0,702
Cúbico	0,848	0,719
Compuesto	0,759	0,576
Potencia	0,792	0,628
S - curva	0,752	0,565

Referente a la ecuación que sirve para la predicción de la altura total de la planta de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural en función del diámetro corresponde al del modelo alométrico cúbico que fue el que más se ajustó a los datos de la relación en estudio; esta ecuación se presenta a continuación:

Modelo alométrico	Ecuación
Cúbico	$Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2) + (b_3 \times t^3)$

Reemplazando los datos de las constantes en la ecuación se tiene:

Modelo Alométrico	Estimaciones de parámetro			
	b_0	b_1	b_2	b_3
Cúbico	11,703	- 0,036	0,013	0,000

Cúbico:

$$Y = 11,703 + (- 0,036 \times t) + (0,013 \times t^2) + (0,000 \times t^3)$$

La tendencia de la ecuación que más se ajustó a la relación diámetro – altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural se presenta a continuación en la figura 5.

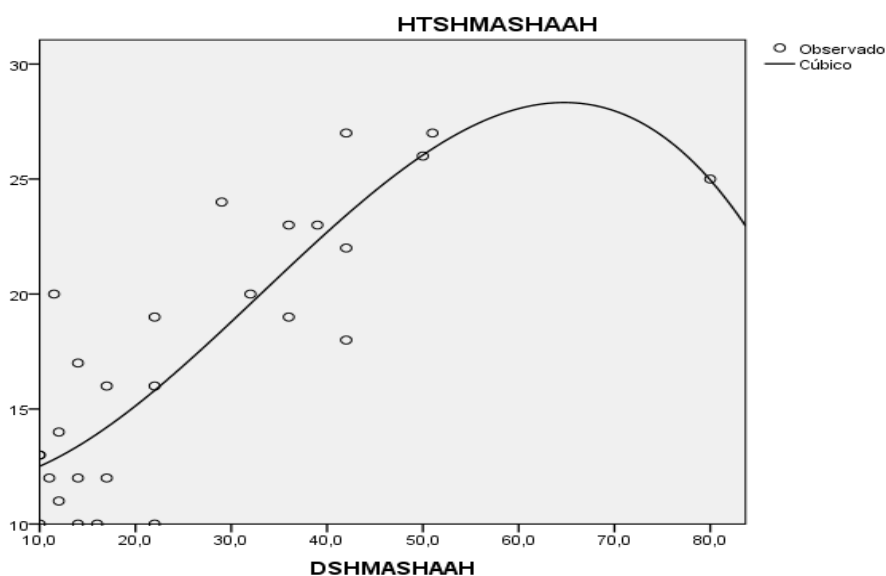


Figura 5. Tendencia de la relación diámetro – altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural.

4.2. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en plantación CIEFOR – Puerto Almendra.

Los modelos alométrico probados en el estudio de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra se muestra en el cuadro 2 en el cual se determinó que el modelo alométrico que más se ajustó a ésta relación fue la **potencia** por presentar el mayor coeficiente de correlación con $\Pi = 0,997$ y coeficiente de determinación $\Pi^2 = 0,994$ o sea que el 99% de las variaciones ocurridas en el crecimiento de la altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra se atribuye al diámetro.

Cuadro 2: Los modelos alométrico y su ecuación en la relación diámetro – altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra.

Modelo Alométrico	Π	Π^2
Lineal	0,967	0,936
Logarítmica	0,949	0,901
Inversa	0,705	0,497
Cuadrático	0,977	0,954
Cúbico	0,978	0,956
Compuesto	0,928	0,861
Potencia	0,997	0,994
S – curva	0,893	0,797

La ecuación que más se ajustó a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Simarouba amara* Aubl."marupa" en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra corresponde al modelo alométrico **potencia** que servirá para realizar las predicciones del crecimiento de la altura total de las plantas de la especie

Micrandra spruceana (Baill.) R. E. Schult. en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra a partir del valor del diámetro de la planta, la misma se presenta a continuación: $Y = b_0 \times (t^{b_1})$

Modelo Alométrico	Estimaciones de parámetros	
	b_0	b_1
Potencia	7,947	1,144

Reemplazando los datos de la evaluación tenemos:

$$Y = 7,947 \times (t^{1,144})$$

Además, se presenta en la figura 6 la tendencia de la ecuación del modelo alométrico potencia que fue la que más se ajustó a la relación diámetro - altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra.

