



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

“ASOCIACIÓN DIÁMETRO – ALTURA TOTAL Y SU PREDICCIÓN EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE *Aspidosperma spruceanum* “QUILLOBORDON” EN DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN, PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ, 2019”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR:
ANTENOR DÍAZ NARVAEZ**

**ASESOR
Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, Dr.**

IQUITOS, PERÚ

2022



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 010-CTG-FCF-UNAP-2022

En Iquitos, a los 09 días del mes de febrero del 2022, a horas 11:00 am., se dio inicio a la sustentación virtual de la tesis: “ASOCIACIÓN DIÁMETRO – ALTURA TOTAL Y SU PREDICCIÓN EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE ASPIDOSPERMA SPRUCEANUM “QUILLOBORDON” EN DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN, PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ, 2019”, aprobada con R.D. Nº 526-2019-FCF-UNAP, presentado por el bachiller ANTENOR DIAZ NARVAEZ, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. Nº 0433-2021-FCF-UNAP, está integrado por:

| | |
|---|--------------|
| Ing. Jorge Elías Alvan Ruiz, Dr. | : Presidente |
| Ing. Jorge Luis Rodríguez Gómez, Dr. | : Miembro |
| Ing. Juan De la Cruz Bardales Meléndez, Dr. | : Miembro |
| Ing. Segundo Córdova 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, llevo a las siguientes conclusiones:

La sustentación virtual y la tesis han sido: **Aprobadas**, con la calificación de **Bueno.**

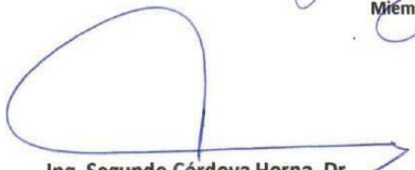
Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Siendo las **12.40 pm.** se dio por terminado el acto **Académico.**


Ing. Jorge Elías Alvan Ruiz, Dr.
Presidente


Ing. Jorge Luis Rodríguez Gómez, Dr.
Miembro


Ing. Juan De la Cruz Bardales Meléndez, Dr.
Miembro


Ing. Segundo Córdova Horna, Dr.
Asesor

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

TESIS

“Asociación diámetro - altura y su predicción en el crecimiento de las plantas de
Aspidosperma spruceanum “quillobordon” en diferentes dosis de fertilización, Puerto
Almendra, Loreto, Peru - 2019”

Miembros del jurado



Ing. Jorge Elías Alvan Ruiz, Dr.

Presidente

Reg. CIP: 28387



Ing. Jorge Luis Rodríguez Gómez, Dr.

Miembro

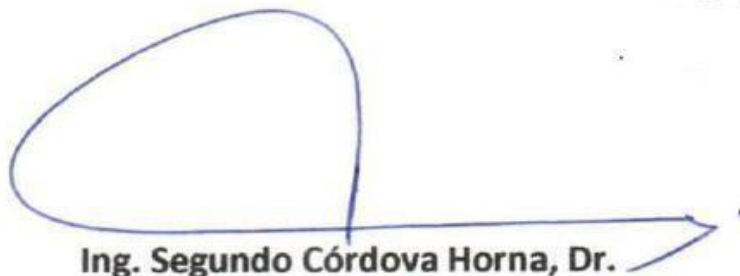
Reg. CIP: 46360



Ing. Juan De la Cruz Bardales Meléndez, Dr.

Miembro

Reg. CIP: 4583



Ing. Segundo Córdova Horna, Dr.

Asesor

Reg. CIP: 65032

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, pues sin ella no lo había logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

INDICE

| | pagina |
|---|-----------|
| Portada | i |
| Acta de sustentación | ii |
| Jurado y Asesor | iii |
| Dedicatoria | iv |
| Agradecimiento | v |
| Indice General | vi |
| Índice de cuadros | vii |
| Índice de figuras | viii |
| Resumen | ix |
| Abstract | x |
| Introducción | 1 |
| CAPITULO I: MARCO TEÓRICO | 3 |
| 1.1. Antecedentes | 3 |
| 1.2. Bases teóricas | 4 |
| 1.3. Definición de términos básicos | 8 |
| CAPITULO II: METODOLOGÍA | 10 |
| CAPITULO III: RESULTADOS | 15 |
| CAPITULO IV: DISCUSIÓN | 24 |
| CAPITULO V: CONCLUSIONES | 27 |
| CAPITULO VI: RECOMENDACIONES | 28 |
| CAPITULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN | 29 |
| ANEXO | |
| 1. Mapa de ubicación del estudio | |
| 2. Instrumento de recolección de datos | |
| 3. Compromiso de Asesoría de tesis. | |

ÍNDICE DE CUADROS

| N° | Título | Pág. |
|-----------|---|-------------|
| 1 | Modelos alométricos aplicados a la asociación diámetro - altura total de las plantas de <i>Aspidosperma spruceanum</i> “quillobordon” con fertilización foliar 40 ml. | 15 |
| 2 | Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro - altura total de las plantas de <i>Aspidosperma spruceanum</i> “quillobordon” | 17 |
| 3 | Modelos alométricos aplicados a la asociación diámetro - altura total de las plantas de <i>Aspidosperma spruceanum</i> “quillobordon” sin fertilización foliar. | 19 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| N° | Título | Pág. |
|-----------|---|-------------|
| 1 | Planta de <i>Aspidosperma spruceanum</i> “quillobordon”. | 10 |
| 2 | Asociación diámetro - altura total en las plantas de <i>Aspidosperma spruceanum</i> “quillobordon” con fertilización foliar de 40 ml. | 16 |
| 3 | Asociación diámetro - altura total de las plantas de <i>Aspidosperma spruceanum</i> “quillobordon” con fertilización foliar 60 ml. | 18 |
| 4 | Asociación diámetro - altura total de las plantas de <i>Aspidosperma spruceanum</i> “quillobordon” sin fertilización foliar. | 20 |
| 5 | Mapa de ubicación del área de estudio | 36 |

RESUMEN

El estudio se ejecutó en una plantación del CIEFOR Puerto Almendra FCF - UNAP, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Perú. El objetivo fue determinar la asociación diámetro - altura total y su predicción en el crecimiento de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon" con diferentes dosis de fertilización foliar. Se utilizaron las parcelas 5 (faja "A1"), 6 (Faja "F") y 9 (Faja "G") de la plantación, con plantas sin fertilización foliar (testigo) y plantas con fertilización foliar de 40 ml y 60 ml respectivamente. Los resultados indican que la asociación entre diámetro y altura total para las plantas de *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon" con fertilización foliar 40 ml y 60 ml y sin fertilización foliar el modelo alométrico que más se ajustó fue el **cúbico**; con respecto a la calificación de la asociación fue **excelente**. Referente al crecimiento del diámetro y la altura de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon" sin fertilización foliar y con fertilización foliar de 40 ml y 60 ml presentan diferencia estadística entre ellos, con 95 % de probabilidad de confianza, destacando el crecimiento en las plantas con fertilización foliar.

