

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
FORESTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERA FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**



**“Crecimiento de plántulas de Castaña (*Bertholletia excelsa* Hum & Bonpl.) en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural”**

**Tesis presentada por:**

**Bachiller: GARCÍA LIPA, Celia**

**Para optar al Título Profesional de  
Ingeniera Forestal y Medio Ambiente**

**Asesor: Ing. M.Sc. Telésforo Vásquez  
Zavaleta**

**Co-Asesor: Ing. D.Sc. Ricardo Manuel  
Bardales Lozano**

**Puerto Maldonado - Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
FORESTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERA FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**



**“Crecimiento de plántulas de Castaña (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) en  
relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles  
cultivados y bosque natural”**

**Tesis presentada por:**

**Bachiller: GARCÍA LIPA, Celia**

**Para optar al Título Profesional de  
Ingeniera Forestal y Medio Ambiente**

**Asesor: Ing. M.Sc. Telésforo Vásquez  
Zavaleta**

**Co-Asesor: Ing. D.Sc. Ricardo Manuel  
Bardales Lozano**

**Puerto Maldonado - Perú**

**2018**

## DICATORIA

*A Dios por ser el ser  
supremo            quien  
gobierna y guía mi  
vida.*

*A Celia Lipa Gil mi  
mamita, por ser  
ejemplo de amor,  
lucha, dedicación y  
perseverancia.*

*A                    Amyr  
Alessandro  
Palomino García  
mi hijo, por ser mi  
motor, fuente de  
inspiración,  
alegría, ternura y  
amor.*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser el ente divino que hizo posible que se realice este proyecto de investigación.

A mi mamita, porque gracias a su esfuerzo, sacrificio y dedicación llego a realizarme en lo personal y profesionalmente; lo cual le estaré eternamente agradecida.

A Alexander Palomino De Los Ríos; por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo de investigación.

Al ing. Edgar Cusi Auca, por ser la persona quien me dio la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

Al Ing. M.Sc. Telésforo Vásquez Zavaleta; por asumir el cargo de asesor de este trabajo de investigación.

Al instituto de Investigación para la Amazonia Peruana (IIAP); por financiar completamente este trabajo de investigación y por prestar sus instalaciones.

Al Ing. D.Sc. Ricardo Manuel Bardales Lozano; por ser mi co-asesor, por asesorarme antes, durante y después de la ejecución de este trabajo de investigación.

Agradecimiento especial a las personas que me apoyaron en la ejecución de trabajo de campo: Juan Díaz Gaspar, Kelly Figueroa Condori, Edgar Bolivar Gil, Braulio Salas Ururo, Eusebio Vega Vitorino,

## **PRESENTACIÓN**

La actividad castañera de Madre de Dios es una de las principales actividades que realizan la mayoría de los pobladores; esta actividad consiste en la explotación de los frutos de castañas.

actual proyecto de investigación, aspira a contribuir con el conocimiento de nuevas técnicas en la producción de plantas de castaña en la Región Madre de Dios y donde se produzca dicha especie; sabiendo que por la distribución de las almendras en el pixidio se logre distinguir las semillas de calidad para una buena producción y también si tiene algo que ver en la producción de plantas la procedencia de los arboles semilleros ya sea de bosque natural o plantación, se hace todos estos estudios con el propósito de obtener una mayor producción de calidad de plantas de castaña que certifiquen planes de reforestación viables y asequibles para familias o empresas que se dedican a la explotación de frutos de castañas, o instituciones públicas o privadas, consintiendo además extender las poblaciones de castaña y favoreciendo a la preservación esta especie.

## RESUMEN

Este trabajo de investigación se ejecutó en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) filial Madre de Dios. En sus centros de Investigaciones los cuales tienen los nombres de Fitzcarrald y Roger Beuzeville Zumaeta.

Este proyecto” tuvo como finalidad la evaluación del crecimiento de plántulas de castaña (*Bertholletia excelsa* Hum. & Bonpl.) en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, la que nos lleva a tener como objetivo general determinar la distribución en el pixidio y la procedencia de la almendra de Castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) influyen en la germinación, crecimiento y calidad de plantas en plántulas en vivero.

El ensayo se hizo en una cama almaciguera que tuvo como sustrato arena de rio, en la cual se instaló el experimento para la evaluación del comportamiento de las semillas en la germinación y desarrollo de las plántulas, diseño completo al azar, con arreglo factorial 2 X 2 y 15 repeticiones conformado por 50 unidades.

Como resultado de la germinación se tuvo para el factor posición en el pixidio ( $p < 0,254$ ) y para el factor procedencias ( $p < 0,313$ ) de las almendras; para el crecimiento de las plántulas se tuvo en el factor posición en el pixidio ( $p < 0,656$ ) y en el factor procedencias ( $p < 0,220$ ), para los índices de calidad de plantas se tuvo como resultado, en el índice de lignificación para el factor posición en el pixidio ( $p < 0,254$ ) para el factor procedencias ( $p < 0,313$ ) de las almendras, para el índice de esbeltez sobre el factor Posición de las semillas en el pixidio, ( $p < 0,101$ ) y procedencia ( $p < 0,324$ ); para el índice de lignificación la posición ( $p < 0,181$ ) para el factor procedencia una diferencia no

significativa( $p < 0,731$ ). Índice de calidad de Dickson el factor posición de las semillas en el pixidio ( $p > 0,010$ ) y el factor procedencia ( $p < 0,271$ ).

En conclusión, la distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de castaña, no influyen en la germinación, crecimiento y los índices de esbeltez y lignificación; pero si influye en la calidad de Dickson influye en la calidad de plántulas en vivero, ya que las semillas en la posición basal son mejores producir plantas de castañas de calidad.

Palabras clave: *Bertholletia excelsa*, germinación, crecimiento, calidad de plantas.

## RESUMO

Este trabalho de pesquisa foi realizado no Instituto de Investigações da Amazônia Peruana (IIAP), Madre de Dios. Em seus centros de pesquisa que têm os nomes de Fitzcarrald e Roger Beuzeville Zumaeta.

Este projeto teve como objetivo avaliar o crescimento das plântulas (*Bertholletia excelsa* Hum. & Bonpl.) em relação à distribuição das amêndoas no pixídio em floresta plantado e floresta natural, o que nos leva a ter como objetivo geral determinar se a distribuição da amêndoa e origem pixídio de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl, influenciam a germinação, crescimento e qualidade de mudas em viveiro.

O teste foi realizado em sementeira que teve como substrato areia do rio, para avaliar o desempenho da germinação e o desenvolvimento de plântulas. Foi utilizado o edelineamento interamnte casualizado (DIC) noarranjo fatorial 2 x 2 (duas procedências x duas posições), com 15 repetições consistindo de 50 sementes cada.

Como resultado da germinação, tivemos o fator de posição no pixídio ( $p < 0,254$ ) e pelo fator de procedência ( $p < 0,313$ ) das amêndoas; para crescimento de plântulas foi levado para a posição pixidio fator ( $p < 0,656$ ) e o factor de procedência ( $p < 0,220$ ), de índices de qualidade de plantas são resultados do índice de lenhificação para factor de posição em pixídio ( $p < 0,254$ ) para as proveniências de factores ( $p < 0,313$ ) de amêndoas, para a taxa de esbeltez sobre as sementes fator posição em pixídio, ( $p < 0,101$ ) e a origem ( $p < 0,324$ ); para o índice de lignificação a posição ( $p < 0,181$ ) para o fator de origem uma diferença não significativa ( $p < 0,731$ ). Índice de qualidade de Dickson o fator de posição das sementes no pixídio ( $p > 0,010$ ) e o fator de procedência ( $p < 0,271$ ).

Em conclusão, a distribuição no pixídio e a procedência das amêndoas de castanha não influenciam a germinação, o crescimento e os índices de esbeltez e lignificação; mas influencia a qualidade de Dickson, influencia a qualidade das mudas no viveiro, já que as sementes na posição basal são melhores para produzir plantas de qualidade.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*, germinação, crescimento, qualidade de plantas.

## INTRODUCCIÓN

Madre de Dios es una región del Perú que tiene una superficie territorial de 7 840 271,00 ha de los cuales tiene 512 100,00 ha de superficie aptas y por para reforestar (MINAG-DGFFS, 2010). Como también de acuerdo a la estadística forestal, se producen anualmente un aproximado de cuatro millones de kilos de castaña pelada según el Ministerio de agricultura (MINAG-DGFFS, 2010), es por tal motivo que se considera una región una región donde se encuentra árboles de Castaña en poblaciones naturales suficientes para generar una actividad económica por la comercialización de la nuez.

Pero también existe la deforestación ilegal de castaña en esta región, ya que la madera de esta especie es bien cotizada en el mercado maderable; lo cual afecta enormemente la actividad castañera (conocida así comúnmente por sus pobladores). Es por esa razón que se empezó hace muchos años atrás con diversos proyectos de investigaciones en viveros acerca de esta especie para poder reforestar en áreas depredadas por la tala ilegal.

Continuando con los proyectos de investigación acerca de esta especie, con la visión de optimizar el crecimiento y desarrollo de los árboles para una producción de calidad; se hace este estudio queriendo garantizar el buen desarrollo y producción de la castaña.

## INDICE

I.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1.	Descripción del Problema .....	1
1.2.	Formulación del Problema .....	2
1.2.1.	Pregunta General: .....	2
1.2.2.	Preguntas específicas: .....	2
1.3.	Objetivos .....	2
1.3.1.	Objetivo general .....	2
1.3.2.	Objetivo Específicos .....	3
1.4.	Variables .....	3
1.4.1.	Variable Independientes .....	3
1.4.2.	Variable Dependientes .....	3
1.5.	Operacionalización de Variables .....	3
1.5.1.	Definición conceptual .....	3
1.5.2.	Definición Operacional .....	4
1.5.3.	Dimensiones .....	4
1.5.4.	Indicadores .....	4
	Parámetros morfológicos utilizados en la evaluación de plantas .....	4
1.5.5.	Índices de una variable .....	7
1.6.	Hipótesis .....	8
1.6.1.	Hipótesis general .....	8
1.6.2.	Hipótesis específicas .....	9
1.7.	Justificación e Importancia .....	9
II.	MARCO TEÓRICO .....	10
2.1.	Antecedentes de Estudios Realizados .....	10
2.2.	Marco Conceptual .....	13
2.2.1.	Descripción Botánica, ecológica y morfológica. ....	13
2.2.2.	Aspectos sobre propagación .....	15
2.2.3.	Manejo en bosques natural .....	19
2.3.	Definiciones conceptuales .....	20
III.	METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN .....	22
3.1.	Tipo de Estudio .....	22

3.1.1.	Tipo de Investigación .....	22
3.1.2.	Descripción del área de estudio .....	23
3.1.3.	Materiales, equipos y herramientas.....	24
3.2.	Diseño del Estudio.....	25
3.2.1.	Diseño Experimental .....	25
3.2.2.	Esquema o croquis mostrando la instalación del experimento.	26
3.3.	Población y Muestra .....	27
3.3.1.	Población .....	27
3.3.2.	Muestra .....	27
3.4.	Métodos y Técnica.....	27
3.4.1.	Procedimientos.....	27
3.5.	Tratamientos de Los Datos.....	30
3.5.1.	Levantamiento de datos de germinación y crecimiento de las plántulas .....	30
3.5.2.	Técnicas de análisis de datos .....	31
IV.	<b>RESULTADOS</b> .....	32
4.1	Análisis de la Germinación por efecto de posición y procedencia de las semillas .....	32
4.2	Análisis de crecimiento planta y tamaño de semillas por efecto de posición y procedencia de semillas.....	33
4.2.1	Numero de hojas .....	33
4.2.2	Altura de tallo y Longitud de raíz.....	35
4.2.3	Diámetro del Cuello del Tallo (DAC) .....	36
4.2.4	Diámetro de la Raíz (DAR).....	37
4.2.5	Biomasa fresca, seca y total .....	38
4.2.6	Diámetros de las semillas .....	40
4.3	Análisis de calidad de plántulas relacionados a la posición y procedencia de semillas .....	43
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	47
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	49

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01</b>	Mapa de ubicación de la estación experimental “Roger Beuzeville Zumaeta”.....	24
<b>Figura 02</b>	Diagrama de cajas para los efectos de la posición de la semilla en los pixidios de la castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.) y la procedencia en la germinación normal (A y B) y la germinación anormal (C y D). Prueba de Kruskal-Wallis para la germinación normal y de Tukey para la germinación anormal.....	33
<b>Figura 03</b>	Diagrama de cajas para los efectos del número de hojas en las plántulas de la castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio (A) y su procedencia (B) de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.....	34
<b>Figura 04</b>	Diagrama de cajas para los efectos de la altura del tallo (A y B) y la longitud de la raíz (C y D) de las plántulas de la castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.....	36
<b>Figura 05</b>	Diagrama de cajas para los efectos del diámetro del cuello del tallo (A y B) y el diámetro de la raíz (C y D) de las plántulas de la castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.....	38
<b>Figura 06</b>	Diagrama de cajas para los efectos de la biomasa fresca de la parte aérea (A y B) y radicular (C y D) de plántulas de la castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.), según	

la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.....39

**Figura 07** Diagrama de cajas para los efectos de la biomasa fresca total (A y B) y biomasa seca total (C y D) de las plántulas de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.....41

**Figura 08** Diagrama de cajas para los efectos de los diámetros de la semilla de las plántulas de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.....42

**Figura 09** Diagrama de cajas para los efectos de índice de esbeltez (Ay B), índice de lignificación (C y D), índice de calidad de Dickson (E y F) e interacción de biomasa seca de la parte aérea con biomasa seca de la parte radicular (Gy H) de las plántulas de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.....45

## I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del Problema

La castaña es la especie bandera de la región Madre de Dios, de la cual gran número de familias se benefician social y económicamente (MINAM 2014); de acuerdo a la estadística forestal, se producen anualmente aproximadamente cuatro millones de kilos de castaña pelada (MINAG-DGFFS 2010), observándose, que esta producción no aumenta, lo que da entender que la producción ha llegado a su tope. Pretender una mayor producción solo sería posible mediante plantaciones comerciales, para esto es necesario contar con tecnologías apropiadas que permitan lograr con éxito el desarrollo y productividad.

Dentro estas tecnologías, se considera de importancia la producción de plántones de calidad, lo que implica, a su vez, tener buenas semillas. En casos del cacao, se recomiendan utilizar las semillas centrales de la mazorca porque estas son de mejor calidad (tamaño y peso uniforme) (MINAGRI-DGFFS 2010), para el caso de la especie en estudio, se observa que las semillas mejor desarrolladas (en forma y tamaño) se encuentran en la base del pixidio, lo que existe la posibilidad que genere un plánton con desarrollo más vigoroso (Altura y Diámetro), como la que determino con semillas de *Cecropia obtusifolia* Bertol. (Tenorio, Galindo, Rodríguez y López 2008).