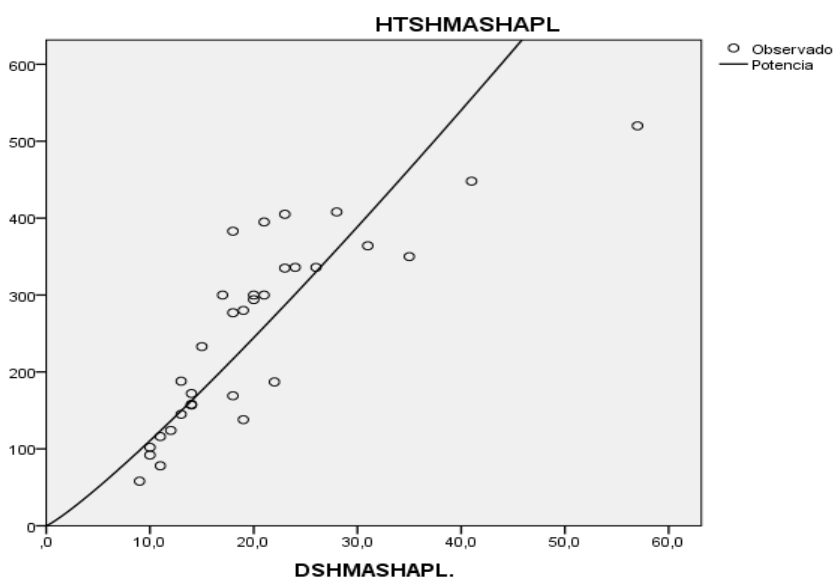


Figura 6. Tendencia de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra.

V. DISCUSIÓN

A. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. de un bosque natural - Arboretum “El Huayo”.

En el cuadro 1 de los resultados la relación diámetro - altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en un bosque natural del Arboretum “El Huayo” del CIEFOR Puerto Almendra – FCF - UNAP. En este cuadro 1 se observa que el modelo alométrico que más se ajustó a la relación en estudio fue el **cúbico** con coeficiente de correlación $\Pi = 0,848$; por lo que el grado de relación entre las variables evaluadas (diámetro – altura total) para las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en un bosque natural fue **excelente**; así mismo, de acuerdo con el resultado del coeficiente de determinación que fue de $\Pi^2 = 0,719$ esto indica que existe 72% de participación del diámetro en las variaciones que ocurre en la altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural; también se ha definido la ecuación que servirá para las predicciones del comportamiento del crecimiento de la altura total con respecto al diámetro de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en bosque natural, la ecuación es:

$$Y = 11,703 + (-0,036 \times t) + (0,013 \times t^2) + (0,000 \times t^3)$$

B. Relación diámetro - altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra

En el cuadro 2 de los resultados de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. de una plantación del CIEFOR Puerto Almendra – FCF - UNAP. donde se observó que el modelo alométrico **potencia** es

el que se ajustó mejor a los datos de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. que fue determinado por el mayor valor del coeficiente de correlación con $\pi = 0,997$ el cual manifiesta **EXCELENTE** relación entre las variables estudiadas. En lo que respecta al coeficiente de determinación con el resultado de $\pi^2 = 0,994$ se muestra que la participación de la variable independiente (diámetro) en los cambios de la variable dependiente (altura total) fue de 99%. Así también se definió la ecuación para efectuar las predicciones del crecimiento en altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en plantación a partir del diámetro de la planta. La ecuación corresponde al modelo alométrico potencia que se presenta a continuación:

$$Y = 7,947 \times (t^{1,144})$$

En otros estudios con modelos alométrico se obtuvieron los siguientes resultados, Canaquiri (2020, p. 38), determinó que en la relación diámetro - altura total en el crecimiento de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* “capirona” en plantación el modelo alométrico que más se ajustó fue el **cúbico** para las intensidades de luz buena y regular; también, indica que la relación entre las variables estudiadas fue **buena**. así mismo, Freitas (2019, p. 41), muestra que el modelo alométrico que más se ajustó a la relación diámetro – altura total de los árboles de las familias botánicas **Moraceae, Rubiaceae y Annonaceae** fue la **potencia**; así como también presentó **excelente** relación entre las variables de los árboles evaluados; además Vásquez (2016, p. 35), encontró que en la asociación diámetro – altura total de los árboles de las especie comerciales del bosque de colina baja fue **excelente** con coeficiente de correlación $0,75 < \pi < 1,00$; además,

Henry y Aarssen (1999, p. 82), aluden que en la asociación diámetro – altura de los árboles ocurre que el diámetro se incrementa a una tasa más rápida que la altura en el crecimiento de la planta. La alometría es una herramienta que permite relacionar características físicas o biológicas de las especies forestales para predecir su comportamiento en el futuro; esta técnica permite obtener parámetros de interés para investigadores y planificadores de sistemas de aprovechamiento intensivo de los recursos naturales (López *et al.* 2003, p. 337)

VI. CONCLUSIONES

1. En la relación diámetro - altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. se observó que son diferentes los modelos alométrico que se ajustan a esta relación en los 2 tipos de ambientes: natural y plantación.
2. El grado de relación entre diámetro - altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. fue **excelente** en bosque natural y en plantación.
3. En la relación diámetro - altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. la variable independiente (diámetro) presentó 72% de participación en las variaciones de la variable dependiente (altura total) en bosque natural y 99 en plantación.
4. .Se definió la ecuación para las predicciones del crecimiento de la altura total a partir del diámetro de la planta de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. para ambas condiciones estudiadas, ellas son:

(Bosque natural) :

$$Y = 11,703 + (- 0,036 \times t) + (0,013 \times t^2) + (0,000 \times t^3)$$

(Plantación) :

$$Y = 7,947 \times (t^{1,144})$$

VII. RECOMENDACIONES

1. Los resultados del estudio de la relación diámetro – altura total de las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. en las condiciones de bosque natural y en plantación muestran que existe **excelente** relación entre las variables evaluadas por tanto se recomienda aplicar los resultados de esta investigación en los planes de manejo.
2. Para las predicciones se recomienda utilizar las ecuaciones de los modelos alométrico que más se ajustan a la relación diámetro – altura total en las plantas de *Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. para bosque natural ser:

$$Y = 11,703 + (- 0,036 \times t) + (0,013 \times t^2) + (0,000 \times t^3)$$

(cúbico)

Y, para plantación:

$$Y = 7,947 \times (t^{1,144})$$

----- (potencia)

3. También, se recomienda continuar con las investigaciones de las relaciones de las diferentes características de las plantas de las diferentes especies forestales de la Amazonía peruana con la finalidad de obtener nuevos conocimientos para ser aplicados en los planes de manejo y coadyuven a mejorar el bosque amazónico,