Palabras claves: Asociación, variables, plantación, plantas, fertilización foliar.

ABSTRACT

The study was carried out in a CIEFOR Puerto Almendra FCF - UNAP plantation, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Peru. The objective was to determine the diameter - total height association and its prediction in the growth of *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon" plants with different doses of foliar fertilization . Plots 5 (band "A1"), 6 (band "F") and 9 (band "G") of the plantation were used, with plants without foliar fertilization (control) and plants with foliar fertilization of 40 ml and 60 ml respectively. The results indicate that the association between diameter and total height for *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon" plants with 40 ml and 60 ml foliar fertilization and without foliar fertilization, the allometric model that best adjusted was the cubic one; Regarding the association's rating, it was excellent. Regarding the growth of the diameter and height of *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon" plants without foliar fertilization and with foliar fertilization of 40 ml and 60 ml, they present a statistical difference between them, with a 95% probability of confidence, highlighting the growth in the plants. with foliar fertilization.

Keywords: Association, variables, plantation, plants, foliar fertilization.

INTRODUCCIÓN

La complejidad del bosque tropical en su composición florística y dinámica de las plantas es un obstáculo para las gestiones de evaluación y aprovechamiento forestal, Loja (2010, p.15).

Alves y Santos (2002, p. 244), demuestran 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.

La asociación diámetro - altura total ha sido empleada para demostrar que el diámetro se incrementa a una tasa más rápida que la altura durante el crecimiento, como lo predicho por los modelos biomecánicos, Henry y Aarssen (1999, p. 87).

Álvarez (2008, p.18), manifiesta que los modelos matemáticos tienen numerosa aplicación en el campo forestal porque presentan mucha flexibilidad en su uso; las variables más usadas son: diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro a la altura del tocón (dht), altura comercial (hc), altura total (ht) y combinaciones de ellas.

Por tal razón, en este estudio se evaluó la asociación entre las variables altura y diámetro de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con diferentes dosis de fertilización en una plantación del FIEFOR Puerto Almen dra - FCF - UNAP. Los nuevos conocimientos del tema planteado en el presente estudio hacen posible mejorar la escasa información que poseen en la actualidad

las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” en los bosques de la Amazonía peruana y, que servirán para ser aplicados en los planes de manejo.

El Objetivo fue determinar la asociación diámetro - altura total y su predicción en el crecimiento de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con diferentes dosis de fertilización foliar, en una plantación del CIEFOR Puerto Almendra - FCF - UNAP.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Fontes (1999, p.80), 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.

Una aplicación importante es la estimación de la altura del árbol a partir de su diámetro medido a la altura de pecho (DAP), a una altura estándar de 1,37m. El DAP explica mucha de las variaciones en altura, Zeide y Vanderschaaf (2002, p. 461), 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.

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).

Villacorta (2012, p. 34), manifiesta que el bosque húmedo de terraza alta es el que presenta el más alto coeficiente de determinación ($\Pi^2 = 0,89$) y el menor exhibe el bosque húmedo de colina baja ($\Pi^2 = 0,85$). Asimismo, indica que la especie *Parkia igneiflora* "pashaco" con $\Pi = 0,165$ es la especie del bosque húmedo de colina baja que presenta el coeficiente de correlación menor de todo el grupo, pero 4 especies (40%) tienen un grado de asociación superior a 0,80.

Así mismo, las especies *Parkia igneiflora* "pashaco" ($\Pi = 0,695$) y *Tachigali tessmannii* "tangarana" ($\Pi = 0,684$) del bosque húmedo de terraza baja son las que tienen el menor coeficiente de correlación, pero 5 especies que hacen el 50% del total de este bosque presentan un coeficiente de correlación mayor a $\Pi = 0,82$. Por su parte en el bosque húmedo de terraza alta la especie *Parkia igneiflora* "pashaco" en la que alcanza el más bajo coeficiente de correlación con $\Pi = 0,710$; sin embargo 5 especies muestran un coeficiente de determinación superior a $\Pi = 0,82$.

1.2. Bases teóricas

Según la variedad ambiental existe una amplia gama de tipos de bosque con diferente estructura y vegetación; en zonas tropicales la riqueza en especies es alta y el mismo tipo de bosque puede tener cientos de especies arbóreas, Budowski (1985, p. 270).

En estudios sobre silvicultura, ecología del bosque y fisiología de árboles se han utilizado una variedad de instrumentos de medición que a menudo difieren en exactitud, precisión, costo o simplicidad operacional, López *et al.* (2006, p.138).

El empleo de los modelos matemáticos para la estimación de la relación diámetro y altura comercial de las especies comerciales, son muy escasos y presentan limitaciones debido a las distintas condiciones que rigen el crecimiento de los árboles entre las cuales se incluyen la genética, las subpoblaciones locales, el clima y los suelos; estos factores son determinantes en el desarrollo de las plantas de ahí la importancia de la generación y eficiencia de modelos alométricos, Álvarez (2008, p. 15).

En bosques con alta diversidad de especies, los diferentes modelos matemáticos pueden ser simplificados por agrupamiento de especies estableciendo criterios adecuados, aunque esta simplificación reduce el contenido de información, revela los patrones generales y facilita las predicciones acerca del desarrollo del bosque, Swaine y Whitmore (1988, p. 82).

El Inventario Forestal, es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal (Orozco y Brumer, 2002, p. 44).

También Inventario Forestal consiste en extraer información para el plan de aprovecharlo, es como una radiografía del bosque, un resumen de su situación en un tiempo dado (Israel, 2004, p. 7).

Burga (1993, p. 19), señala que si un bosque no es absolutamente de la misma edad, en su fase de plantitas hay miles de aquellos por ha, a medida que los arbolitos van aumentando de tamaño compiten unas con otras cada vez con mayor intensidad para conseguir luz y humedad hasta que llega el momento en que los individuos más débiles mueren suprimidos por sus vecinos más robustos; de la lucha continúa durante toda la vida el resultado es que el número de árboles por ha disminuye muchísimo hasta que en la madurez queda a menudo menos del 1% de los árboles que había al comienzo.

INADE (2004, p. 250), reporta que se debe estudiar al bosque por su complejidad en su composición florística, que dificulta enormemente todo tipo de acciones de evaluación y aprovechamiento forestal.