Precisamente, el presente estudio, tiene el propósito de evaluar si la calidad del plánton está influenciada por la posición de las semillas en el pixidio. Además, se requiere saber si la calidad de las mismas, también están afectados por la variabilidad genética y procedencia.

## 1.2. Formulación del Problema

A continuación, se plantea las preguntas de investigación:

### 1.2.1. Pregunta General:

¿Cuáles son los efectos de la distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de Castaña (*Bertholletia excelsa* Humb & Bonpl.) en la germinación, crecimiento y calidad de plantas en plántulas en vivero?.

### 1.2.2. Preguntas específicas:

- ¿Cuáles son los efectos de la distribución y la procedencia de las almendras de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) en la germinación de plántulas en vivero?
- ¿Cuáles son los efectos de la distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) en el crecimiento de plántulas en vivero?
- ¿Cuáles son los efectos de la distribución y la procedencia de las almendras de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) en la calidad de plantas de plántulas en vivero?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Determinar si la distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de Castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) influyen en la germinación, crecimiento y calidad de plantas en plántulas en vivero.

### 1.3.2. Objetivo Específicos

- Determinar si la distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) influyen en la germinación de plántulas en vivero.
- Evaluar la distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) influyen en el crecimiento de plántulas en vivero.
- Determinar si distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) influyen en la calidad de plantas de plántulas en vivero.

## 1.4. Variables

### 1.4.1. Variable Independientes

- Posición de las almendras en el pixidio.
- Procedencia de los árboles.

### 1.4.2. Variable Dependientes

El crecimiento de las plántulas de castaña.

## 1.5. Operacionalización de Variables

La Matriz de consistencia así como la operacionalización de variables (anexo n° 1 y 2) consiste en determinar el método a través del cual las variables serán medidas o analizadas. En la operacionalización de variables de esta investigación se tomó en cuenta a:

### 1.5.1. Definición conceptual

Compone una abstracción acoplada en palabras para facilitar su comprensión y su adecuación a los requerimientos prácticos de la investigación. A esta definición también se la suele denominar constitutiva, y da cuenta de la realidad a la que remiten las variables

analizadas. La adecuación de la conceptualización depende de su utilidad en la construcción de teorías para explicar los resultados de la investigación.

### **1.5.2. Definición Operacional**

Una definición operacional está constituida por una serie de procedimientos o indicaciones para realizar la medición de una variable definida conceptualmente (Kerlinger 1979). En la definición operacional se debe tener en cuenta que lo que se intenta es obtener la mayor información posible de la variable seleccionada, de modo que se capte su sentido y se adecue al contexto, y para ello se deberá hacer una cuidadosa revisión de la literatura disponible sobre el tema de investigación.

### **1.5.3. Dimensiones**

Las dimensiones vendrían a ser subvariables o variables con un nivel más cercano al indicador.

### **1.5.4. Indicadores**

Son aquellos elementos, que representan un indicio, señal o medida que permite estudiar o cuantificar una variable o sus dimensiones. Para esta investigación los indicadores serán los parámetros morfológicos.

#### **Parámetros morfológicos utilizados en la evaluación de plantas**

Los parámetros morfológicos son aquellos atributos físicos o visuales más fáciles de medir que las características fisiológicas, por lo cual, tradicionalmente, han sido utilizados para definir la calidad de las plántulas (González 1993).

En el proceso de producción de plantas se pueden identificar varios factores que afectan el desarrollo óptimo como son genética de las semillas (tamaño, variabilidad, germinación), características del sitio (clima, el suelo y fertilidad del vivero), métodos de producción de

las plántulas (raíz desnuda, contenedor), sustratos utilizados, época de siembra, espaciamiento y duración del período de crecimiento, edad de las plántulas, época de extracción, control de malezas y control fitosanitario (Strauch 2001).

La calidad de las plántulas puede ser evaluada utilizando varias técnicas o procedimientos, con la finalidad de predecir la supervivencia y crecimiento de estas.

Entre los indicadores de calidad, comúnmente usados, se encuentran el diámetro del cuello, altura o largo del tallo y raíz, peso seco aéreo y radicular (González 1993).

### **Altura del tallo y raíz**

La altura del tallo, se mide en centímetros e inicia desde el cuello de la planta (justo encima del sustrato) hasta la base de su ápice.

La altura es la respuesta de la cantidad de hojas, y se encuentra altamente correlacionado con la capacidad fotosintética y con el área de transpiración de las plántulas. En la predicción de calidad esto podría sugerir una buena correlación con el crecimiento, pero una impredecible relación con la supervivencia, especialmente en sitios secos (González 1993)

### **Diámetro del cuello**

El diámetro de cuello (DAC), es la medida tomada a nivel del cuello definida en milímetros, y se define como la zona donde se produce una clara diferenciación del color entre el tallo y la raíz, generalmente se utilizan equipos de precisión para la obtención de la medida.

### **Relación diámetro del cuello/altura**

Es la medida obtenida del cociente entre el diámetro del cuello (DAC) en mm y la longitud de la raíz (LR) en cm. Es una relación de

gran valor para la corrección del tamaño de las plántulas y la predicción de supervivencia en campo definitivo siendo de mucha importancia para determinar el momento cuando las plántulas comienzan a alargarse y pierden el balance (González 1993).

Un valor adecuado de la relación DAC/Altura para que las plantas sean llevadas a campo definitivo es de 1:66, lo que permite obtener relaciones más estrechas y con ello plantas de mejor calidad (Strauch 2001). Sin embargo, la determinación del peso radicular puede acarrear problemas en su determinación, pues no es un buen indicador para proveer de aguas y nutrientes a la plántula (González 1993).

### **Peso seco del tallo y raíz**

Este parámetro se usa básicamente para evaluar un lote de plantas y no en forma individual y sus valores nos permiten calcular índices de calidad y la relación tallo/raíz (González 1993).

Muchas especies presentan alta correlación entre el peso seco y el diámetro del tallo por lo que se relacionan fuertemente con la supervivencia y crecimiento de las plántulas en campo. La plántula de mayor peso podría considerarse de mayor calidad para producir el mayor crecimiento, siempre que se mantenga un balance entre el diámetro del tallo y el volumen de las raíces (González 1993).

### **Relación Peso seco tallo/Raíz**

Esta medida se obtiene mediante el cociente entre el peso seco del tallo (PST) en g y el peso seco de la raíz (PSR) en g. Esta relación es importante pues la cantidad de biomasa refleja el desarrollo de la planta en vivero. Para demostrar que la parte aérea es igual al radicular el valor debería acercarse a 1, si la biomasa radicular sería mayor entonces el valor de la relación sería menor a 1, y este valor sería mayor si por el contrario la biomasa aérea también lo fuera (Rodríguez 2008), de tal manera que el valor ideal

deberá estar entre 1,5 y 2,5, si los valores fueran mayores, indica desproporción y deficiencia radical para proveer energía a la parte aérea de la planta, entonces este valor no debe ser mayor de 12 principalmente cuando la precipitación es escasa (Thompson 1984).

#### 1.5.5. Índices de una variable

Son síntesis de los indicadores a los que se dan pesos y valor. En este estudio serán tomados como índices (número, porcentaje, centímetros y milímetros).

Se conocen varios índices morfológicos para evaluar calidad de las plantas, los cuales utilizan las variables que permiten medir la capacidad de respuesta o desarrollo de las plantas bajo singulares.

##### - Índice de Lignificación

Es el porcentaje de peso seco con relación al contenido de agua en las plantas (1).

$$IL = \frac{MTS}{MT} \times 100 \quad (1)$$

IL= índice de lignificación

MTS= Masa total seca

MT= masa total fresca

##### - Índice de Esbeltez

También denominado índice de Schmidt Vogt (Schmidt 1980), este índice combina los parámetros morfológicos de diámetro del cuello de la raíz y la altura del tallo con valores arbitrarios definidos para tal fin. El valor adecuado de referencia para el pino ponderosa es de 1 (Dengler et al. 1990).

Este índice es considerado como la medida más útil para evaluar la calidad de las plántulas y un buen indicador de la

habilidad que éstas poseen para soportar daños físicos (González 1993), de acuerdo a Orozco-Gutiérrez et al. (2010) el Índice de esbeltez se estima con la formula (2):

$$Ie = \frac{A}{D} \quad (2)$$

Ie = Índice de Esbeltez

A = altura de plántula en cm.

D=Diámetro de la plántula en mm.

#### - Índice de calidad de Dickson.

Ninguna de las características podría, por si solas, describir la calidad de planta, por ello se desarrolló un índice de calidad que permita evaluar en mejor grado las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra y lograr predecir el comportamiento en campo definitivo (Dickson et al. 1960).

Este índice resulta del cociente entre el peso seco total de la planta y la suma de las relaciones largo del tallo/diámetro del cuello y peso seco tallo/peso seco raíz (3), ha sido utilizado exitosamente para seleccionar las plántulas que se van a plantar de las no que se plantaran y también, para reflejar el éxito de la plantación de varios tipos de material (González 1993). De acuerdo a la calidad de planta, esta se definirá por la sobrevivencia y crecimiento inicial que tengan en terreno definitivo. Sin embargo, al no tener resultados, teóricamente los valores más altos de índice de Dickson deberían ser los mejores (Escobar 1990).

$$ICD = \frac{\text{Peso total de la Planta (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la Raíz (mm)} + \frac{\text{Peso seco parte Aerea}}{\text{Peso seco de Raíz}}} \quad . (3)$$

## 1.6. Hipótesis

### 1.6.1. Hipótesis general

La distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de Castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) influyen en la germinación, crecimiento y calidad de plantas en plántulas en vivero.

#### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- La distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) influyen en la germinación de plántulas en vivero.
- La distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) influyen en la germinación de plántulas en vivero.
- La distribución en el pixidio y la procedencia de las almendras de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) influyen en la calidad de plántulas en vivero.

### **1.7. Justificación e Importancia**

En Madre de Dios, existen 512 100 hectáreas aptas para la reforestación (MINAGRI-DGFFS 2010), donde se podría hacer plantaciones comerciales de Castaña y así en el tiempo poder incrementar la producción de esta nuez que se exporta significativamente.

Los resultados que se obtengan del presente estudio, contribuirá, con tecnología de manejo de semillas y producción de plantones de calidad, que permitan lograr plantaciones exitosas.

Asimismo, permitirá contribuir al conocimiento técnico-científico, de cómo obtener semillas de calidad para la propagación. También, la información resultante será fuente básica para posteriores investigaciones en trabajos de pre-mejoramiento y mejoramiento genético de la especie, permitiendo a mediano plazo la selección de individuos con mayor resiliencia a nuevos eventos del cambio climático.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de Estudios Realizados

Arteaga (2007) analizó la variabilidad intraespecífica del tamaño de las semillas de *Vismia glaziovii* Ruhl y su posible efecto sobre la velocidad de germinación y el tamaño de las plántulas. *glaziovii* Ruhl y su posible efecto sobre la velocidad de germinación y el tamaño de las plántulas. *glaziovii* Los resultados muestran que el tamaño de las semillas no varía significativamente entre árboles de las que provenían, pero la variación del tamaño de semilla entre los frutos de cada árbol sí es significativa. También, el tamaño de la semilla no influye sobre la velocidad de germinación ni sobre el tamaño de las plántulas.

Della (2017) hizo un trabajo de investigación donde su objetivo del estudio fue evaluar la uniformidad de la germinación de las semillas y el desarrollo inicial de progenies procedentes de diferentes árboles de castaña. Para ello, se recogieron 98 frutos provenientes de nueve matrices. Las semillas de estos frutos fueron plantadas en cajas de arena, y evaluados el número de días para la germinación, el diámetro del colecta y la altura de la planta, siendo las dos últimas características evaluadas cuatro semanas después la germinación. Las progenies presentaron una germinación lenta y desuniforme, El método de agrupación dividió las progenies en 27 grupos, demostrando gran variabilidad y desuniformidad, donde progenies procedentes de semillas de un mismo árbol matriz se asignaron en grupos distinta. Los progenies oriundos de un mismo árbol matriz presentaron diferencias en el número de días para la germinación y el desarrollo inicial, demostrando que recolectar semillas de una el mismo árbol no garantiza la homogeneidad de la germinación y el desarrollo inicial de las plantas.

Ramos (2018), realizó un trabajo investigación con objetivo principal de evaluar los efectos de los diferentes regímenes de perturbación de los bosques en la calidad de sus semillas y el vigor de las plántulas de la especie castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), Para ello se evaluaron 5 tipos de bosques de castaña con 5 diferentes estados de degradación, para tal fin se colectaron semillas de 150 cocos a razón de 30 árboles por bosque de los cuales se colectaron cinco pixidios por cada uno de los árboles. Para las mediciones de morfología se tomaron al azar tres semillas por pixidio, para la prueba de viabilidad y vigor se pusieron a germinar las semillas sin testa de 15 pixidios por repetición tomadas al azar, con cuatro repeticiones por tipo de bosque que fueron evaluados a los 120 días de haber germinado. Los resultados mostraron que los diferentes grados de intervención antrópica en los bosques con castaña, si influyen en la calidad de las semillas, siendo las variables de longitud, diámetro y peso de semillas superior a los de bosques con conservación y SAF que los de bosque prístino, Asimismo existen diferencias morfológicas entre arboles dentro un mismo bosque, pero no existió variaciones en la germinación normal y anormal de las semillas sin embargo si existió variación en el desarrollo de las plántulas (longitud de raíz, altura de plántula y numero de hojas por plántulas) por tipo de bosque siendo el bosque con tala superior en todas las variables de desarrollo de las plántulas.

García (2002); realizó una investigación con objetivo de evaluar el desarrollo en altura, diámetro, supervivencia y el estado fitosanitario de la plantación de *Pinus pseudostrobus* Lindl., y *P. greggii* Engelm., con dos espaciamientos: 2,5 x 2,5 y 3,5 x 2,0 m, utilizó un diseño de parcelas divididas. Los resultados a 11 años no indicaron diferencias significativas para la altura, diámetro, especies, ni entre espaciamientos. En supervivencia se detectaron diferencias significativas entre especies y no entre espaciamientos. Los promedios de altura, diámetro, supervivencia y por espaciamiento respectivamente fue: *P. pseudostrobus* con 2,5 x 2,5 m presentó 11,13 m, 20,0 cm y 57%; en 3,5 x 2,0 m, 11,29 m, 20,6 cm y 58%; mientras que *P. greggii* en 2,5 x 2,5 m,

mostró 11,28 m, 2,5 cm y 54,5%; en 3,5 x 2,0 m, logró 10.81 m, 20.4 cm. Se concluye que las especies se comportaron igual en los dos espaciamientos, no se presentó ningún efecto significativo en la densidad para la altura y diámetro. El estado fitosanitario de la plantación fue sano en un 95.12% y un 4.88% fue afectado por la mariposa resinera (*Dioryctria* sp.) cuyos daños no provocaron la muerte del arbolado.