CAPITULO VIII. PREFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, M. F.; D. L. Urban. Y M. Aflan. 1995. Transition and gap models of forest dynamics. *Ecol. Applic.* P. 5: 1040-1055.
- Angulo, J.C.2015. Relación entre el diámetro de copa y del fuste de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, en la zona de Atalaya, Región Ucayali. Tesis para optar el título de ingeniero agroforestal acuícola. Yarinacocha – Perú. 48 p.
- Archibald, S. & Bond, W.J. 2003. Growing tall vs growing wide: tree architecture and allometry of *Acacia karroo* in forest, savanna, and arid environments. *Oikos*, 102(1): 3–14.
- Babilonia, J. G. 2019. “Relación altura total y diámetro de los árboles de dos familias botánicas. Puerto Almendra, Loreto, Perú”. Tesis para título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Iquitos, Perú. 50 p.
- Beiguelman, B., 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil. 231 p.
- Bohlman, S. & O'Brien, S. 2006. Allometry, adult stature and regeneration requirement of 65 tree species on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Tropical Ecology*, 22(2): 123–136.
- Burga, R. 1993. Determinación de la estructura total y por especie en tres tipos de bosques en Iquitos-Perú. Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad nacional de la Amazonía Peruana. 126 p.
- Cámara, L.; Snook, L. 2005. Producción de semillas de caoba en México: patrones de variación e implicaciones para la sostenibilidad. *Recursos Naturales y Ambiente* 44 (1): 60-67

- Canaquiri, Y. 2020. "Relación diámetro – altura total y su predicción en el crecimiento de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* "capirona" según intensidad de luz, Puerto Almendra, Loreto, Perú - 2019". Tesis de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales, FCF – UNAP, Iquitos. 52 p.
- Chavez, S. F. 2019. "Asociación entre diámetro y Amplitud de copa de las plantas de *Calophyllum brasiliense* Camb. "lagarto caspi". CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú- 2019". Práctica Pre profesional 2 de la Escuela Profesional de Ecología de la FCF – UNAP. Iquitos. 31 p.
- Chavez, J. y Huaya, M. 1997. Manual de vivero forestal volante para la amazonia peruana. COTESU – CENFOR XIII. Pucallpa. Perú. 104 p.
- Dávila, A. 2019. "RELACIÓN DE TRES VARIABLES EN LOS ÁRBOLES DE DOS FAMILIAS BOTÁNICAS DEL ARBORETUM "EL HUAYO" Y PROPORCIONALIDAD DE INDIVIDUOS. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ". Tesis de Ingeniero Forestal, F.C. F. – UNAP, Iquitos. 69 p.
- Davis, S. L. y K. N. Johnson. 1987. Forest Management". Third edition. McGraw-Hill. New York. 730 p.
- Delgado, L. A., Acevedo, F. M., Castellanos, H., Ramírez, H. y Serrano, J., 2005. Relaciones alométricas y patrones de crecimiento para especies de árboles de la reserva forestal Imataca, Venezuela. 8 p.
- Di Rienzo, J. A., Balzarini, M. G, Casanoves, F., Tablada, L. A., Diaz, E. M. y Robledo, C. W., 2001. Estadística para las ciencias agropecuarias. 4ta. Edición. Cordova Argentina. 322 p.
- Fontes, L. M., 1999. Padrões alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais. Allometric patterns for tropical pioneer tree species. Scientia Forestalis 55. 79 – 87.

- Freese, F. 1970. Métodos Estadísticos Elementales para Técnicos Forestales. Ministerio de Agricultura de EEUU. 420 p.
- Freitas, C. 2019. "Comportamiento de dos variables en el crecimiento de los árboles de tres familias botánicas del Arboretum "El Huayo". Puerto Almendra, Loreto, Perú". Tesis de Ingeniero Forestal, FCF – UNAP, Iquitos. 52 p.
- García, X; Parraquirre, C; Ramírez, H. 1996. Guía de densidad para manejo de plantaciones de *Swietenia macrophylla* King (Caoba). Ciencia Forestal en México 21(80):79-95.
- García, W. 2019. "Asociación entre diámetro y amplitud de copa de las plántulas de *Calycophyllum spruceanum* "capirona" en PPM 1 – Faja E. CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú- 2019". Practica PreProfesional II – FCF – UNAP. 30 p.
- Heinsdijk, D. Y A. Miranda. 1963. Inventarios forestais na amazonía. Irmaos Di Giargio Cí. Río de Janeiro. 100 p.
- Hemery, E; Savill, S; Pryor, N. 2005. Applications of the crown diameter-stem diameter relationship for different species of broadleaved trees. Forest Ecology and Management 215(1-3):285-294.
- Henry, H. A. y L. W. Aarssen. 1999 The interpretation of stem diameter-height allometry in trees: biomechanical constraints, neighbour effects or biased regression. Ecol. Lett. 2.
- King, D. A. 1990. Allometry of saplings and understory trees of a Panamanian forest. Functional Ecol. 4: 27-32.
- Lexus. 1998. Súper Diccionario Escolar. Culñtural, Librería Americana. S.A. Lexus Editores, Lima – Perú. s/p.