Para Hawley y Smith (1972, p. 87), en las masas irregulares al envejecer en cada uno de los pequeños grupos uniformes disminuye el número de árboles,

al principio rápidamente y luego más despacio, puede llegar el momento en que de un grupo inicial de un centenar de individuos no sobrevivirá más que uno.

En general, los bosques jóvenes tienen una estructura más simple y son mucho más pobres en especies que los bosques primarios del mismo medio ambiente; tanto la composición florística y la estructura de un bosque secundario cambian con el paso del tiempo (Finegan, 1992, p. 95).

El inventario forestal no solo es un registro cualitativo y cuantitativo de las características de los árboles, sino que se amplía a todos los elementos que conforman el bosque, según el cual está compuesto por el capital vuelo, suelo y demás elementos o individuos que se desarrollan y viven en la masa forestal, Malleux (1982, p. 18).

Ruokolainen & Tuomisto (1993, p. 140), reportan que en la Amazonía peruana los terrenos de tierra firme ocupados por bosques tropicales son estructuralmente homogéneos en áreas muy extensas y poseen un número muy alto de especies vegetales.

Hidalgo (1982, p. 19), manifiesta que la estructura debe entenderse como agregado cuantitativo de actividades funcionales, es decir, la ocupación espacial de los componentes de una masa vegetal.

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. 75).

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. 26).

Según Davis & Johnson (1987, p. 128) y, Ramírez & Zepeda (1994, p. 7), 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.

Cornelius y Ugarte-Guerra (2010, p. 63), recomiendan que “se deberían conducir estudios sobre dosis de fertilización”. Según la FAO (2016) es necesario implementar un programa de fertilización pre y post plantación. “Que gracias a una correcta fertilización y lucha fitosanitaria ha permitido la reforestación de una amplia zona en el norte del País” (Arcos y Papa, 2011, p. 293).

El área foliar de las plantas tiene gran importancia en los estudios relacionados con su crecimiento y desarrollo, porque en las hojas se sintetizan los carbohidratos que van a repartirse en los diferentes órganos” (CAEM, 2014, p. 76).

No solo la fertilización decide el crecimiento de una planta, según Fernández, Sotiropoulos y Brown (2015, p. 83), también la luz, la temperatura y la humedad relativa puede afectar múltiples procesos que eventualmente influirán en la velocidad de la absorción foliar de los fertilizantes aplicados. Los principales procesos afectados por la humedad son 1) la reacción de la solución foliar aplicada durante el transporte aéreo y una vez depositada en la superficie de la planta 2) el efecto de la humedad en la estructura de la cutícula de la hoja y la

función de los estomas y 3) el efecto de la humedad en el metabolismo de la hoja y los procesos de transporte.

La fertilización se puede aplicar al suelo o al follaje; “La fertilización foliar es una herramienta importante para el manejo sostenible y productivo de los cultivos. Sin embargo, la comprensión actual de los factores que influyen para alcanzar la máxima eficacia de las aplicaciones foliares aún sigue siendo incompleta” (Fernández, Sotiropoulos y Brown, 2015, p. 54).

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. 215).

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. 88).

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. 18).

Inventario forestal: Se define como el conjunto de procedimientos destinado a proveer información cualitativa y cuantitativa de un bosque, Wabo (2003, p. 5).

Plantación. Sembrío de plantas en un terreno definido (El Autor).

Plántula. Se denomina plántula a cierta etapa del desarrollo del esporofito, que comienza cuando la semilla sale de su dormancia y germina, y termina cuando el esporofito desarrolla sus primeras hojas. Una plántula típica consiste de tres

partes principales: la radícula o raíz embrionaria, el hipocótilo o tallo embrionario y los cotiledones además de una o dos de sus hojas verdaderas, por encima de los cotiledones (Chávez y Egoavil, 1991, 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. 16).

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 (Ruiz, 2019, p. 18).

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),

CAPITULO II. METODOLOGÍA

Lugar de ejecución

Según Valderrama (2002, p. 28), el área de estudio está localizada a los 04° 05´ L.S y 73° 40´ L.O., 120 m.s.n.m. y, políticamente se ubica en la provincia de Maynas, región Loreto (ver figura 1- anexo). Forma parte del bosque húmedo tropical, con precipitaciones anuales de 2,480 mm; temperatura 34 °C - 17,5 °C

El CIEFOR Puerto Almendras es accesible por dos medios, desde la ciudad de Iquitos, por vía fluvial a través del río Nanay aproximadamente 45 minutos de viaje en bote deslizador y, por vía terrestre utilizando la carretera Iquitos-Nauta hasta el caserío Quistococha, luego se utilizó una carretera afirmada de más o menos 4,5 km adicionales hasta el lugar del estudio.

Procedimiento de recolección de datos

Para el registro de los datos experimentales de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” (figura 1) en una plantación del CIEFOR Puerto Almendra del CFC de la UNAP, se utilizó el Formato 1 que se presenta en el anexo.



Figura 1. Planta de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”.

Descripción del formato de campo:

Nombre del evaluador

Código de la Parcela.- Se utilizó el número de la parcela de acuerdo a la presencia de la planta de la especie en estudio.

Nombre de la especie.- Se identificó taxonómicamente a la especie en estudio, verificada por el Herbario de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Medición del diámetro (D).- El diámetro de las plantas se midió a 0,30 m del nivel del suelo, se utilizó como material al pie de rey graduada con aproximación al mm.

Medición de la Altura total (H_T).- La altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” en una plantación del CIEFOR Puerto Almendra del CFC de la UNAP comprendió desde el nivel del suelo y el punto más alto de la yema terminal, esta medición se efectuará con aproximación al cm, se realizó la medición utilizando la huincha metálica.

Relación altura total - diámetro de las plantas.

Se utilizó la altura total y el diámetro de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” de una plantación del CIEFOR Puerto Almendra de la FCF de la UNAP para efectuar la asociación entre Altura total Vs. Diámetro, para diferentes dosis de fertilización foliar de las plantas. Se utilizó la regresión para la aplicación los modelos alométricos: Lineal, Logarítmica, Inversa, Cuadrática, Cubica, Compuesta, Potencia y S-Curva, para definir cual de ellas es la que más se ajusta a esta asociación; la correlación se aplicó para determinar el grado de asociación entre las dos variables y, el coeficiente de determinación fue para demostrar cuanto es la participación (%) de la variable independiente (diámetro) en las

variaciones de la variable dependiente (altura total) en la asociación de las variables.