Tenorio, Rodríguez, y López (2008); estudiaron el efecto de tamaño y color de la semilla de *Cecropia obtusifolia* Bertol en su germinación. Hubo dos tamaños: semillas chicas (1,3 mm longitud) y grandes (1,7 mm longitud); tres colores de la cubierta seminal: negro, café claro y café oscuro; dos temperaturas en cámara de ambiente controlado: 30 °C en el día y 25 °C en la noche, 25 °C en el día y 20 °C en la noche. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con los bloques anidados dentro del factor temperatura. El color y el tamaño influyeron significativamente ( $p < 0,05$ ) en la capacidad germinativa, al igual que las interacciones temperatura x color, tamaño x color, y la interacción triple: temperatura x tamaño x color. Las semillas grandes germinaron casi el doble que las pequeñas; las de color café oscuro germinaron bien en ambos regímenes de temperatura. Con temperatura alta la mayor germinación fue en semillas grandes color café claro; con temperatura baja, las semillas grandes color café oscuro germinaron más. Así, las variantes en tamaño y color de las semillas les permiten germinar en distintas condiciones ambientales.

Cusi (2013) informa que el sustrato donde se obtuvo la mejor respuesta de los parámetros e índices morfológicos en la producción de plantas de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) en tubetes fue el sustrato 1 (Bagazo de caña-Carbón de cascarilla de arroz-arena en la proporción 3-2-1), seguido del sustrato 2, 4 y 9. No existe correlación entre las propiedades físicas de los sustratos y el Índice de Dickson.

## 2.2. Marco Conceptual

### 2.2.1. Descripción Botánica, ecológica y morfológica.

#### Taxonomía de la castaña

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Lecythidales
Familia	: Lecythidaceae
Género	: <i>Bertholletia</i>
Especie	: <i>B. excelsa</i> (Humb. & Bonpl.)

El nombre genérico fue dado en homenaje al célebre químico francés Claudie Luis Berthollet (1749-1822), mientras que el epíteto específico *excelsa*, se refiere a la majestuosidad de su hábito con que se destaca sobre las copas de los otros árboles del bosque (Arias y Rondón 2010).

#### ***Bertholletia excelsa***

*Bertholletia excelsa* (Humb. & Bonpl.) comúnmente conocido como nuez de Brasil, Nuez del Pará, Castaña amazónica, Castaña del Brasil, Árbol de la castaña, Castaña, Almendra, Castaño. Es una especie originaria del sur este de la Amazonía, distribuida en la cuenca amazónica en Bolivia, Perú, Brasil, Colombia, Venezuela, Surinam y Guyana. En el Perú se encuentra en Selva Baja, en estado natural en el departamento de Madre de Dios, en el que existe grandes extensiones cultivadas y, en pequeñas extensiones, en Loreto y Ucayali (Corvera 2007).

El árbol que produce la nuez del mismo nombre, es la única especie del género *Bertholletia*. Se encuentra como árboles dispersos

o en grupos hasta de 100, sobre suelos bien drenados en grandes bosques de las cuencas de los ríos Amazonas, Negro y Orinoco. Es un árbol grande que alcanza entre 30 y 50 m de altura. El tronco tiene de 1 a 2 m de diámetro. Puede vivir por 500 años o más. En la Amazonía peruana se han encontrado árboles de hasta 1200 años de antigüedad. El tronco es recto y no ramificado hasta la mitad de su altura, pero con una corona inesperada de ramas grandes sobre el pabellón de los otros árboles circundantes. La corteza es grisácea y lisa.

Las hojas presentan un pecíolo de 3 a 5 cm de largo, acanalado y cubierto de fino tomento y un limbo grande de 25 a 37 cm de largo por 8 a 15 cm de ancho, de color verde brillante en el haz y verde pálido en el envés; la nervadura central es muy prominente en la cara inferior o envés; Presenta una flor completa, hermafrodita, en forma de capuchón de color amarillo cremoso, subsésiles, con tres bractéolas en la base, 2 o 3 sépalos, caducifolia y de constitución floral zigomorfa (de simetría bilateral) Cuculiza (citado por Arias y Rondón 2010).

Sus flores sólo se pueden polinizar mediante la acción de insectos lo suficientemente fuertes como para abatir las fuertes lígulas de las flores y tener acceso al polen y al néctar que éstas producen. Las abejas *Eulaema mocsaryi* y *Xylocopa frontalis* son los principales polinizadores de esta planta (Motta Maués 2002; Cavalcante et al. 2012). Otros visitantes florales son *Xylocopa aurulenta*, *Epicharis rustica*, *Euthynnus affinis*, *Centris similis*, *Eulaema nigrita*, *Escolopendra cingulata*, *Bombus brevivillus* y *Bulinus transversalis* (Motta Maués 2002).

El fruto tarda 14 meses en madurar tras la polinización de las flores, y alcanza entre 10 y 15 cm de diámetro y 1 a 2 kg de peso, con cáscara leñosa de 8 a 12 mm de grosor. En el interior contiene 8 a 24 semillas en forma de media luna, de 4 a 5 cm de largo. Un árbol maduro puede dar entre 200 y 400 frutos.

## **Morfología**

**Altura:** El árbol de la castaña es muy alto, pudiendo medir de 30 a 50 m de altura.

**Tiempo de vida:** Pueden llegar a vivir por 500 años o más. En la Amazonía peruana se han encontrado árboles de hasta 800 a 1 200 años de antigüedad.

**Tronco:** El fuste del árbol de castaña cilíndrico, liso y desprovisto de ramas hasta la copa, cuyo diámetro varía entre 1 y 2,5 metros. El tronco es recto y no ramificado hasta la mitad de su altura, pero con una corona inesperada de ramas grandes sobre el pabellón de los otros árboles circundantes. La corteza es grisácea y lisa.

**Hojas:** Las hojas son simples, alternas, cóncavas, de color verde oscuro a verde amarillento, con una longitud de 17 a 50 cm y un ancho de 6 a 15 cm.

**Flores:** La castaña presenta una inflorescencia en racimos terminales de 20 a 40 cm de largo, y flores de color blanco cremoso o amarillento, de 2 a 3 cm de diámetro.

**Frutos:** El fruto es una cápsula de forma globosa o esférica, presenta una corteza dura y leñosa, mide de 9 a 15 cm de diámetro y pesa entre 0,5 y 1,5 kg. Un árbol maduro puede dar entre 200 y 400 frutos.

**Semillas:** Dentro del fruto hay entre 10 y 25 semillas, de 3 a 5 cm de largo y 4 a 10 gramos de peso. Las semillas de castaña tienen una cubierta rugosa, dura y leñosa, y en su interior una almendra de color blanquecino envuelta en una epidermis marrón. Aunque la producción de un árbol de castaña es muy variable, se estima que puede dar de 100 a 120 kilos de semillas.

### **2.2.2. Aspectos sobre propagación**

#### **Propagación Seminífera**

Por semillas si las orquídeas y las abejas están presentes, el fruto toma 14 meses para madurarse después de la polinización de las flores, y alcanza entre 10 y 15 cm de diámetro y 1 a 2 kg de peso, con cáscara leñosa de 8 a 12 mm de grosor. En el interior contiene 8

a 24 semillas de forma de media luna, de 4 a 5 cm de largo. Un árbol maduro puede dar entre 200 y 400 frutos. La recolección en la región amazónica se realiza normalmente de noviembre a abril, cuando ocurren algunas variaciones en función de las condiciones ecológicas. Se recolectan cocos caídos ya maduros, y se almacenan para posteriormente retirar las almendras. Muchas veces los cocos son abiertos en el propio castañal donde las semillas son transportadas al campamento para ser oreadas en secadores rústicos para luego ser transportadas y almacenadas en galpones o barracas para su posterior comercialización (Geiulfus 1994).

La castaña seleccionada debe ser estratificada en cajas de madera conteniendo capas intercaladas de arena y aserrín; de esta manera la semilla se preservará en buen estado. Después del descascarado es necesario hacer una selección de las almendras, desechando todas aquellas que presentan rajaduras, golpes o daños y también las podridas, las que tengan puntos negritos y las que no presenten las características de tamaño y forma adecuada. Para prevenir el ataque de roedores y hormigas es necesario la construcción de germinadores o sementeras de madera, a un metro por encima del suelo. Una vez preparadas las semillas (sin cáscara) y el sustrato de los germinadores, se procede a la siembra para evitar la deshidratación o pérdida de humedad de la semilla. Para ello, primeramente, es conveniente regar el sustrato con bastante agua; luego se procede a abrir hoyos de 2 cm de diámetro y 5 cm de profundidad, la disposición de los hoyos en el sustrato debe hacerse de manera tal que permita aprovechar al máximo el área del germinador. Se recomienda hacer los hoyos a una distancia de 4 cm de hoyo a hoyo (sobre la línea y de 2 cm de línea, intercalando los hoyos en los espacios de la línea anterior, de esta manera se logrará una densidad de siembra de 1 200 semillas/m<sup>2</sup>. El mejor sustrato para la germinación es la arena pura lavada (sin lodo); la arena es un material que no ocurre descomposición de sus elementos y no hay mucha proliferación de patógenos que pueden causar pudrición

de las semillas y mejor aireación. Además, este sustrato no se compacta, y permite que las plántulas puedan ser retiradas sin dañar su sistema radicular (Geiulfus 1994).

Se debe evitar el uso de materia orgánica fresca, ya que puede causar fermentación y consecuentemente aumento de hongos. Se ha comprobado que las semillas de castaña sin cáscara son susceptibles al ataque de patógenos; por ello, es conveniente esterilizar el sustrato mediante desinfección en base a productos químicos, como basamid, formol, aldehído, bromuro de metilo, etc., con agua hervida. Los medios de desinfección más usuales son el basamid y el agua hirviente. El basamid es de fácil manipulación, el cual permite que no se corran riesgos de intoxicación durante la desinfección del sustrato. Su aplicación debe hacerse por lo menos una semana antes de la siembra, distribuyendo el producto en la superficie, procediéndose luego a regar la almaciguera y cubrirla con un plástico; después se remueve el sustrato y se riega nuevamente para eliminar completamente los residuos tóxicos que pudiesen quedar (Geiulfus 1994).

El agua caliente cuando se utiliza en la desinfección del sustrato del almacigo, es necesario hacerlo 24 horas antes de la siembra; regando todo el sustrato, para lo cual debe usarse una regadera u otro recipiente. Las semillas de castaña contienen un elevado porcentaje de aceite, la cual las hace susceptibles al ataque de hongos, por lo que es necesario que además del sustrato se desinfecten las semillas. Aunque a nivel regional no se ha determinado cual es el funguicida apropiado para la desinfección de las almendras, se recomienda el uso de Benomyl (benlate) por ser un producto de amplio espectro. La solución deber ser preparada en una concentración del 0,03%, es decir, 3 gramos de benlate por cada litro de agua. Las semillas deben permanecer completamente inmersas en esta solución por un periodo de 90 minutos, debiendo agitarse periódicamente el caldo fúngico para evitar la

sedimentación del producto (Muller et al. 1989). Para pelar las semillas, éstas se ponen en remojo durante tres días en agua; después se rompe con una prensa la cáscara sin quitarla, luego se retira la cáscara con un alicate pico de loro; las semillas se tratan con funguicida y se colocan en la cama de almácigo previamente desinfectado (Geiulfus 1994).

### **Propagación Vegetativa**

La castaña es una planta halógama, es decir de alta variabilidad genética, lo que se aprecia en muchas características fenotípicas, como, por ejemplo, diferencias en los rendimientos. También es muy variable en la forma y tamaño del fruto, el tamaño de las semillas o almendras, y la forma de copa. En cuanto a la precocidad productiva, hay plantas precoces o muy precoces y otras tardías o muy tardías. Es por ello, que la única manera de perpetuar una castaña productora es a través de la multiplicación vegetativa y una de las modalidades, para el caso de la castaña, sería el injerto como una práctica de ejecución más fácil (Pinheiro 1968).

En Brasil se tienen algunos avances sobre este tipo de propagación, por ejemplo; en el proceso de obtener porta injerto (patrón) para la castaña, los primeros trabajos que se realizaron consistieron en evaluar la viabilidad de enraizamiento de estacas leñosas y herbáceas, con tratamientos hormonales de las especies: matamatá (*Eschweillwera amara* Hub.); castaña de macao (*Couropita guianensis* Aubl.); geniparana (*Gustavia augusta* L.); jarana (*Holopyxidium jarana* (Hub) Ducke); sapacala (*Lecythis usitata* Miers) y churo (*Allontoma lineada* (Berg) Miers). Quien mostró mejor resultado fue la geniparana que enraiza fácilmente con un porcentaje de 100 % de eficiencia (Müller et al. 1980). Es por ello, que en Perú se están realizando ensayos de propagación asexual como son el injerto con clones brasileños y regionales establecidos en huertos clonales; los clones regionales han sido obtenidos de árboles de alta productividad (Arias 2001) y la propagación por

estacas y esquejes están en proceso de investigación (Arias 2001; 2002).

### **2.2.3. Manejo en bosques natural**

El manejo que se realiza para esta especie es de forma tradicional. La actividad castañera se basa exclusivamente en la recolección de frutos llamados localmente cocos. La regeneración natural es rara en algunas áreas y su causa posiblemente se deba a los tipos de bosques y su disponibilidad de iluminación, ya que esta es mayor en los barbechos o ambientes de descanso que en el bosque maduro, en comparación con la luz del sol durante las horas pico (Costa et al. 2009).

También los efectos antropógenos han influido en la calidad de la regeneración natural de *B. excelsa*, como el caso estudiado por Guariguata et al. (2009) en el norte de Bolivia, cuando determinaron los daños causados a los árboles durante la explotación selectiva de madera. Estos autores encontraron que, con una baja intensidad de la explotación, calculada en el orden de los 0,5 árboles por hectárea y 5 metros cúbicos de madera por hectárea, el daño predominante sufrido por los árboles jóvenes era la pérdida de la copa la cual representaba el 50 % de todos los daños causados. Asimismo, se tiene información que en Brasil (Serra Norte, Carajás) se observó la presencia de regeneración en las márgenes de la carretera, en Itacaiúnas concentradas principalmente en lugares donde solo había sufrido un corte profundo durante la construcción de la carretera. En la verificación más detallada se observó que las plantas provenían de brotación de raíces (Ferreira y De Araujo 1986).