- Lindorf, H., De Parisca L. y Rodríguez, P., 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 38 p.
- Loja, W. 2010. Potencial maderable de un bosque de colina baja del censo forestal de la comunidad nativa San Antonio, río Pintuyacu-Alto Nanay, Loreto, Perú. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú. 54 p.
- López, A. J. L., Valdez, J. I., Terrazas, H. T. y Valdez, J. R., 2006. Crecimiento endiámetro de especies arbóreas en una selva mediana subcaducifolia en Colima, México. *Agrociencia* 40 (1). 139 – 147.
- Macedo, 2012. Tamaño óptimo de la unidad de muestreo para inventarios forestales en la comunidad campesina de Tres Unidos, Distrito del Alto Nanay. Región Loreto. Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 49 p.
- Malleux, J., 1982. Inventario forestal en bosques tropicales. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 414 p.
- Mayhew, J; Newton, F. 1998. *Silviculture of mahogany*. New York, USA; CABI. 367p.
- Segura, M. y Andrade, H., 2008. Como construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes. *Agroforestería en las Américas* N° 46. 89 – 96.
- Soplín, A. 2019. “Asociación de tres variables en las plantas de dos familias botánicas: Fabaceae y Lauraceae. Puerto Almendra, Loreto Perú”. Tesis de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. F.C. F. – UNAP, Iquitos. 61 p.

- Swaine, M. D. y T. C. Whitmore. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetation.*: 81-86
- Valderrama, H., 2002. Plan de desarrollo del jardín botánico – Arboretum el “El Huayo”. En el CIEFOR Puerto Almendra. Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonia Peruana (BIODAMAZ), Perú – Finlandia. Instituto de investigaciones de la amazonia peruana. (IIAP). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP). Iquitos, Perú. 152 p.
- Varderlei, P. 1991. Estadística Experimental Aplicada à Agronomía. Maceió: EDUFAL. Brasil. 440 P.
- Vásquez, H. G. 2016. “Asociación altura comercial - diámetro de árboles de especies comerciales de importancia ecológica, bosque colina baja. Yavarí, Loreto, Perú - 2014”. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal – FCF – UNAP. 59 p.
- Villacorta, F. M., 2012. Relación de la abundancia y estructura diamétrica en tres tipos de bosque y especies más importantes en la cuenca media del río Arabela. Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales- UNAP. 90 p.
- Weiner, J.; P. Stoll.; H. Müller-Landau.; A. Jansentulyan.; E. Müller. y T. Hara. 2001. Spatial pattern, competitive symmetry and size variability in a spatially-explicit, individual-based plant competition model. *Am. Naturalist* 158: 438-450.
- Wong J. V. 2017. “Relación altura comercial y diámetro de especies de mayor importancia ecológica, bosque de terraza media. Distrito de San Juan Bautista, Loreto, Perú”. Tesis de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. UNAP – Iquitos. 69 p.

Zeide, B. y Vanderschaaf, C., 2002. The effect of density on the height-diameter relationship. En Outcalt KW (Ed.) Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference. Gen. Tech. Rep. SRS-48. USDA. Asheville, NC, EEUU. 463 – 466.

http://www.investigacion-operaciones.com/Metodologia_IO.htm.02/12/2020 Hora:

11:51'