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

| Valor de “Л” (+ ó -) | Grado de Asociación |
|-------------------------|---------------------|
| 1,00 | Perfecta |
| < 1 a ≥ 0,75 | Excelente |
| < 0,75 a ≥ 0,50 | Buena |
| < 0,50 a > 0,00 | Regular |
| 0,00 | Nula |

Las ecuaciones de los modelos alométricos considerados para el estudio fueron:

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

Donde:

b_0 = Constante; b_1 = Constante; b_2 = Constante; t_3 = Constante; \ln = logaritmo; Y = Valor esperado de la altura total de la planta; t = Valor que se propone a la variable independiente (diámetro).

Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento estadístico de los datos que se registraron en el estudio se utilizó la estadística básica y los métodos de regresión, correlación y coeficiente

de determinación, para la evaluación de la asociación entre las variables en estudio y su calificación respectiva; los datos se procesaron en el software IBM SPSS Statistics 23 y Excel.

Para definir cuál Modelo alométrico es el que más se ajusta a la asociación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” se tuvo como referencia la presencia del valor mayor del coeficiente de correlación, según dosis de fertilización foliar.

Para determinar si existe diferencia significativa en el crecimiento tanto en altura total como en diámetros de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”, según dosis de fertilización foliar, se utilizó la Prueba de “F” Beiguelman (1994, p. 183), para ello primero se calculó la variancia (S^2) de los datos del diámetro por dosis de fertilización foliar y luego se aplicó la fórmula de la prueba de “F” que es la razón de las variancias por dosis de fertilización foliar; de igual manera se procedió con la altura total de las plantas, es por ello que se realizaron las siguientes comparaciones:

Diámetro - sin fertilización & Diámetro - dosis de fertilización
foliar (testigo) foliar (40ml)

Diámetro - sin fertilización & Diámetro - dosis de fertilización foliar
foliar (testigo) (60ml)

Diámetro - dosis de fertilización & Diámetro - dosis de fertilización
foliar (40ml) foliar (60ml)

Altura total - sin fertilización & Altura total - dosis de fertilización
foliar (testigo) foliar (40ml)

| | | |
|--|---|--|
| Altura total - sin fertilización foliar (testigo) | & | Altura total - dosis de fertilización foliar (60ml) |
| Altura total - dosis de fertilización foliar (40ml) | & | Altura total - dosis de fertilización foliar (60ml) |

CAPITULO III. RESULTADOS

Asociación diámetro - altura total en las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”, Parcela 6; Faja “F”, Abonamiento foliar 40 ml.

Los modelos alométricos que fueron probados en el estudio para la asociación diámetro - altura total en las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” se presentan en el cuadro 1 en la cual se observa que los modelos alométricos que más se ajustan a ésta relación es la **cuadrática y la cúbica** quienes mostraron el mayor coeficiente de correlación con $r = 0,970$ el cual indica excelente asociación entre ellos y, el coeficiente de determinación $r^2 = 0,940$ muestra que el 94% de los cambios que se producen en el crecimiento en altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con fertilización foliar 40 ml se atribuye al diámetro de la planta.

Cuadro 1: Modelos alométricos aplicados a la asociación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con fertilización foliar 40 ml.

| Modelo Alométrico | r | r^2 |
|-------------------|-------|-------|
| Lineal | 0,969 | 0,939 |
| Logarítmica | 0,953 | 0,909 |
| Inversa | 0,923 | 0,852 |
| Cuadrático | 0,970 | 0,940 |
| Cúbico | 0,970 | 0,940 |
| Compuesto | 0,976 | 0,906 |
| Potencia | 0,963 | 0,928 |
| S - curva | 0,956 | 0,914 |

Con respecto a las ecuaciones que más se ajustan a esta asociación fueron de los modelos alométricos cuadrático y cúbico que servirán para efectuar la predicción del crecimiento de la altura total de las plantas de la especie

Aspidosperma spruceanum “quillobordon” a partir del diámetro de la planta; los cuales se presentan a continuación:

| Modelos alométricos | Ecuación |
|---------------------|--|
| Cuadrático | $Y = b_0 + (b_1 \times t) + (b_2 \times t^2)$ |
| 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 las ecuaciones tenemos:

| Modelo Alométrico | Estimaciones de parámetro | | | |
|-------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | b_0 | b_1 | b_2 | b_3 |
| Cuadrático | -13,777 | 9,133 | 0,217 | |
| Cúbico | -3,790 | 4,223 | ,958 | -,035 |

Cuadrático:

$$Y = - 13,777 + (9,133 \times t) + (0,217 \times t^2)$$

Cúbico:

$$Y = - 3,790 + (4,223 \times t) + (0,958 \times t^2) + (- 0,035 \times t^3)$$

Así mismo, en la figura 2 se muestra la tendencia de las ecuaciones de los modelos alométricos cuadrático y cúbico en la asociación diámetro - altura total en las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con fertilización foliar de 40 ml.

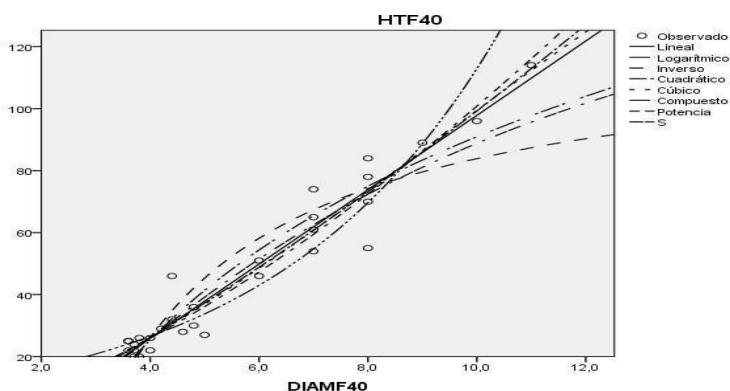


Figura 2. Asociación diámetro - altura total en las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con fertilización foliar de 40 ml.

Asociación diámetro - altura total en las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”. Parcela 9; Faja “G”, Abonamiento foliar 60 ml.

De los modelos alométricos utilizadas (cuadro 2) en la evaluación de la asociación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” se ha determinado que el modelo alométrico que más se ajusta a ésta asociación es el **cúbico** donde se observa el mayor coeficiente de correlación con $r = 0,986$, que indica excelente asociación entre ellos y, el coeficiente de determinación $r^2 = 0,973$ manifiesta que el 97,3% de los cambios producidos en el crecimiento en altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con fertilización foliar 60 ml se atribuye al diámetro de la planta.