En Perú, Ortiz (1991) entre 6-7 meses de inventario de regeneración natural solo encontró una planta de 1m de altura en una superficie de 100ha. Por lo tanto, estaríamos hablando que la castaña es una especie “pionera longeva” según diría Lampretech, ya que sería

una especie que no tiene individuos en los estratos inferiores. Wadt et al.(2005) realizaron un censo de 560 árboles en 420 ha, mayores o iguales a 10 cm de DAP, encontrando una densidad de 135 árboles por hectárea y un índice de agregación de 0,77, lo que indica una tendencia mucho mayor hacia la aleatoriedad que cualquiera de agregación o uniformidad. Actualmente, grandes áreas de *Bertholletia excelsa* están siendo presionadas por parte de las actividades agropecuarias las cuales minimizan la capacidad productiva de los árboles de castaños. La dependencia de polinizadores en una gran variedad de especies de plantas en los bosques, incluyendo orquídeas, como fuente alimenticia y también para la recolección de señales químicas importantes para su reproducción, ha sido postulada como una barrera para el establecimiento de cultivos fuera de los bosques. De cualquier forma, es posible obtener cosechas adecuadas de esta especie si se tienen suelos apropiados y un clima relativamente estable. Kainer et al. (2007) sugieren que la productividad a nivel de árboles individuales podría incrementarse mediante la corta de bejucos y lianas.

En el bosque natural los árboles tardan entre 12-16 años antes de fructificar y tienen una producción máxima entre los 25-30 años. Por su parte, los árboles cultivados pueden comenzar la producción de semillas después de 8 años. En un buen año se pueden coleccionar entre 100-120 kg de semillas de un solo árbol (Wickens 1995).

### 2.3. Definiciones conceptuales

- ✓ **Camas de almacigo:** Es el lugar en donde se van a sembrar las semillas, por lo cual debe poseer un sustrato cómodo para la germinación y posterior retiro de estas para el repique (Bosque Naturales 2011).
- ✓ **Germinación:** Es el proceso mediante el cual un embrión se desarrolla hasta convertirse en una planta. Es un proceso que se

lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe.

- ✓ **Malla de cobertura:** Las mallas tejidas están hechas de hilos o de cintas de láminas de plástico, procesadas para tener el espesor y la resistencia deseados, las cuales son posteriormente tejidas para formar las mallas. Estas mallas se utilizan principalmente para el sombreado y para la protección mecánica de los diferentes cultivos.
- ✓ **Tallo:** Eje principal de la planta, del que se derivan y desarrollan las yemas y brotes.
- ✓ **Testa:** Es la más externa de las dos capas que constituyen el epispermo o tegumento que rodea a la semilla de las plantas espermatofitas. La capa más interna se denomina tegmen. La testa deriva de uno de los tegumentos del óvulo: la primina. Su función es la de proteger a la semilla del medio ambiente.
- ✓ **Semilla:** Es el óvulo fecundado, transformado y maduro. Constituye el órgano de dispersión y perpetuación de las angiospermas y representa la culminación de la evolución reproductiva de las plantas (Courtis 2013).
- ✓ **Sustrato:** Es el elemento o conjunto de elementos sobre los que las plantas sitúan sus raíces, sirviendo de elemento estabilizador y encaje en la tierra y como almacén de nutrientes.
- ✓ **Variable:** Investigación de cualquier proceso de indagación o experimento científico son factores que pueden ser manipulados y medidos.
- ✓ **Vivero:** Es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. Como la producción de material vegetativo en estos sitios constituye el mejor medio para seleccionar Producir y propagar masivamente especies útiles al hombre.

### **III. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Estudio**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

De acuerdo al nivel es de tipo comparativo, porque comparó, resultados de dos posiciones y dos tipos de bosques

De acuerdo al diseño, fue experimental

De acuerdo al propósito, fue aplicado y

De acuerdo al periodo temporal fue transversal (Reyes, Carlos 2002)

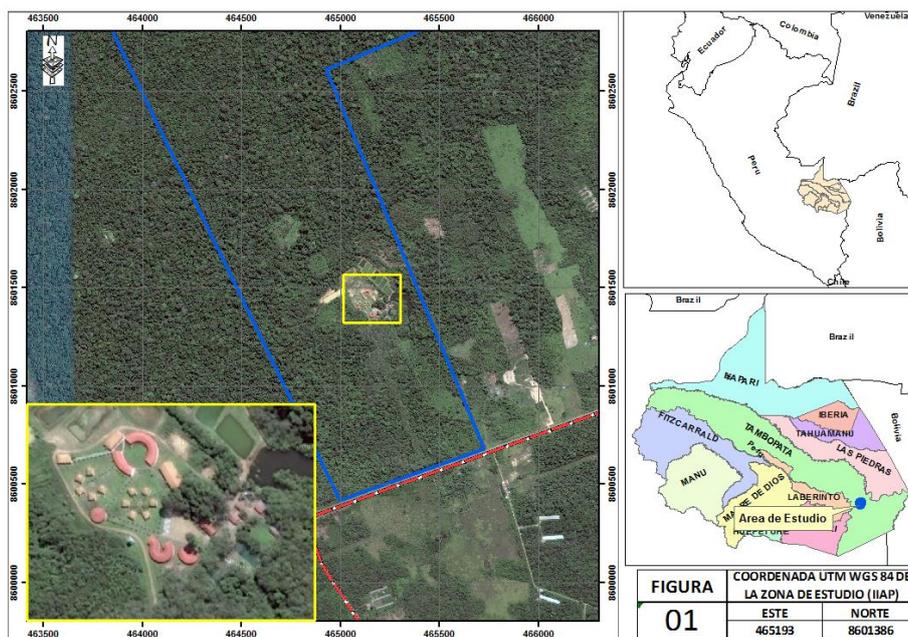
### 3.1.2. Descripción del área de estudio

El estudio se desarrolló en las instalaciones del Centro Experimental Acuícola y Agroforestal “Roger Beuzeville Zumaeta”, en la cual tiene instalado un vivero de producción de plantas agroforestales con capacidad para producir 100 000 plantas, las cuales, son producidas de manera convencional semi-tecnificada.

Las coordenadas de ubicación del vivero según la posición geográfica son: Coordenada Este 465 730; Coordenada Norte 8 600 061, altitud 236 msnm, ubicado en el corredor interoceánico 19,5 km, sentido Puerto Maldonado-Cusco, Tambopata, Región de Madre de Dios (Figura 01).

La región se caracteriza por presentar dos estaciones bien definidas: la húmeda, que se presenta desde los meses de noviembre hasta abril, caracterizada por la presencia de fuertes precipitaciones y altas temperaturas, y la estación seca que se caracteriza por la ausencia de lluvias y temperaturas más bajas, que se presentan desde los meses de mayo hasta octubre. Según Holdridge (1967), esta zona de vida se clasifica como Bosque Húmedo Subtropical.

La Región posee una precipitación promedio de 1 986 mm/año, temperatura media anual de 25 °C y una humedad relativa de 80% (Corvera y Cusi 2012).



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la estación experimental “Roger Beuzeville Zumaeta”.

### 3.1.3. Materiales, equipos y herramientas

#### ➤ Materiales:

- Semillas de castaña de 15 árboles de una población natural y 15 de cultivados en el C. I. Fitzcarrald en la modalidad de Sistemas Agroforestales (SAFs) plantados en 1992. De los 30 individuos se colectaron un número promedio de 50 cocos por árbol, con el objetivo de obtener y garantizar la colecta de un promedio de 150 semillas por individuo.
- Desinfectantes: Fungicida e insecticidas de amplio espectro.
- Baldes de plástico con capacidad de 5 galones.
- Lápiz
- Cuaderno de apuntes
- Guantes quirúrgicos
- Regla de 50 cm

➤ Herramientas:

- Tijera podadora
- Tijeras de escritorio
- Martillo
- Pala plana
- Carretillas
- Cilindro de metal de 100 lt
- Fierros de construcción de 1/2"
- Malla Raschell de 75 % de sombra
- Maquina manual de peladora de la semilla de castaña
- Navajas

➤ Equipos:

- Estufa eléctrica
- Balanza electrónica
- Cámara Fotográfica
- Vernier digital
- Laptop

## **3.2. Diseño del Estudio**

### **3.2.1. Diseño Experimental**

El diseño para la evaluación del comportamiento de las semillas en la germinación y desarrollo de las plántulas fue un diseño completo al azar, con arreglo factorial 2 X 2 y 15 repeticiones conformado por 50 unidades de observación por repetición (Tabla 2) Donde:

Factor 1= Posición de semillas en el pixidio

Niveles:

- Superior (a1)

- Basal (a2)

Factor 2= Procedencia

Niveles:

- Bosque cultivado(b1)
- Bosques naturales (b2)

Con lo que se obtendrán los siguientes tratamientos:

T1= a1b1 = superior x bosque cultivado

T2= a1b2 = superior x bosque natural

T3 = a2b1 = basal x bosque cultivado

T4 =a2b2 = basal x bosque natural

Tabla 2. Cantidad de semillas requeridas por tratamiento

Tratamientos	Repeticiones	Observaciones por repeticiones	Observaciones por Tratamientos
T1	15	50	750
T2	15	50	750
T3	15	50	750
T4	15	50	750
Total	60	200	3000

### 3.2.2. Esquema o croquis mostrando la instalación del experimento

En el anexo 3 se muestra de cómo fueron distribuidas las semillas en las camas de germinación.

### 3.3. Población y Muestra

#### 3.3.1. Población

Fueron todas las semillas de los árboles de la zona de estudio: bosque natural y cultivado.

#### 3.3.2. Muestra

La muestra para la evaluación comprendió de 3 000 semillas.

### 3.4. Métodos y Técnica

En esta investigación se usó el método científico porque se siguió una serie procedimientos sistemáticos y ordenados

#### 3.4.1. Procedimientos

##### - Procedimientos generales

- **Selección de Árboles:** se seleccionaron los individuos de mayor producción (>100 cocos) en cada área (n=15, de incidencia natural y n=15, árboles cultivados).
  
- **Colecta de pixidios (cocos):** Se hizo la colecta en los meses de producción de los árboles de castaña (Diciembre a Abril). De cada árbol seleccionado se colectaron 50 cocos. De donde se obtuvieron aproximadamente 300 semillas por árbol (150 semillas parte basal y 150 semillas de la parte superior del pixidio); de los cuales, previo escarificado mecánico, se utilizaron para el experimento 100 semillas (50 de la parte superior y 50 de la parte inferior del pixidio).

- **Procedimientos específicos**

Para evaluar el efecto de ubicación de las almendras en el pixidio en el crecimiento de las plántulas de castaña en vivero (objetivo 1 y objetivo 2) se procedió de la siguiente manera:

- **Preparación de Las Semillas:** Escarificación de Semillas: en forma separada las semillas basal y superior (según la posición en el pixidio), se procedió a escarificar las semillas para la cual primeramente se sumergieron en agua corriente, a temperatura ambiente por el tiempo de tres semanas aproximadamente para suavizarla y facilitar el desprendimiento de la testa. Posteriormente en la prensa de tornillo artesanal y manual las semillas fueron sometidas cuidadosamente a ligera presión que tiene como fin principal provocar rajaduras en la testa (cáscara) que inmediatamente después fue removida con la ayuda de una tijera podadora, cuchillo o navaja (Figura 01 del anexo 4). Se hizo todo este procedimiento de escarificación para no dañar los polos, caulinar y radicular de la semilla, ya que es por los polos que se produce la germinación. Se procedió a hacer una selección de semillas sin daños, con características viables a la germinación, antes mencionada.
- **Preparación de la Cama de Almacigo:** se utilizó una cama hecha de cemento de medidas de 10 m de longitud, 1 m de ancho 0,5 m de altura con base de cemento y grava.
- **Preparación de Sustrato:** Preparación del Sustrato y la Cama: el sustrato fue arena de río de primer uso; la arena fue cernida (Figura 02 del anexo 4) y colocada en la cama de almacigo con un espesor de 0,3 m (Figura 03 del anexo 4), después se desinfectó con agua recientemente hervida (Figura 04 del anexo 4) y luego tapada en su totalidad con plástico (Figura 05 del

anexo 4) por espacio de un día para después instalar el experimento.

- **Desinfección de las semillas:** Las semillas se trataron con fungicida (Vitavax 300®) en una dosis de 3 g/l, en agua las semillas se sumergieron por un lapso de 30 a 45 minutos para desinfectarlas de cualquier tipo de hongos, que puedan obstruir la normal germinación de las semillas (Figura 06 del anexo 4). Seguidamente se oreó en sombra de 1 a 2 horas antes de colocarlas en la cama almaciguera (Figura 07 del anexo 4). Estos procedimientos son las recomendaciones por el paquete tecnológico establecido por el IIAP/MDD (Corvera et al. 2010).
- **Instalación del experimento:** El experimento fue instalado en diseño completamente al azar, donde se realizó el sorteo de la ubicación de los tratamientos según corresponda el sorteo (Figuras 08 y 09 del anexo 4). El diseño se detalla en el anexo 03.
- **Manejo y conducción del experimento:** Después de la instalación del experimento, se cubrió la cama almaciga con malla raschell (al 85 % de sombra) por encima de unos fierros en forma de arco, a cierta distancia entre ellos; se aseguró que esté totalmente cubierta por protección de algunos roedores de la zona. Se regó agua periódicamente cada 2 a 3 tres días por riego de aspersion en un lapso de tiempo de 30 minutos aproximadamente. se deshirió cada vez que fue necesario y se echó insecticida para prevenir que hormigas se coman las semillas colocadas en la cama de almacigo (Figura 10 del anexo 4).
- **Evaluaciones:** Se tomó en cuenta el tiempo después de la primera germinación fuera de sustrato, cada 15 días después de la primera fecha de germinación hasta que finalicen las

germinaciones, posteriormente se esperó que se cumplan 6 meses a partir de la primera fecha de germinación para hacer las evaluaciones finales(Figura 11 del anexo 4), se evaluó a cada plántula el crecimiento caulinar (altura de tallo), crecimiento radicular (longitud de raíz), cantidad de hojas (Número de hojas), DAC (Diámetro del cuello del tallo), DAR (diámetro de la raíz).