A N E X O

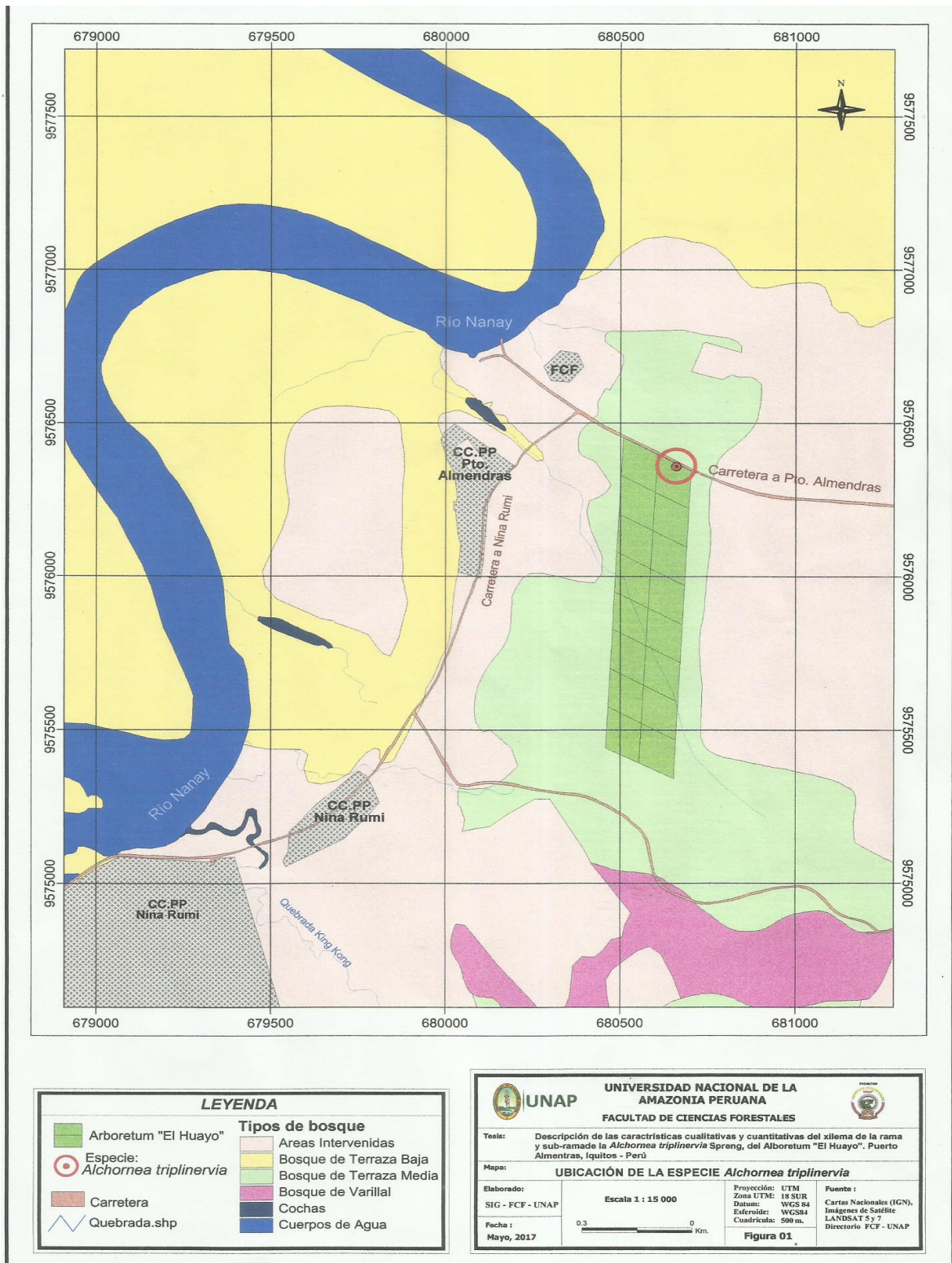


Figura 7: Mapa de ubicación del área de estudio – Arboretum “El Huayo”.