Cuadro 2: Modelos alométricos aplicados a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”

| Modelo Alométrico | r | r² |
|--------------------------|--------------|----------------------|
| Lineal | 0,975 | 0,950 |
| Logarítmica | 0,912 | 0,832 |
| Inversa | 0,812 | 0,660 |
| Cuadrático | 0,983 | 0,966 |
| Cúbico | 0,986 | 0,973 |
| Compuesto | 0,932 | 0,869 |
| Potencia | 0,954 | 0,911 |
| S - curva | 0,919 | 0,844 |

La ecuación que más se ajustó a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” fue la del modelo alométrico **cúbico** por medio de la cual se podrá realizar predicciones del crecimiento de la altura total de las plantas de la especie *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con

fertilización foliar 60 ml a partir del diámetro de la planta, la misma que se presenta a continuación:

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

Reemplazando los datos de la evaluación tenemos:

| Modelo | Estimaciones de parámetro | | | |
|--------|---------------------------|--------|--------|-------|
| | b_0 | b_1 | b_2 | b_3 |
| Cúbico | -22,657 | 17,636 | -1,311 | 0,054 |

$$Y = -22,657 + (17,636 \times t) + (-1,311 \times t^2) + (0,054 \times t^3)$$

Además, se presenta en la figura 3 la tendencia de la ecuación del modelo alométrico cúbico de la relación diámetro - altura total en las plantas de *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon".

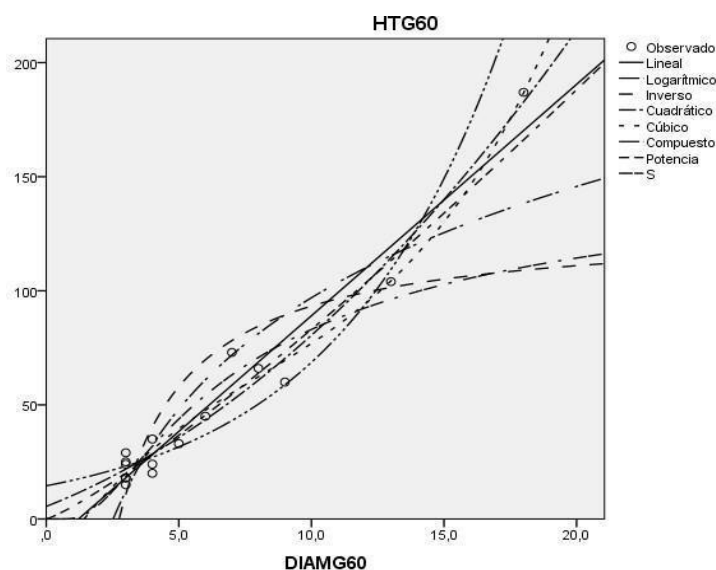


Figura 3. Asociación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon" con fertilización foliar 60 ml.

Asociación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”, Parcela 5; Faja “A₁”. Testigo.

Los modelos alométricos utilizados en la evaluación de la asociación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar se muestran en el cuadro 3 donde se observa que una de ellas es la que más se ajusta a ésta relación y es el modelo alométrico **cúbico** donde el coeficiente de correlación fue de $\Pi = 0,975$ que indica **excelente** asociación entre ellos y, el coeficiente de determinación $\Pi^2 = 0,950$ muestra que el 95% de los cambios producidos en la altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar se atribuye al diámetro de la planta.

Cuadro 3: Modelos alométricos aplicados a la asociación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar.

| Modelo Alométrico | Π | Π^2 |
|-------------------|--------------|--------------|
| Lineal | 0,903 | 0,815 |
| Logarítmica | 0,798 | 0,637 |
| Inversa | 0,679 | 0,461 |
| Cuadrático | 0,968 | 0,937 |
| Cúbico | 0,975 | 0,950 |
| Compuesto | 0,909 | 0,826 |
| Potencia | 0,869 | 0,756 |
| S - curva | 0,803 | 0,645 |

La ecuación que más se ajustó a la relación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar fue la **cúbica** por medio de la cual se podrá realizar predicciones del crecimiento de la altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar a partir del diámetro de la planta. La ecuación se muestra a continuación:

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

Reemplazando los datos de la evaluación tenemos:

| Ecuación | Estimaciones de parámetro | | | |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | b ₀ | b ₁ | b ₂ | b ₃ |
| Cúbico | -13,735 | 23,226 | -5,162 | 0,460 |

$$\text{Ecuación Cúbica: } Y = -13,735 + (23,226 \times t) + (-5,162 \times t^2) + (0,460 \times t^3)$$

Así mismo, se presenta en la figura 4 la tendencia **cúbica** de la relación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar.

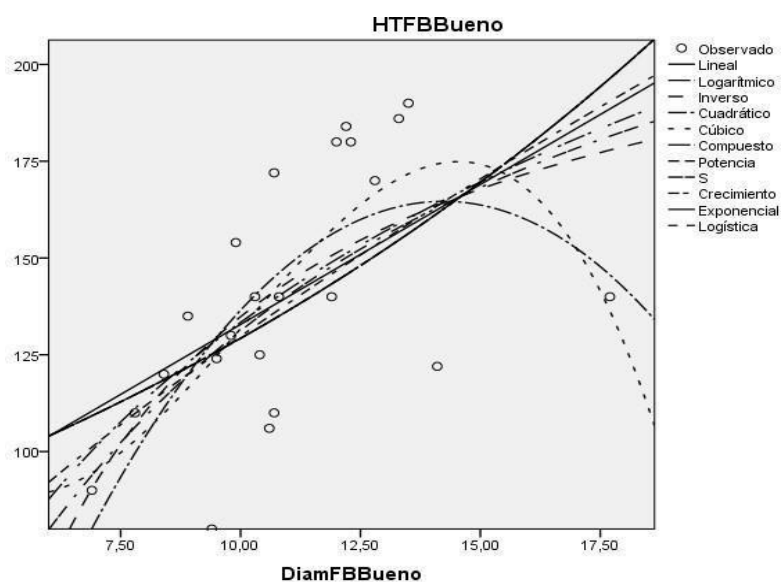


Figura 4. Asociación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar.

Para determinar si existe diferencia significativa en el diámetro y en la altura total en las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” se ha utilizado la Prueba de “F” con nivel de significación de 0,05, para ello primero se calculó la variancia (S²) de los datos del diámetro y de la altura total por dosis de fertilización foliar y para el testigo, luego se aplicó la fórmula de la prueba de “F”; además se

determinó el promedio del diámetro y la altura total; los resultados se muestran a continuación:

Comparaciones:

Diámetro - sin fertilización & Diámetro - dosis de fertilización
foliar (testigo) foliar (40ml)

$F_{calculada}$ $F_{\alpha} = 0,05$

$3,09 > 1,94$

Los resultados de la Prueba de "F", con 95% de probabilidad de confianza, ha determinado que existe diferencia estadística entre el diámetro de las plantas sin fertilización foliar y el diámetro de las plantas con fertilización foliar 40 ml de la especie *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon".