- **Secado en horno:** se tomó diez plántulas al azar de cada árbol numerado del experimento, luego se procedió a separar la raíz de la semilla y de la parte aérea antes evaluada paramétricamente; posteriormente se pesó separadamente para tener el peso fresco para luego meterlo al horno separadamente (raíz, parte aérea y semilla). Al secado en horno se siguió un protocolo de secado para obtener un peso seco real. Se tantearon temperaturas y tiempos, y se observó que no hay variación de peso de las muestras con las siguientes temperaturas y días: para secar las semillas se tomaron 3 días a 75 °C el horno y para la parte aérea y raíces 2 días a 65 °C (Figuras 20 del al 23 del anexo 04).

### **3.5. Tratamientos de Los Datos**

#### **3.5.1. Levantamiento de datos de germinación y crecimiento de las plántulas**

Al cumplir 6 meses después de la primera germinación (Figura 11 del anexo 4), se sacó sistemáticamente los plantones de castañas de la cama almaciguera (Figura 12 del anexo 4).

Se tomó datos de los siguientes parámetros: longitud del tallo y raíz, cantidad de hojas, diámetro a la altura el cuello de la planta, diámetro de la raíz y peso de semillas, diámetros de las semillas (Figuras del 13 al 18 del anexo 4).

### 3.5.2. Técnicas de análisis de datos

Los datos obtenidos (anexo 5) fueron sometidos a prueba de normalidad y homogeneidad y dependiendo de los resultados se sometió a pruebas paramétricas y/o no paramétricas (Spiegel et al. 2007). Para los casos que cumplieron el supuesto se utilizó la prueba paramétrica de análisis de varianza para un factorial 2<sup>2</sup>; Los de significancia ( $P \leq 0,05$ ) a 95 % de confiabilidad, se procedió a comparación de medias de Tukey. Para los datos que no cumplen con los supuestos de normalidad y homogeneidad se realizó un análisis no paramétrico de kruskal-wallis.

El modelo estadístico con repetición para dos factores será la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b; k = 1, 2, \dots, n$$

Donde:

$\mu$  = Efecto verdadero medio

$\alpha_i$  = Efecto verdadero del i-esimo nivel del factor A

$\gamma_j$  = Efecto verdadero del j-esimo nivel del factor B

$(\alpha\gamma)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-esimo nivel del factor A con el esimo nivel del factor B

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental

y el modelo de ANOVA será la que se detalla el cuadro 3

Tabla 3. ANOVA para dos factores

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	$F_{exp}$
Factor A	SCA	$a - 1$	CMA	$CMA/CMR$
Factor B	SCB	$b - 1$	CMB	$CMB/CMR$
Interacción	SC(AB)	$(a - 1)(b - 1)$	CM(AB)	$CM(AB)/CMR$
Residual	SCR	$ab(r - 1)$	CMR	
TOTAL	SCT	$abr - 1$	CMT	

Fuente (Lara. 2000).

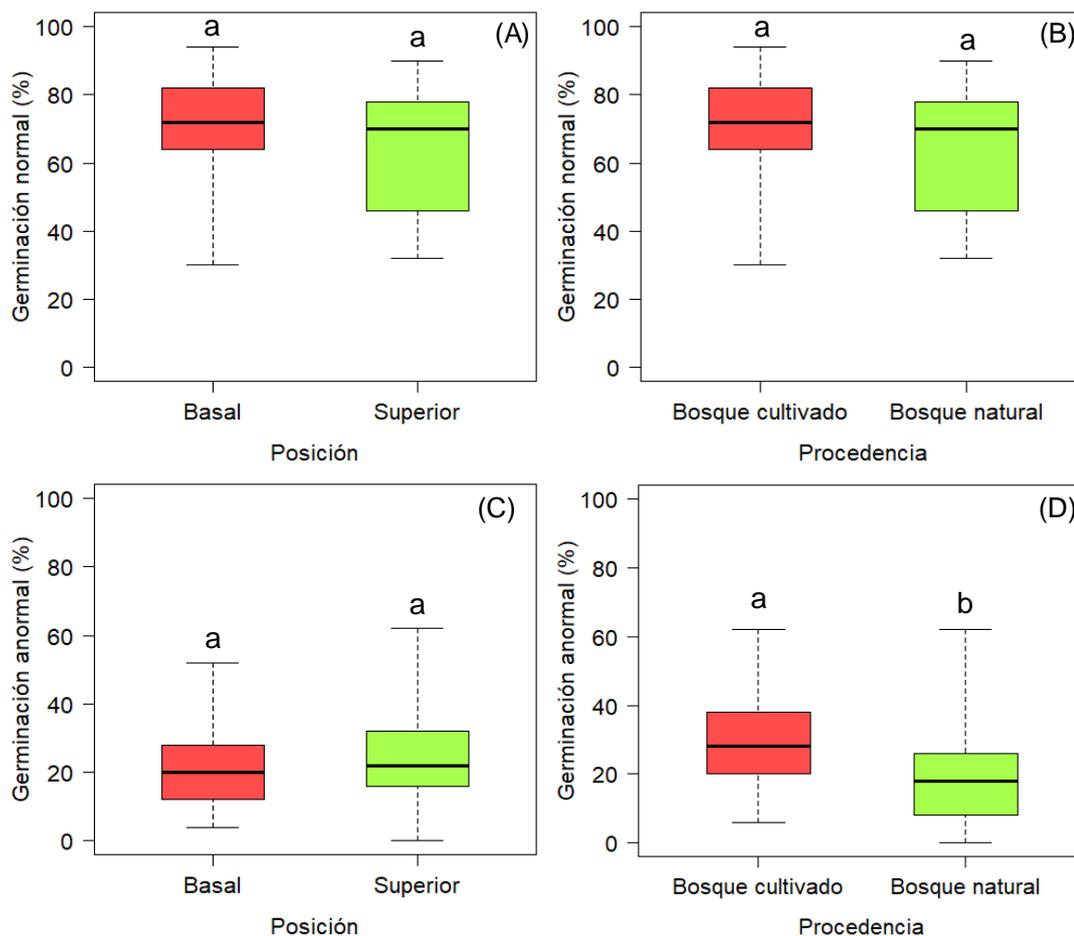
## IV. RESULTADOS

### 4.1 Análisis de la Germinación por efecto de posición y procedencia de las semillas

La figura 2, nos muestra mediante el diagrama de cajas que no hay diferencia significativa ( $p < 0,254$ ) (Tabla 1 del anexo 6) en germinación normal para el factor Posición de las semillas en el pixidio, donde se obtuvo una media de 69,4 % de germinación en la posición basal y un 63,1 % en la posición superior (Figura 2A). En el factor procedencia de las plantas de *B. excelsa*, la mayor media fue evidenciada en los de bosque natural con 67,67 % con respecto a los de procedencia de bosque cultivado con una media de 64,80 % de germinación normal (Figura 2B), sin diferencia significativa ( $p < 0,313$ ) (Tabla 1 del anexo 6); estos resultados son similares a los reportados por Ramos (2018), quien también comprobó que la germinación fue similar en cinco tipos de bosques; mencionando, además, que la germinación no está relacionada al tamaño de las semillas. En el presente estudio se reconfirma este reporte, con pruebas de dispersión (Figuras 01 a la 08 del anexo 7)

Para la germinación anormal no se evidenció diferencia significativa ( $p < 0,227$ ) (Tabla 2 del anexo 6) en el factor posición, donde la media para la posición basal del pixidio fue 22,1 % y una media de 26,4 % para la germinación de la posición superior (Figura 2C). Para la germinación anormal según la procedencia de las plantas, se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,004$ ) (tabla 2 del anexo 6), siendo que, las plantas de bosque cultivado presentaron un mayor porcentaje de germinación (29,60 %) y las plantas de bosque natural presentaron una media 18,87 % de germinación (Figura 2D). Es evidente este resultado por cuanto la

suma de germinación normal más la anormal es la germinación total y como la germinación normal tanto entre la ubicación de la semilla en el pixidio como la procedencia de tipo de bosque no fueron significativos, por tanto, la germinación anormal tenía que ser, también, no significativo.



**Figura 2.** Diagrama de cajas para los efectos de la posición de la semilla en los pixidios de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) y la procedencia en la germinación normal (A y B) y la germinación anormal (C y D). Prueba de Kruskal-Wallis para la germinación normal y de Tukey para la germinación anormal.

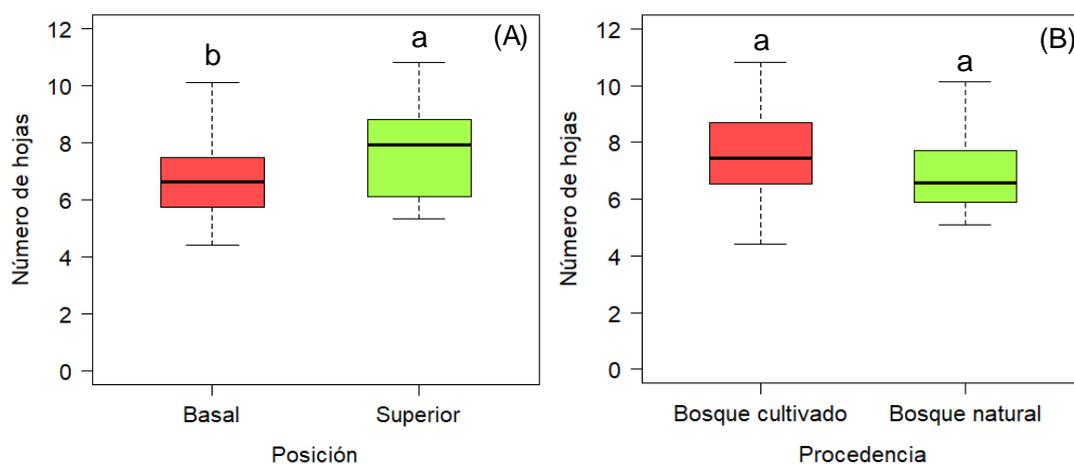
## 4.2 Análisis de crecimiento planta y tamaño de semillas por efecto de posición y procedencia de semillas

### 4.2.1 Numero de hojas

La figura 3, nos muestra mediante el diagrama de cajas el número de hojas de las plantas en función al factor Posición de las semillas en el pixidio, existiendo una media de 6,8 hojas para la posición basal y 7,7

hojas para la posición superior; el análisis de varianza indica existir una diferencia significativa ( $p > 0,013$ ) (Figura 3A) (Tabla 3 del anexo 6).

En el factor procedencia de las plantas de *B. excelsa*, la mayor media fue evidenciada en los de bosque cultivado con 7,5 hojas con respecto a los de procedencia de bosque natural con una media de 7,0 de número de hojas (Figura 3B). Sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa ( $p > 0,140$ ) (Tabla 3 del anexo 6). Este reporte es diferente al obtenido por Ramos (2018) quien encontró en su investigación, que el número de hojas de las plántulas obtenidas de semillas de árboles cultivados bajo sistemas agroforestales fue superior y significativo de aquellos provenientes de semillas de árboles de castaña de bosques prístinos. Por otro lado, Cusi (2013), encontró que el número de hojas de los plántones es influenciado por el tipo de sustrato donde se desarrolla. En tanto Gonzales (1993) manifiesta que la altura de las plántulas está ligada al número de hojas que estas tengan; precisamente en el presente estudio se ha comprobado que existe una fuerte relación entre estas variables de  $r^2 = 0,609$ , es decir que el desarrollo en altura está relacionado en un 78,04 % ( $r = 0,7804$ ) al número de hojas que tiene la plántula (Figuras 09, 10, 13, 15 y 16 del Anexo 7)



**Figura 3.** Diagrama de cajas para los efectos del número de hojas en las plántulas de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio (A) y su procedencia (B) de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

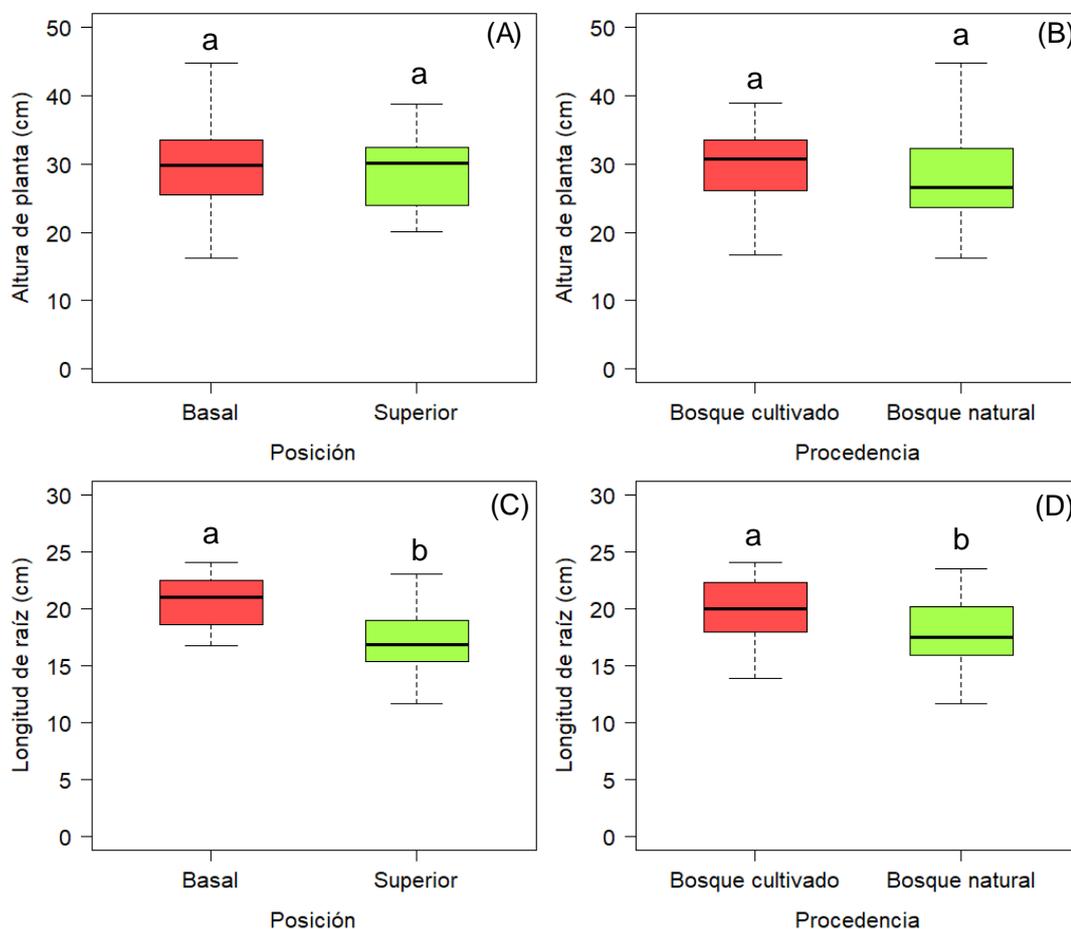
#### 4.2.2 Altura de tallo y Longitud de raíz

La figura 4, nos muestra mediante el diagrama de cajas los efectos del factor posición en la altura del tallo de las plantones de castaña; obteniéndose una media de 29,6 cm en la posición basal y un 28,9 cm en la posición superior, mostrando diferencia no significativa ( $p < 0,656$ ) (Figura 4A) (Tabla 4 del anexo 6). En el diagrama de cajas para la variable altura del tallo en el factor procedencia de los plantones, la menor media fue evidenciada en los de bosque natural 28,3 cm con respecto a los de procedencia de bosque cultivado con una media de 30,2 cm; con diferencia no significativa ( $p < 0,220$ ) (Figura 4B) (Tabla 4 del anexo 6) (Figuras 25 al 32 anexo 7). La significancia de este parámetro, es análogo al reportado por Ramos (2018) y que Della et al. (2017), manifiestan que los desarrollos iniciales en altura de plantas de castaña son controlados principalmente por factores ambientales.