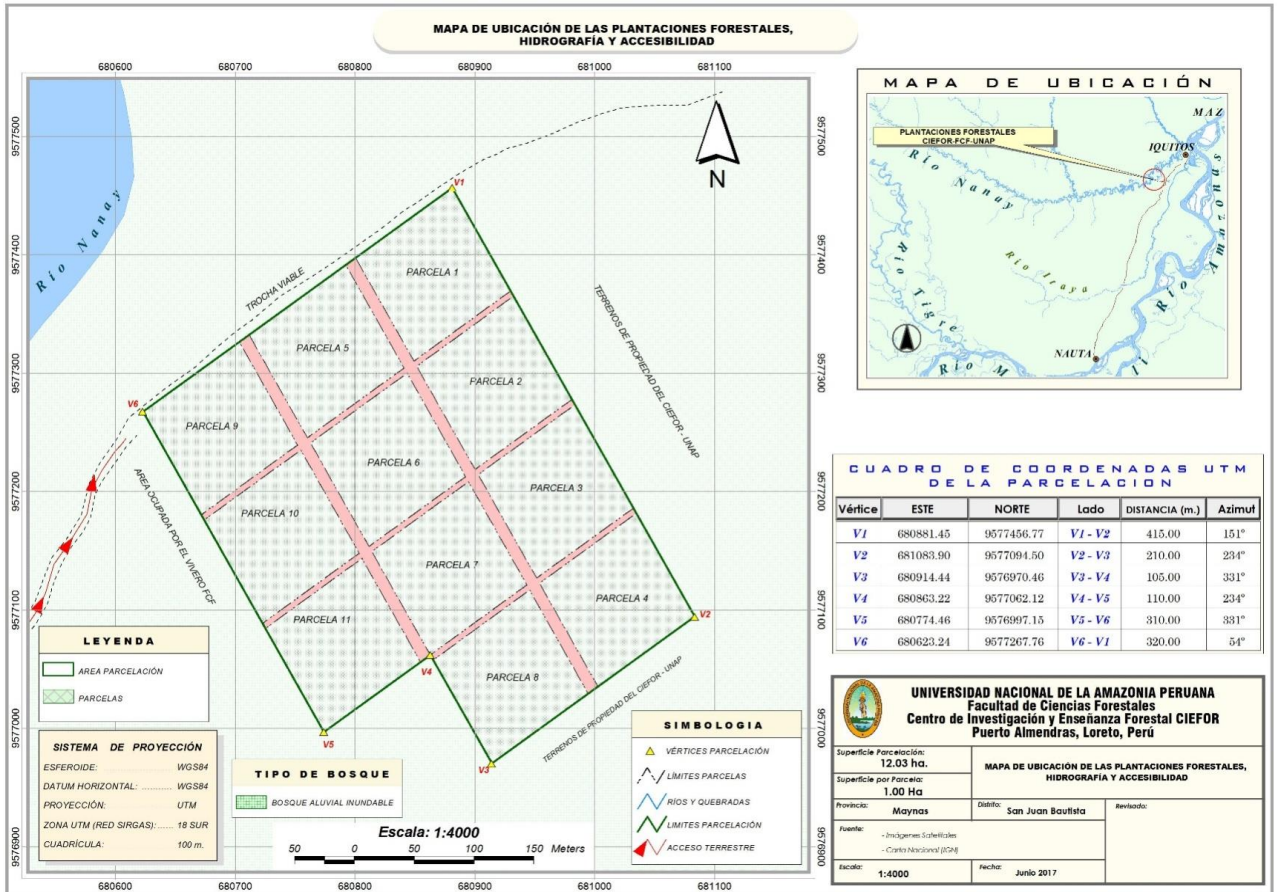


Figura 8. Mapa de ubicación del área de estudio – Plantación FCF – UNAP

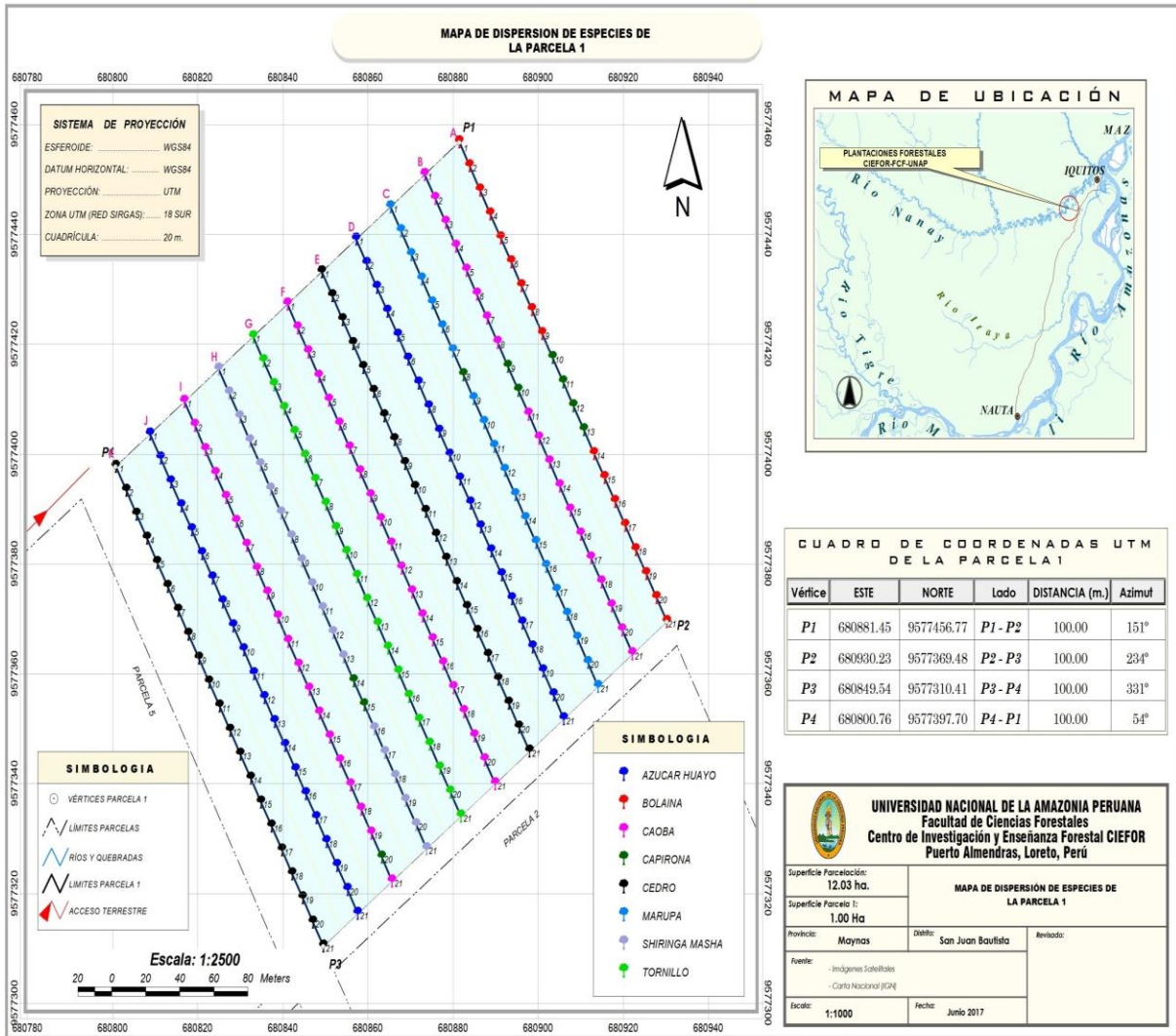


Figura 9: Distribución de las fajas en la Parcela 1 de la plantación.

Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos.

Cuadro 3. Formato de registro de datos para el Arboretum “El Huayo”.

Código Parcela	N° Planta	Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)	OBSERVACIÓN
1	1				

Cuadro 4. Formato de registro de datos para la Plantación.

Código Parcela	N° Planta	Especie	Diámetro (mm)	Altura (cm)	OBSERVACIÓN
1	1				