Diámetro - sin fertilización & Diámetro - dosis de fertilización
foliar (testigo) foliar (60ml)

$F_{calculada}$ $F_{\alpha} = 0,05$

$12,34 > 2,10$

La aplicación de la Prueba de "F", con 95% de probabilidad de confianza, demuestra que existe diferencia estadística entre el diámetro de las plantas sin fertilización foliar y el diámetro de las plantas con fertilización foliar 60 ml de la especie *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon".

Diámetro - dosis de fertilización & Diámetro - dosis de fertilización
foliar (40ml) foliar (60ml)

$F_{calculada}$ $F_{\alpha} = 0,05$

$3,99 > 2,00$

Mediante la Prueba de “F”, con 95% de probabilidad de confianza, se ha determinado que existe diferencia estadística entre el diámetro de las plantas con fertilización foliar 40 ml y el diámetro de las plantas con fertilización foliar 60 ml de la especie *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”.

| | | |
|--|---|--|
| Altura total - sin fertilización foliar (testigo) | & | Altura total - dosis de fertilización foliar (40ml) |
| $F_{\text{calculada}}$ | | $F_{\alpha} = 0,05$ |
| 5,01 | > | 1,94 |

La aplicación de la Prueba de “F”, con 95% de probabilidad de confianza, demuestra que existe diferencia estadística entre el diámetro de las plantas sin fertilización foliar y el diámetro de las plantas con fertilización foliar 40 ml de la especie *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”.

| | | |
|--|---|--|
| Altura total - sin fertilización foliar (testigo) | & | Altura total - dosis de fertilización foliar (60ml) |
| $F_{\text{calculada}}$ | | $F_{\alpha} = 0,05$ |
| 14,14 | > | 2,10 |

La aplicación de la Prueba de “F”, con 95% de probabilidad de confianza, demuestra que existe diferencia estadística entre el diámetro de las plantas sin fertilización foliar y el diámetro de las plantas con fertilización foliar 60 ml de la especie *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”.

| | | |
|--|---|--|
| Altura total - dosis de fertilización foliar (40ml) | & | Altura total - dosis de fertilización foliar (60ml) |
| $F_{\text{calculada}}$ | | $F_{\alpha} = 0,05$ |
| 2,82 | > | 2,00 |

Mediante la Prueba de “F”, con 95% de probabilidad de confianza, se ha determinado que existe diferencia estadística entre el diámetro de las plantas con fertilización foliar 40 ml y el diámetro de las plantas con fertilización foliar 60 ml de la especie *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”.

Promedios:

| Número de Parcela | Faja | Fertilización foliar | | | Promedio de Diámetro (mm) | Promedio de Altura total (cm) |
|-------------------|-------------------|----------------------|-------|-------|---------------------------|-------------------------------|
| | | sin | 40 ml | 60 ml | | |
| 5 | “A ₁ ” | x | | | 3,68 | 26,04 |
| 6 | “F” | | x | | 5,72 | 46,57 |
| 9 | “G” | | | x | 6,59 | 48,50 |

IV. DISCUSIÓN

A. Asociación entre las variables diámetro - altura total de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* “capirona”.

En los cuadros 1, 2 y 3 de los resultados de la asociación diámetro - altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” de una plantación del CIEFOR Puerto Almendra - FCF - UNAP. Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM) 05 - Faja “A₁”; 06 - Faja “F” y 09 - faja “G” donde se observaron que al modelo alométrico que más se ajusta a esta relación fue la **cubica** para las plantas sin fertilización foliar así como también para las plantas con fertilización foliar 40 ml y 60 ml; además los resultados muestran que la asociación entre diámetro y altura total presentaron calificación **excelente**, con coeficiente de correlación entre 0,94 y 0,97. Así mismo, se reporta que el diámetro presentó influencia en el crecimiento de la altura total de las plantas entre 94% y 97%; en otros estudios aplicando los modelos alométricos se encontró los siguientes resultados, Freitas (2019, p. 41), 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 presentó **excelente** relación entre la altura total y el diámetro en los árboles evaluados; así mismo Canaquiri (2020, p. 38), comenta 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**. Vásquez (2016, p. 35), determinó en la relación diámetro - altura comercial de los árboles de un bosque de colina baja de

la amazonia peruana que el modelo alométrico que más se ajustó a esta asociación fue la **potencial**, con coeficiente de determinación de 0,997 es decir 99,7% de variaciones es de ambas variables; la asociación entre diámetro - altura total de los árboles de las especie comerciales del bosque en estudio fue **excelente** con coeficiente de correlación $0,75 < r < 1,00$. así mismo, Henry y Aarssen (1999, p. 82), mencionan que la asociación diámetro - altura de los árboles indican que el diámetro se incrementa a una tasa más rápida que la altura en el proceso de crecimiento; además, Zeide y Vanderschaaf (2002, p. 461), manifiestan que el diámetro de los árboles (DAP) explica mucho de las variaciones en altura.

B. Análisis estadístico de la asociación diámetro - altura total según fertilización foliar.

Para tomar decisión estadística con respecto a la diferencia en el crecimiento de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” tanto en diámetro como en altura total, según fertilización foliar, se aplicó la Prueba fe “F” con 95% de confianza, los resultados indican que existe diferencia significativa en el crecimiento tanto en diámetro como en altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con fertilización foliar de 40 ml y 60 ml, también se consideró como testigo a las plantas sin fertilización foliar. La literatura indica que “El objetivo principal de la aplicación de fertilizantes en una plan tación es mejorar el crecimiento de los árboles; la fertilización es una actividad costosa y debe aplicarse con sumo cuidado porque los resultados pueden llegar a ser negativos (plantas quemadas) (MARENA, 2005). “La fertilización foliar es una práctica efectiva para la corrección de deficiencias nutricionales en plantas que se

encuentran bajo condiciones de estrés o en suelos con baja disponibilidad de nutrientes” (Murillo, Piedra y León, 2013). Para el CONAF (2013), “algunas especies requieren fertilización; esta actividad busca mejorar la supervivencia y desarrollo adecuado de la planta, debido a que estimula el desarrollo de sus raíces, optimiza el uso eficiente del agua con la captación de nutrientes de manera eficaz y suficiente para asegurar la supervivencia y crecimiento inicial acelerado de la planta garantizando una ocupación óptima del suelo”.