En el diagrama de cajas se observa la variable de longitud de la raíz respecto a la posición basal, encontrándose una media de 20,8 cm para la posición basal y de 17,0 para la posición superior, existiendo una varianza con diferencia significativa alta ( $p > 0,000$ ) (Figura 4C) (Tabla 5 del anexo 6). Para el factor procedencia, en esta variable de longitud de raíz, se evidenció una media de 19,9 cm para bosques cultivados y de 17,9 cm para bosques naturales, con diferencia significativa ( $p > 0,001$ ) (Figura 4D) (Tabla 5 del anexo 6). Estas diferencias significativas podrían estar relacionadas al ambiente (sustrato) (Della 2017 y Cusi 2013), mas no al número de hojas ni al tamaño de las semillas, que inclusive la relación es inversa con el diámetro de la semilla, la no correlación de Longitud de raíz con longitud de semilla también fue indicado por Ramos (2018).

Arteaga (2007) reporta resultados de otras investigaciones con especies *Ludwigia leptocarpa*, *Quercu mongolica*, *V. koschnyi*, *Panicum virgatum*, *Virola surinamensis*, *Prunus virginiana*, *Prunella vulgaris*, *Desmodium paniculatum*. *Juglans lanthifolia*, *Crisophyllum sp.*, *Pinus*

sylvestris y, *Convallaria majalis*, en los cuales si encontraron relación del tamaño de semillas con el tamaño de los plántones. Esto nos da entender, que existen resultados diferenciados de especie a especie.



**Figura 4.** Diagrama de cajas para los efectos de la altura del tallo (A y B) y la longitud de la raíz (C y D) de las plántulas de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

#### 4.2.3 Diámetro del Cuello del Tallo (DAC)

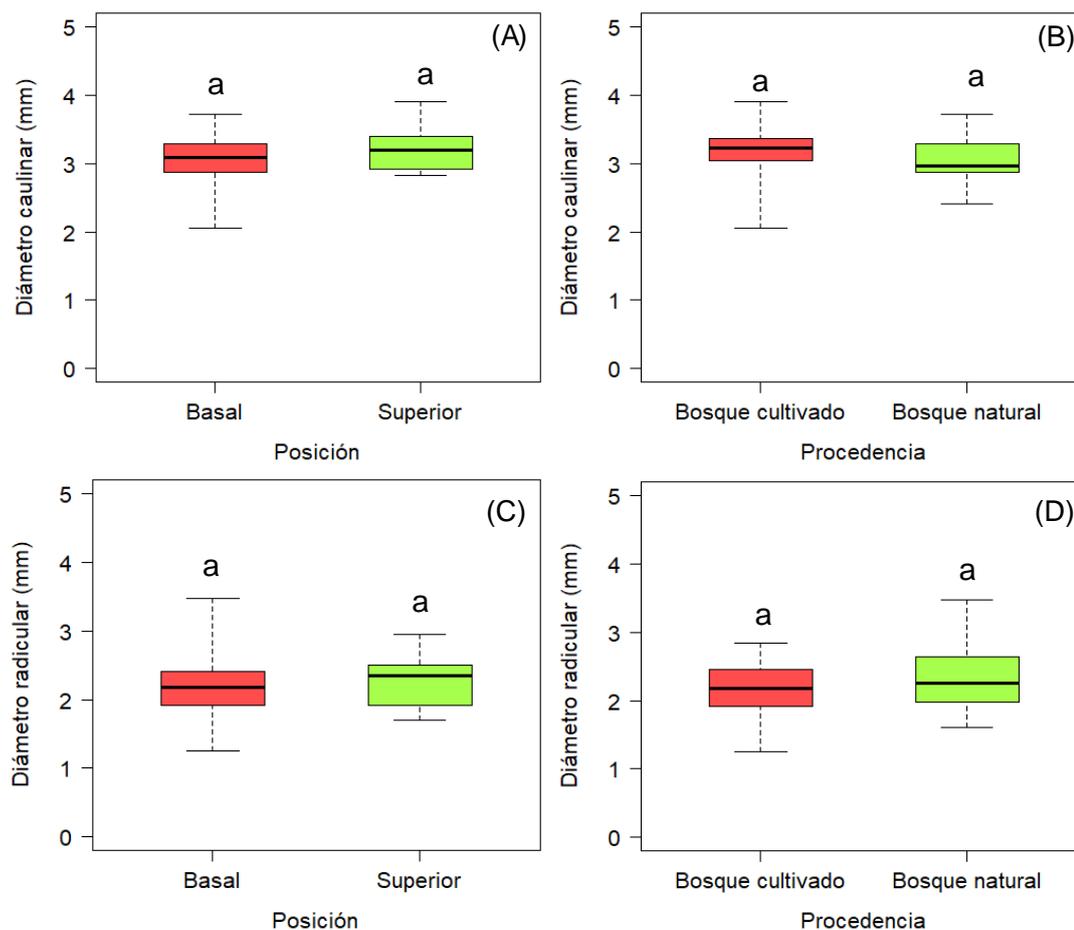
La figura 5, nos muestra los efectos del factor posición de las semillas en el pixidio, en la variable diámetro del cuello del tallo (DAC). En esta se determinó una media de 3,1 mm en la posición basal y 3,2 mm en la posición superior, evidenciándose una diferencia no significativa ( $p < 0,128$ ) (Figura 5A) (Tabla 6 del anexo 6). En el factor procedencia de las plantas de *B. excelsa*, se observó la menor media en los de bosque natural con 3,1 mm con respecto a los de bosque

cultivado, con una media de 3,2 mm para el DAC sin diferencia significativa ( $p < 0,190$ ) (Figura 5) (Tabla 6 del anexo 6). De las pruebas de dispersión de DAC frente al tamaño de las semillas, se confirma que no existe correlación alguna (figuras 17 a la 22 del anexo 7), Ramos (2018) al evaluar la influencia de la longitud de semillas en desarrollo del DAC, también, encontró que no existe correlación.

Sin embargo, los resultados obtenidos (3,1-3,2 mm) para los dos factores evaluados, nos indican que las plántulas son óptimas, toda vez García (2002) manifiesta que las características óptimas de planta ideal para reforestación, deben tener un DAC de 3 a 4 mm.

#### **4.2.4 Diámetro de la Raíz (DAR)**

El diagrama de cajas se grafica los efectos de la posición de las semillas en el pixidio en la variable diámetro de la raíz (DAR). Al respecto se encontró que la posición superior muestra una media de 2,9 mm con respecto a la media de la posición basal que alcanzó un 2,2 mm, lo cual se observa diferencia no significativa ( $p < 0,650$ ) (Figura 5C) (Tabla 7 del anexo 6). El diagrama de cajas para procedencia, los resultados del DAR para procedencia de bosques cultivados se obtuvo una media de 2,2 mm, menor con respecto a la media 2,3 mm de bosque natural, evidenciándose diferencia no significativa ( $p < 0,178$ ) (Figura 5D) (Tabla 7 del anexo 6). Por otro lado se pueden apreciar los cuadros de dispersión en las figuras 33 a la 40 del anexo 7.



**Figura 5.** Diagrama de cajas para los efectos del diámetro del cuello del tallo (A y B) y el diámetro de la raíz (C y D) de las plántulas de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

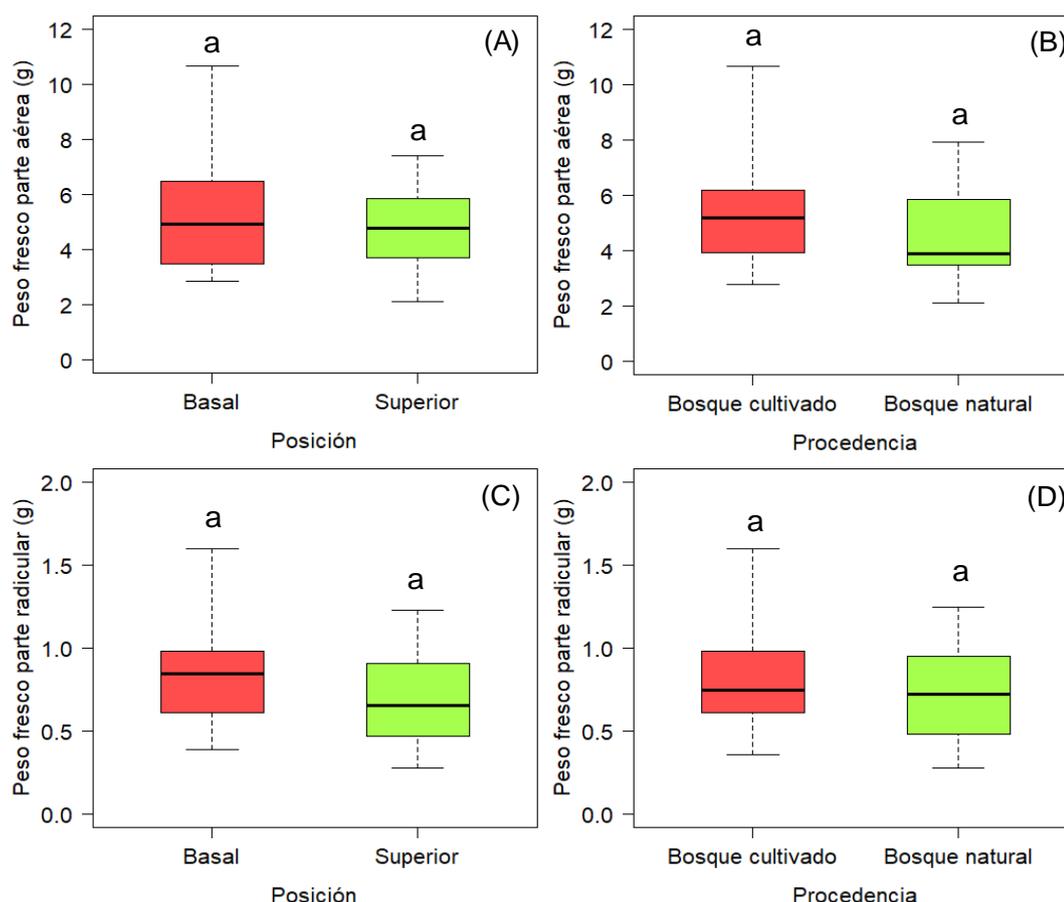
#### 4.2.5 Biomasa fresca, seca y total

La información de estas variables fue utilizada para obtener relaciones e índices, con las cuales se han evaluado la calidad del plantón, de acuerdo a la posición de las semillas en el pixidio o en relación a la procedencia de las semillas (Bosque cultivado y bosque natural).

La figura 6, nos muestra los efectos del factor posición de las semillas en el pixidio, sobre la biomasa fresca de parte aérea, donde se obtuvo una media de 5,9 g en la posición basal y un 4,7 g en la posición superior, evidenciándose que no hay diferencia significativa ( $p < 0,314$ )

(Figura 6A) (Tabla 8 del anexo 6). En el factor procedencia, la menor media se obtuvo en los de bosque natural con 4,6 g, con respecto a los de procedencia de bosque cultivado con una media de 5,3 g, acreditándose una diferencia no significativa ( $p < 0,138$ ) (Figura 6B) (Tabla 8 del anexo 6).

Respecto al peso fresco de la parte radicular según la posición, las de parte superior registro una media de 0,7 g y de 0,8 g para la posición basal, evidenciándose no significativa ( $p < 0,054$ ) (Figura 6C) (Tabla 9 del anexo 6). Del mismo modo, los efectos del factor procedencia, en el peso fresco parte radicular, se registró una media de 0,8 g para bosques cultivados y de 0,73 g para bosques naturales; estadísticamente no fueron significativas las diferencias de varianzas ( $p < 0,218$ ) (Figura 6D) (Tabla 9 del anexo 6).



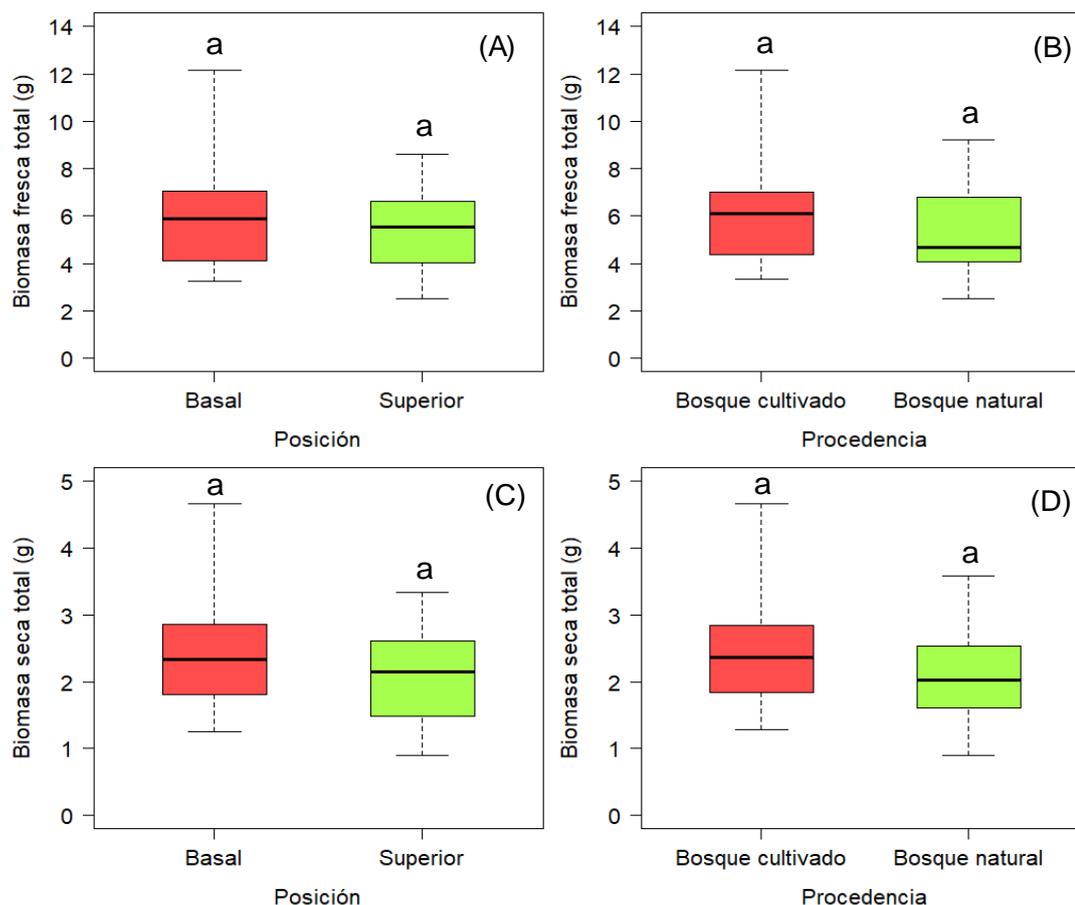
**Figura 6.** Diagrama de cajas para los efectos de la biomasa fresca de la parte aérea (A y B) y radicular (C y D) de plántulas de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

La figura 7, nos muestra los efectos del factor de posición de las semillas en el pixidio sobre la variable de la biomasa total fresca, donde se obtuvo una media de 6,0 g en la posición basal y un 5,4 g en la posición superior, estadísticamente no muestra diferencia significativa ( $p < 0,238$ ) (Figura 7A)(Tabla 12 del anexo6) . En el factor procedencia, la mayor media fue en los de bosque natural con 5,36 g respecto a los de bosque cultivado con una media de 6,10 g; sin diferencia significativa entre ellos ( $p < 0,134$ ) (Figura 7B) (Tabla 12 anexo 6).