V. CONCLUSIONES

1. La asociación entre diámetro y altura total para las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con fertilización foliar 40 ml, el modelo alométrico que más se ajustó fue el cuadrático y cubico.
2. La asociación diámetro - altura total para las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” con fertilización foliar 60 ml, el modelo alométrico que más se ajustó fue el cubico.
3. La asociación diámetro y altura total para las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar, el modelo alométrico que más se ajustó fue el cubico.
4. La asociación diámetro - altura total para las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar y con fertilización foliar de 40 ml y 60 ml en una plantación del CIEFOR Puerto Almendra fue **excelente**.
5. El diámetro de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar y con fertilización foliar de 40 ml y 60 ml presentan diferencia estadística entre ellos, con 95 % de probabilidad de confianza.
6. La altura total de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar y con fertilización foliar de 40 ml y 60 ml presentaron diferencia estadística entre ellos, con 95 % de probabilidad de confianza.

VI. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados para obtener una excelente asociación entre diámetro y altura total en las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” sin fertilización foliar y con fertilización foliar de 40 ml y 60 ml en una plantación del CIEFOR Puerto Almendra se debe tener en cuenta al modelo alométrico **cubico**.
2. Teniendo en cuenta los resultados de la prueba de “F” con 95% de probabilidad de confianza con respecto al diámetro y altura total de las plantas que fueron diferentes estadísticamente entre ellos (plantas sin fertilización foliar, plantas con fertilización foliar 40 ml y plantas con fertilización foliar 60 ml) pero, considerando el promedio de cada grupo de plantas se recomienda aplicar fertilización foliar a las plantas de *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon” para obtener mejor crecimiento en diámetro y altura total.
3. Es necesario realizar otros estudios similares con las diferentes especies forestales considerando éstas u otras variables, para obtener nuevos conocimientos que ayuden a mejorar el manejo de las especies forestales y con ello aumentar el potencial del bosque amazónico.

CAPITULO VII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Álvarez, G. 2008. Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Postgrado. Tesis Magíster Scientiae en manejo y conservación de bosques naturales y biodiversidad. Turrialba, Costa Rica. 76 p.
- Arcos, A. y Papa, E. 2011. Cooperación al desarrollo y lucha contra el cambio climático: una estrategia de buenas prácticas en la Amazonía Ecuatoriana y en el Sahel Senegales. En: Hernando Bernal et alii, 2011 Bosques del Mundo Cambio climático y Amazonía. Cátedra/Unesco: 287-295 p
- Alves, L. F. y Santos F. A., 2002. Tree allometry and crown shape of four tree species in Atlantic rain forest, south-east Brazil. J. Trop. Ecol. 18. 245 – 260.
- Beiguelman, B., 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedade Brasileira de genética. Brasil. 231 p.
- Budowski, G., 1985. Aspectos ecológicos del bosque húmedo. La conservación como instrumento para el desarrollo. San José, Costa Rica. UNED/MAG/USAID/FPN. 269 -279.
- Canaquiri, Y. “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 para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. FCF - UNAP. Iquitos. 52 p.
- Corporación Ambiental Empresarial (CAEM). 2014. Crecimiento, biomasa acumulada y carbono capturado de 25 especies de árboles y arbustos

- nativos de la cordillera oriental Colombiana. Fundación Natura. Bogotá.
122p.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2013. Guía básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios. Chile. 1-93p.
- Burga, (1993). Determinación de la estructura total y por especie en tres tipos de bosques en Iquitos-Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad nacional de la Amazonía Peruana. 126 p.
- Chavez, R, J y Egoavil, R, A. 1991. Manual de viveros forestales, volantes Pucallpa - Perú. 81 p.
- Chavez, J. y Huaya, M. 1997. Manual de vivero forestal volante para la amazonia peruana. COTESU - CENFOR XIII. Pucallpa. Perú. 104 p.
- Davis, S. L. y Johnson, K. N., 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.
- Fernández, V.; Sotiropoulos, T. Y Brown, P. 2015. Fertilización Foliar: Principios Científicos y Práctica de Campo. Primera edición, versión revisada, IFA, Paris, Francia. 159 p.

- Finegan, 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Programa de producción y desarrollo agropecuario sostenido. Área de producción forestal y agroforestal. Proyecto silvicultura de bosques naturales. Turrialba, Costa Rica. 96 - 120
- Fontes, L. M., 1999. Padrões alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais. Allometric patterns for tropical pioneer tree species. *Scientia Forestalis* 55.79 - 87.
- Freitas, 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 para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales -UNAP - Iquitos. 52 p.
- Hawley, C. y M. Smith. 1972. Silvicultura práctica. Omega S.A. Barcelona. 544 p.
- Henry, H. A. y L. W. Aarssen. 1999 The interpretation of stem diameter-height allometry in trees: biomechanical constraints, neighbour effects or biased regression. *Ecol. Lett.* 2. 89 - 97 p.
- Hidalgo, W. J., 1982, Evaluación estructural de un bosque húmedo tropical en Perú, Requena. Tesis, Ing. For. UNAP. Iquitos, Perú. 146 p.
- Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), 2004. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del río Putumayo (PEDICP). Propuesta final de zonificación ecológica económica, sector: Mazan - El Estrecho, Iquitos - Perú. 255 - 398.
- Israel G. 2004. Conflict refers to the series of battles between Palestinian militants and the Israel Defense Forces. 49 p.
- King, D. A., 1990. Allometry of saplings and understory trees of a Panamanian forest. *Functional Ecol.* 4. 27 - 32.

- Loja, (2010). Potencial maderable de un bosque de colina baja del censo forestal de la comunidad nativa San Antonio, río Pintuyacu -Alto Nanay, Loreto, Perú . Borrador de tesis para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú. 54 p.
- López, A. J. L., 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. Borrador de Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 49 p.
- Malleux, J., 1982. Inventario forestal en bosques tropicales. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 414 p.
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA). 2005. Establecimiento y manejo de plantaciones forestales. Programa Socioambiental y Desarrollo Forestal. 1a ed. Managua: MARENA-POSAF II, 72 p.
- Murillo, R. G; Piedra, C. G Y León, M. R. G. 2013. Absorción de nutrientes a través de la hoja. *UNICIENCIA* Vol. 27, No. 1, [232-244].
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA - FAO. 2016. "Casos de Ejemplaridad de Manejo Forestal Sostenible en América Latina y el Caribe: en Chile, Costa Rica, Guatemala y Uruguay. Proyecto TCP/RLA/3404 (D). Chile. 246 p.