Respecto a la variable de biomasa total seca para el factor posición, se obtuvo para la posición superior una media de 2,4 g, mientras, en la posición basal se obtuvo una media de 2,1 g, mostrando diferencia no significativa ( $p < 0,123$ ) (Figura 7C) (Tabla 13 del anexo 6). En tanto, para el factor procedencia se logró una media mayor de 2,4 g para bosque cultivado y una media de 2,1 g para bosque natural, en la cual no se evidencia diferencia significativa ( $p < 0,141$ ) (Figura 7D) (Tabla 13 del anexo 6). Estas variables, se han utilizado

#### **4.2.6 Diámetros de las semillas**

La figura 8, nos muestra los resultados del efecto del factor posición de las semillas en el pixidio, en los diámetros polares de las semillas, se registró para diámetro polar (DP) una media de 37,3 mm en la posición basal y en la posición superior se obtuvo una media de 35,5 mm en la cual se evidencia una diferencia significativa ( $p > 0,033$ ) (Figura 8A) (Tabla 15 del anexo 6). En el factor procedencia, la mayor media de diámetro polar fue evidenciada de los de bosque natural con 37,4 mm y de 35,4 mm para los de procedencia de bosque cultivado, existiendo diferencia significativa ( $p > 0,022$ ) (Figura 8B) (Tabla 15 del anexo 6). Los análisis de dispersión con las diferentes variables del estudio se muestran en las figuras del anexo 7 Como se puede apreciar existe poca correlación de entre estas.

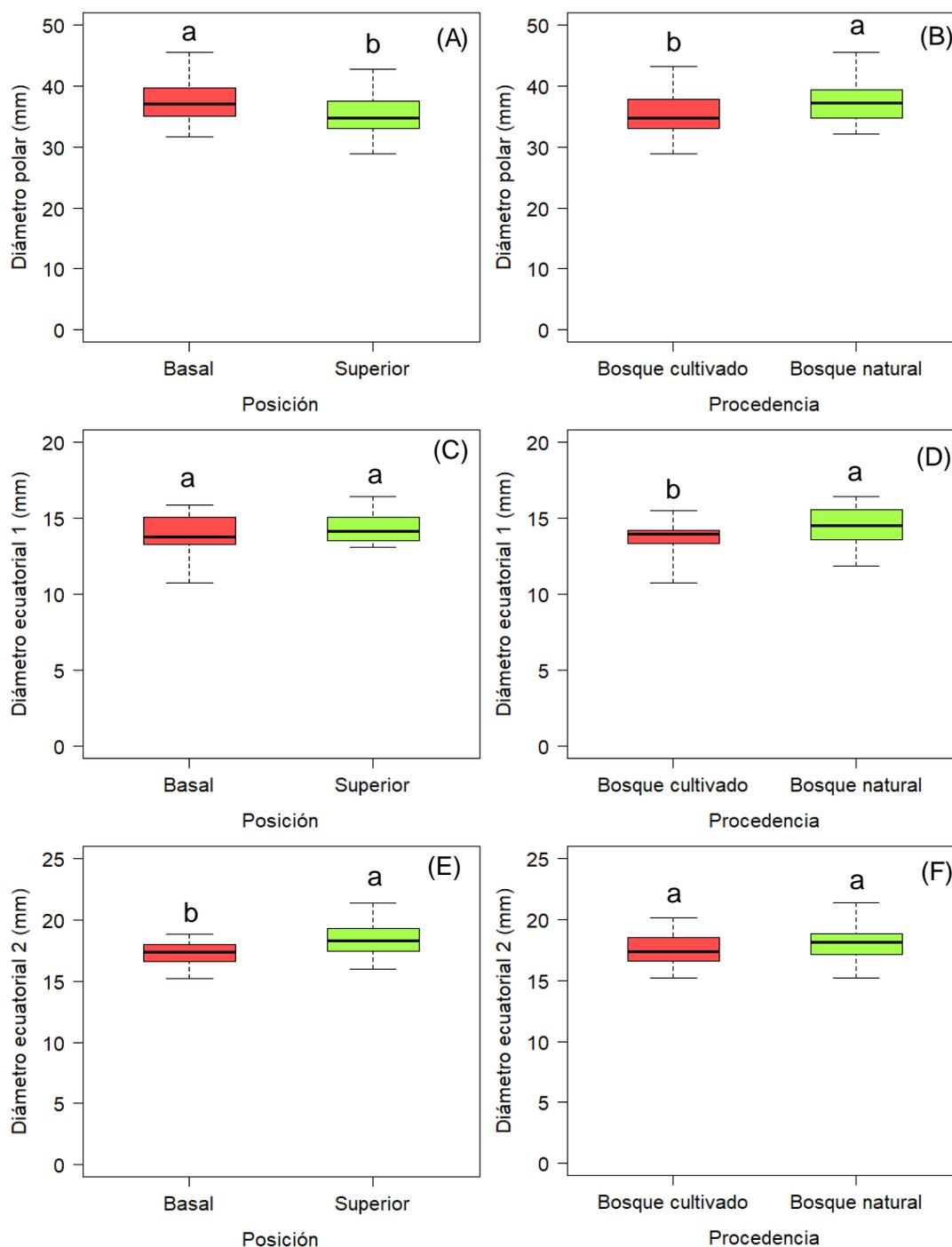


**Figura 7.** Diagrama de cajas para los efectos de la biomasa fresca total (A y B) y biomasa seca total (C y D) de las plántulas de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

El diagrama para el factor posición para el diámetro ecuatorial 1 (DE1) en la posición superior se obtuvo una media de 14,4 mm y una media de la posición basal de 14,0 mm, mostrando una diferencia no significativa ( $p < 0,097$ ) (Figura 8 C) (Tabla 16 del anexo 6). El diagrama de cajas de diámetro ecuatorial 1 para procedencia de bosque cultivado con media 13,8 mm con respecto a la media de bosque natural 14,6 mm, en la cual se evidencia diferencia significativa ( $p > 0,006$ ) (Figura 8D) (Tabla 16 del anexo 6).

En el diagrama de posición para el diámetro ecuatorial 2; se obtuvo una media de 17,8 mm para la posición basal y una media para la posición superior de 18,4 mm, alcanzando diferencia significativa ( $p > 0,000$ ) (Figura 8E) (Tabla 17 del anexo 6). El diagrama de cajas de

diámetro ecuatorial 2 para procedencia de bosque cultivado se registró una media 17,6 mm y para bosque natural la media fue de 18,0 mm, en la cual se evidencia diferencia no significativa ( $p < 0,120$ ) (Figura 8F) (Tabla 17 del anexo 6).



**Figura 8.** Diagrama de cajas para los efectos de los diámetros de la semilla de las plántulas de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

### 4.3 Análisis de calidad de plántulas relacionados a la posición y procedencia de semillas

#### 4.3.1 Índice de Esbeltez

La figura 9, nos muestra los efectos del factor Posición de las semillas en el pixidio en el índice de esbeltez, obteniéndose una media de 9,6 para la posición basal y de 9,0 para la posición superior, lo cual muestra una diferencia no significativa ( $p < 0,101$ ) (Figura 9A) (Tabla 18 del anexo 6). En el factor procedencia, la mayor media fue evidenciada en los de bosque natural con 9,1 con respecto a los de procedencia de bosque cultivado que registro una media de 9,5. Estadísticamente no existió diferencia significativa ( $p < 0,324$ ) (Figura 9B) (Tabla 18 del anexo 6) (Figuras 73 a la 80 del anexo 7). Considerando la información de Muñoz et al. (2014) quienes indican valores para calificar calidad de plantones con crecimiento normal, donde manifiestan que el índice de esbeltez ideal son aquellas que están por debajo de 6, los obtenidos en el estudio nos indican que son de baja calidad por estar por encima de 8. Birchler et al. (1998) indican que el índice de esbeltez depende de la especie, tal es así que para *Pinus halepensis* este índice se encuentra entre 1,5 y 2,2 y en *Quercus ilex* entre 0,7 y 1,0.

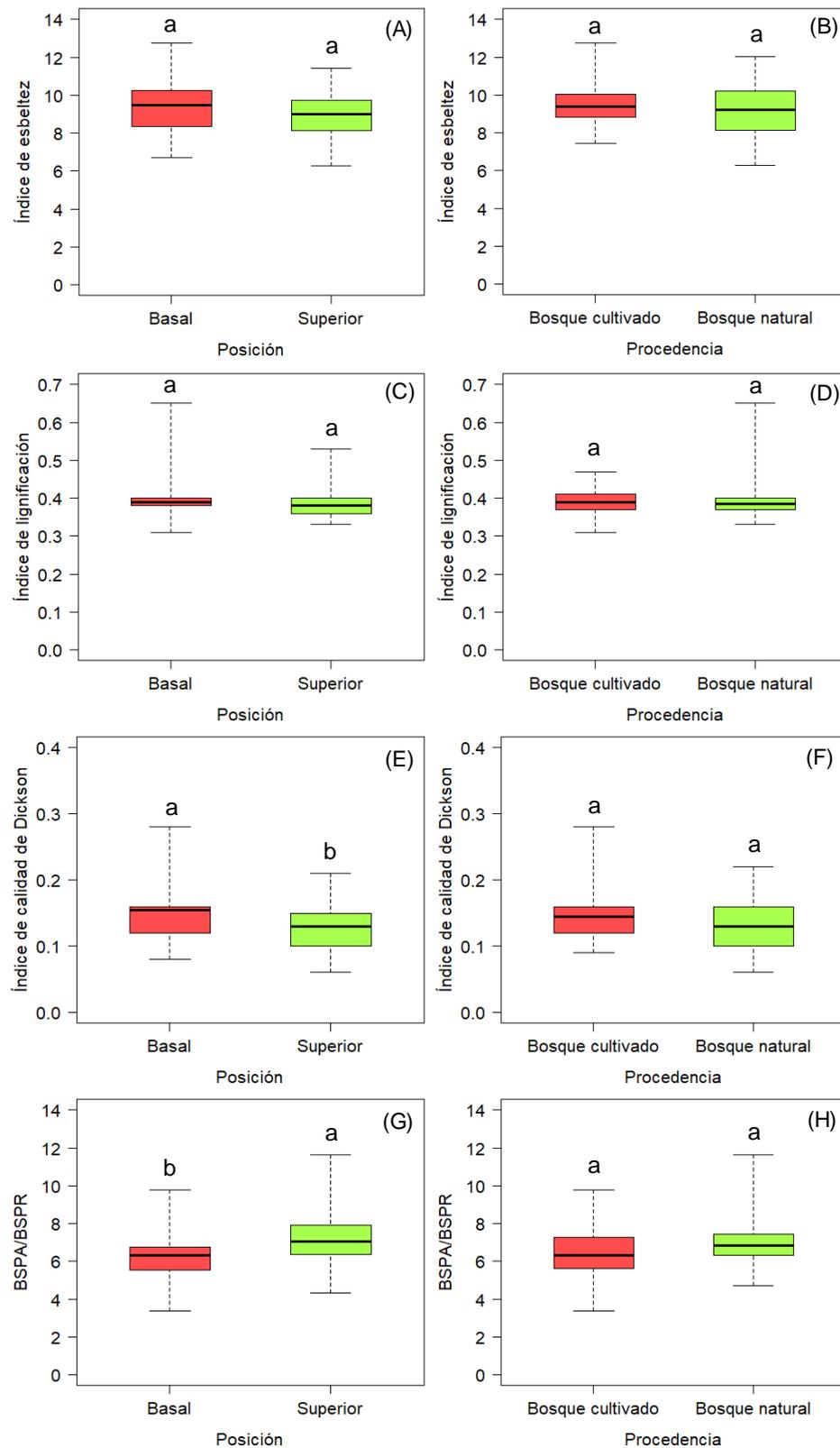
#### 4.3.2 Índice de Lignificación

Respecto al índice de lignificación el efecto de la posición de las semillas en el pixidio, se obtuvo la mayor media de índice de lignificación para plantas de semillas de posición superior que fue de 0,4 (40 %) y de 0,4 (4 %) con respecto a la media de la posición basal. No hubo significancia ( $p < 0,052$ ) (Figura 9C) (Tabla 19 del anexo 6). En relación al efecto de la procedencia en el índice de lignificación se obtuvo para la procedencia de bosque natural un índice medio de 0,4 (40 %); los de procedencia, bosques cultivados, se obtuvo el mismo valor (0,4) (40 %)

( $p < 0,416$ ) (Figura 9D) (Tabla 19 del anexo 6) (Figuras 81 a la 88 del anexo 7). Los resultados obtenidos nos indican que los plantones, sean de semillas base o superior del pixidio o de cualquiera de los dos bosques estudiados, son favorables para llevar a campo definitivo, por tener un buen endurecimiento (Orosco et al. 2010).