- Orozco, L. y Brumer, C. 2002. Medición y cálculo de bosque. Inventario forestal para bosques latifoliados en América Central. Serie técnica (CATIE) N° 50 Turrialba (Costa Rica). 35 -68.
- Ramírez, M. H. y Zepeda, M. B., 1994. "Rendimientos maderables de especies forestales; actualidades en México". In: IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. SF y de FS/INIFAP. México, D.F. s/p.
- Ruiz, L. 2019. "Predicción de la relación Altura total - diámetro en el crecimiento de las plantas de *Calycophyllum spruceanum* "capirona" en el CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú", Practica pre profesional, FCF - UNAP. 32 p.
- 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
- Swaine, M. D. y Whitmore, T. C., 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetation*. 75. 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.
- 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 para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales-UNAP. 90 p.
- Wabo, E. 2003. Inventarios forestales. Consultor forestal. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 23 p.
- 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

ANEXO

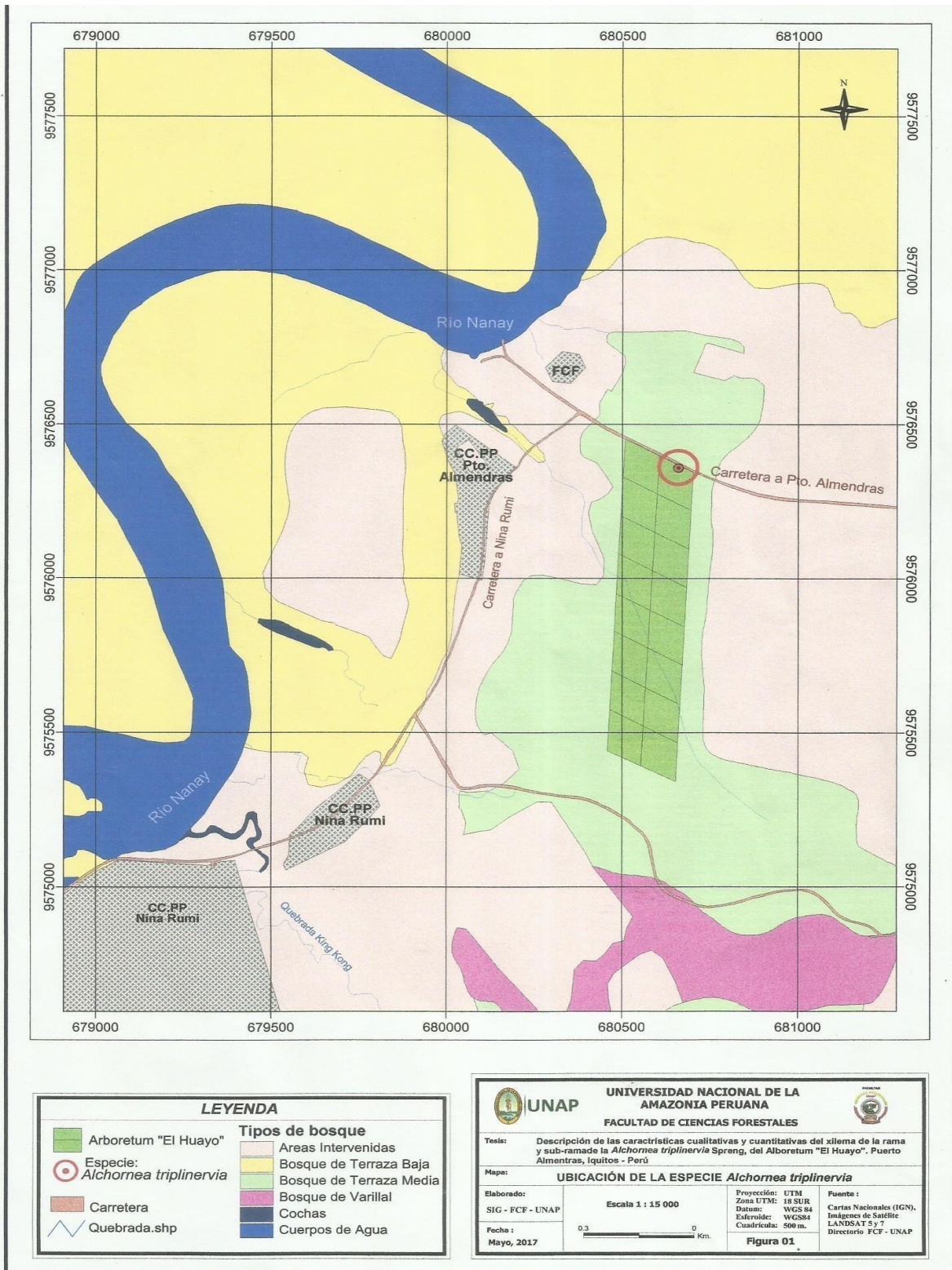


Figura 5: Mapa de ubicación del área de estudio.

Anexo 2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| Parcela | N° Planta | ESPECIE | D (mm) | H _T (cm) | OBSERVACIÓN |
|---------|-----------|---------|-----------|-------------------------|-------------|
| 1 | 1 | | | | |
| | | | | | |

Donde:

D = diámetro de la planta

H_T= altura total de la planta.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MANEJO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

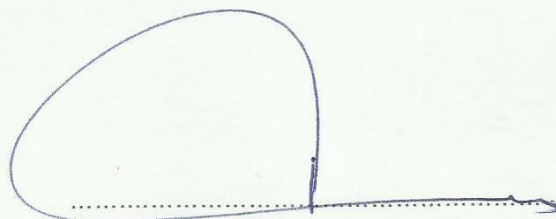
CONSENTIMIENTO INFORMATIVO

Mediante el presente documento, Yo, el Ing. **SEGUNDO CORDOVA HORNA**, M.Sc. Identificado con D.N.I. 05340338, DOCENTE Asociado a dedicación exclusiva, adscrito al Departamento Académico de Industrias Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, doy mi consentimiento y me comprometo a ser el **ASESOR**, desde el inicio hasta la culminación del **PLAN DE TRABAJO DE TESIS**, titulado "Asociación diámetro – altura total y su predicción en el crecimiento de las plantas de *Aspidosperma spruceanum* "quillobordon" en diferentes dosis de fertilización, Puerto Almendra, Loreto, Perú - 2019" del Bach. **ANTENOR DÍAZ NARVAEZ**, egresada de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP.

Así mismo, manifiesto que luego de haber elaborado conjuntamente con la Tesista el Plan de Tesis mencionado, **DOY MI CONFORMIDAD**, para que pueda ser presentado y continuar con la ejecución del trabajo de Tesis.

En Fé de lo manifestado, firmo el presente documento.

Iquitos, 08 de julio de 2019



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

Docente Asociado
Adscrito al DIF – UNAP