#### **4.3.3 Índice de Dickson**

En relación al índice de calidad de Dickson, se determinó que el factor posición de las semillas en el pixidio, repercutió de la siguiente manera: índice de 0,2 para la posición basal y de 0,1 para la posición superior, arrojando diferencia significativa ( $p > 0,010$ ) entre ellos, (Figura 9E) (Tabla 20 del anexo 6) (Figuras 89 a la 92 del anexo 7). En el factor procedencia, para el índice de calidad de Dickson se obtuvo una media de 0,1 para procedencia de bosque natural y de 0,2 para los de procedencia de bosque cultivado, arrojando diferencia no significativa ( $p < 0,271$ ) (Figura 9F) (Tabla 20 del anexo 6) (Figuras 93 a la 96 del anexo). Los plantones con índices de 0,2 están considerados por Ruedas-Sánchez et al. (2012) como de calidad media ( $> 0,5$ , son altos e ideales). En consecuencia, de acuerdo a este índice podemos aseverar que las semillas de la posición basal en el pixidio y procedentes de bosques cultivados son los que tienen una calidad que pueden garantizar éxito en el establecimiento a campo definitivo.



**Figura 9.** Diagrama de cajas para los efectos de índice de esbeltez (Ay B), índice de lignificación (C y D), índice de calidad de Dickson (E y F) e interacción de biomasa seca de la parte aérea con biomasa seca de la parte radicular (Gy H) de las plántulas de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), según la posición de la semilla en el pixidio y su procedencia de prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

#### 4.3.4 Relación Biomasa

Respecto a la relación de biomasa seca de la parte aérea con biomasa seca de la parte radicular de las plántulas (BSPA/BSPR), se encontró para esta relación, en plántulas obtenidas de semillas de la posición superior del pixidio, una media de 7,2 y de 6,2 para la posición basal, mostrando una diferencia significativa ( $p > 0,008$ ) (Figura 9G) (Tabla 14 del anexo 6). En tanto, esta relación para plántulas por procedencia fue de una media de 6,9 para procedencia de bosque natural y de 6,5 para bosque cultivado, no existiendo evidencia diferencia significativa entre ellos ( $p < 0,242$ ) (Figura 9H) (Tabla 14 del anexo 6). Este resultado no corresponde a valores ideales indicados por Thompson (1984) y Ruedas-Sánchez et al. (2012) que van de 1,5 a 2,5; y son similares a los logrados por Cusi (2013) para misma especie que fueron de 4 a 10. Probablemente sean características propias de la especie o en todo caso faltaría encontrar un sustrato ideal. Una relación superior a los 2,5 nos indica que no existe un balance entre la parte aérea con la parte radicular, y la puesta en campo definitivo en estas condiciones va reducir la sobrevivencia de los plantones, especialmente en épocas de estiaje (Thompson 1984).

## CONCLUSIONES

- La posición de las semillas en el pixidio castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) y la procedencia, bosque natural y cultivado (Sistemas Agroforestales-SAFs), no influyen en la germinación de las mismas.
- En la mayoría de las variables, los resultados, indican, estadísticamente, que existe evidencias suficientes que el desarrollo de las plántulas de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) se ven disentidos por la posición de las semillas en el pixidio, así como por la procedencia de bosque natural o bosque cultivado. Habiéndose encontrado significancia en la única variable que fue longitud de Raíz.
- Tanto el Índice de Dickson como la relación Biomasa Seca aérea con la Biomasa seca de la raíz, indican que si existe influencia de la posición de las semillas, de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), en el pixidio con la calidad del plantón. Sin embargo, los índices de esbeltez y lignificación indican lo contrario. En tanto, la procedencia de las semillas no influye en la calidad del plantón, por mostrar no significancia en todos los índices.
- La procedencia de las mismas de bosque natural o bosque cultivado, no influyen en la calidad de las plántulas producidas en vivero.

## SUGERENCIAS

- Se sugiere realizar más estudios de esta especie sobre las de germinación variedades del diámetro de la raíz con respecto al tallo.
- Se sugiere elaborar trabajos de investigación con *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. para lograr alcanzar la producción conveniente de plantas de calidad.
- Se sugiere realizar este tipo de trabajos para mejorar la producción en otras especies maderables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARIAS N., E., 2001. Evaluación de sistemas agroforestales con castaña (*Bertholletia excelsa HBK*) en Madre de Dios. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP).
- ARIAS, D., 2004. Estudio de las relaciones altura-diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la Zona Sur de Costa Rica. Kurú: Revista Forestal 1(2)
- ARIAS, D., 2005. Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. Kurú: Revista Forestal 1(2)
- ARIAS, E. y RONDÓN, J., 2010. Manejo Forestal de *Bertholletia excelsa HBK* (castaña o nuez de Brasil). Revista Forestal Latinoamericana, 25(1):93-113.
- ARTEAGA, L.L., 2007. El tamaño de las semillas de *Vismia glaziovii* Ruhl . (Guttiferae ) y su relación con la velocidad de germinación y tamaño de la plántula. Rev. Perú. Biol. [en línea], vol. 14, no. 1, pp. 017-020. Disponible en: arteagabohrt@yahoo.com.
- BIRCHLER T.; ROSE R.W. ; ROYO A. y PARDOS M. (1998) La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica . Invest. Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 7 (1 y 2).
- CAVALCANTE, M. C.; OLIVEIRA, F. F.; MAUÉS, M. M.; FREITAS, B. M., 2012. "Pollination Requirements and the Foraging Behavior of Potential Pollinators of Cultivated Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) Trees in Central Amazon Rainforest"

- COSTA, J., CASTRO, A., CAMPOS, WANDELLI, E, CORAL, S., CELIA TAPIA C, GARCÍA, (2009). Aspectos silviculturales de castaña (*Bertholletia excelsa*) en sistemas agroforestales en la Amazonía Central. *Acta Amazónica*, 39(4), 843-850.
- CORVERA, R. 2007. Sistemas de producción de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) con fines comerciales. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Puerto Maldonado, Perú. 20 p
- CORVERA, R., DEL CASTILLO, T., SURI, P. WILSON., CUSI, E. y CANAL, Z., 2010. La Castaña Amazónica (*Bertholletia excelsa*) Manual de Cultivo. Perú: Impresiones EduGraph.
- COURTIS C. AZUL, 2013. Germinación de semillas; Catedra de Fisiología Vegetal.
- CUSI E., 2013. Influencia de 12 sustratos en el crecimiento de *Bertholletia excelsa* H.B.K. en vivero, el Castañal, Tambopata, Madre de Dios, para para optar el título profesional de: Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
- DELLA G; BOTEGA B. Aisy ; SCHMITT G., Feranda; DESSAUNE T., Falvio; TONINI, Helio; TEODORO E. Paolo y GRILLO, Leonarda 2017 Agrupamento de progênies de diferentes matrizes de castanheira-do-brasil quanto a germinação e desenvolvimento inicial. *Revista Científica Intelletto*; v.2, n.2, 2017 p.35-44; visto en <http://faveni.edu.br/wp-content/uploads/2017/11/5-castanheira-v2-n2-2017.pdf>
- DENGLER A, ROHRIG, E y GUSSONE. 1990. *Waldbau auf ökologischer Grundlage*. Zweiter Band. 6ª ed. Hamburg y Berlin, Alemania. Paul Parey. 314 p.
- DICKSON, A., LEAF, A. y HOSNER, I., 1960. Quality appraisal of white spruce and white seedlings stock in nurseries. *Forest Chronicle* 36: 10-13
- DURLO, D., 2001. Relaciones morfométricas para *Cabrales canjerana*, *Revista Ciencia Forestal*. 1(8). 55-66.

- ESCOVAR, R., 1990. Análisis de Algunos Elementos Básicos involucrados en la producción artificial de plantas de especies nativas. Bosque (Chile) 11(1):3-9.
- FERREIRA F., M.; DE ARAUJO R., 1986. Estudios botánicos en el área del Proyecto Ferro Carajás, Sierra Norte, Pará II. Regeneración de "Castaña" en mata primaria en la bacía de Itacaiúnas. 1° Simposio del Trópico Unido. Anais Proceeding ANALES. Vol II. Belén, Brasil.
- GARCÍA M., J. J. 2002. Guía para el establecimiento de pinos a raíz desnuda en Michoacan. Boletín Técnico No 3 Vol. I. C. E. Uruapan. CIRPAC. INFAP.SAGARP A-COFOM. Uruapan, México.
- GEILFUS, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural. Vol. N°2. Guía de especies. CATIE-ENDA-CARIBE. Turrialba – Costa Rica. 777p.
- GONZALES, M. 1993. Estudios del efecto de diferentes regímenes de acondicionamiento en plantas de Rauli. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. Chile.
- GUARIGUATA, M.R.; GARCIA-FERNÁNDEZ, C.; SHEIL, D.; NASI, R.; HERRERO-JÁUREGUI, C.; CRONKLETON, P.y INGRAM, V. 2009. Compatibility of timber and non-timber Forest product management in natural tropical forests: Perspectives, challenges, and opportunities. Forest Ecology and Management.
- KAINER K, WADT L, STAUDHAMMER C 2007 Explaining variation in Brazil nut fruit production. Forest Ecol. Manage. 250:244-255
- KERLINGER, FN., 1979. Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento. México, D.F.: Nueva Editorial Interamericana
- LARA A. 2000. "Diseño Estadístico de Experimentos, Análisis de la Varianza y Temas Relacionados: Tratamiento Informático mediante SPSS." Proyecto Sur de Ediciones.)

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAG-DGFFS), 2010. Perú Forestal en números año 2009. Perú

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM), 2014. La Castaña Amazónica regalo de la Biodiversidad. Perú.

MOTTA MAUÉS M., 2002 Reproductive phenology and pollination of the brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. *Lecythidaceae*) in Eastern Amazonia. IN: Kevan P & Imperatriz Fonseca VL (eds) - Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature - Ministry of Environment / Brasília. p.245-254.

MULLER, C., 1989. Castaña del Brasil; Estudios Agronómicos. EMBRAPA/CPATU. Belem, Pará, Brasil. Documento, 01, 25 p.

MUÑOZ F. H.J , JOSÉ TRINIDAD SÁENZ R. J.T, VÍCTOR MANUEL CORIA A. V.M, GARCÍA M. J., JONATHAN HERNÁNDEZ R. J. Y MANZANILLA Q.E 2014. Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuro, Michoacán. Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol.6 (27): 72-89

OROZCO G.; MUÑOZ F.J.M.; RUEDA S.A.; SÍGALA R. J.A.; JOSÉ ÁNGEL PRIETO R. J. A. Y J. JESÚS GARCÍA M. J.J (2010). Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros forestales del estado. Nota Técnica. Rev. Mex. Cien. For. Vol. 1 Núm. 2. Visto en <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v1n2/v1n2a11.pdf>

ORTIZ, E., (1991). Early recruitment of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonp): Preliminary results, discussion and experimental approach. Wildlife Conservation International. 29p

- PINHEIRO E. Y DE ALBUQUERQUE, M., (1968). Castanha-do-Pará. En: Libro anual da Agricultura-Brasil. 223-233 p.
- RAMOS ROBLES, L.M. 2018. "Influencia del régimen de perturbación de los bosques con castaña en la calidad de las semillas y el vigor de las plántulas de castaña (*Bertholletia excelsa* h.b.k.) en Madre de Dios, 2018. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
- RESERVA NACIONAL TAMBOPATA – PARQUE NACIONAL BAHUAJA SONENE (2008 – 2010) plan de manejo de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) En la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja Sonene.
- RODRÍGUEZ T., (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Mundi Prensa México. 156 p.
- RUEDA SÁNCHEZ, A; BENAVIDES SOLORIO, J.D.; J. ÁNGEL PRIETO-RUIZ J.A.; SÁENZ REYEZ, J.T.; OROZCO-GUTIÉRREZ G. Y ALICIA MOLINA CASTAÑEDA, A. (2012). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco. Rev. Mex. Cien. For. Vol. 3 Núm. 14
- SANCHEZ, H., y REYES, C., (2002). Metodología y diseño de la investigación científica. Editoriales Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú.
- SCHMIDT-VOGT, H., 1980. Characterization of plant material; proceeding of the IUFRO – Meeting, Freiburg i.Br. Federal of Republic of Germany.
- SPIEGEL, C; KOHN, B; RAZA, A; RAINER, T; GLEADOW, A., 2007: (Tables 5-6) Composition of apatites from ODP Site 165-999B. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.704781>
- STRAUCH, R. 2001. Desarrollo de plantas de Roble-Raulí (tipo 1-1) durante el primer periodo vegetativo y costos asociados al proceso. Tesis

Ing. For. Fac. de Cs. Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia.

SPIEGEL, M.R.; SCHILLER J. Y SRINIVASAN R. A. 2007. Análisis de la varianza. Probabilidad y Estadística [Schaum's Outline of Theory and Problems of Probability and Statistics]. Schaum (2ª edición). México D.F.: McGraw-Hill. pp. 335-371.

TENORIO, G. RODRÍGUEZ, D. y LÓPEZ, G. 2008 Efecto del tamaño y color de la semilla en la germinación de *Cecropia obtusifolia Bertol* (Cecropiaceae) Agrocienca vol.42 no.5 México jul./ago.

THOMPSON, B. E. 1984. Evaluación morfológica de las plántulas que se pueden observar en procedimientos, evaluar la calidad de las plántulas: principios, procedimientos y capacidad predictiva de las principales pruebas. Duryea, ML, (ED.), Taller celebrado en octubre. Forest Reserch Laboratory, Universidad Estatal de Oregon. Corvallis.

WADT, L. KAINER, K. GOMES-SILVA, D. 2005. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. Centro de Pesquisa Agroflorestral do Acre (Embrapa Acre), Caixa Postal 321, Rio Branco, Acre 69901-108, Brazil. University of Florida, School of Forest Resources and Conservation and the Tropical Conservation and Development Program, P.O. Box 110410, Gainesville, FL 32611-0410, USA. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Rua Palmas, 96, Jardim Tropical, Rio Branco, Acre 69.910-560 Brazil.

WICKENS, E. 1995. Potential edible nuts. In: Wickens (Ed.). Edible nuts. Non-wood forest products, 5. FAO, Rome

**ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA –PROYECTO DE INVESTIGACION

“Crecimiento de Plántulas de castaña (*Bertholletia excelsa* Hum. y Bonpl.) en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural”

Planteamiento de problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b><u>Problema general</u></b></p> <p>¿Cuáles son los efectos de la ubicación de las almendras en el pixidio de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.) tanto de bosque cultivado y natural en el crecimiento de plántulas.</p>	<p><b><u>Objetivos General</u></b></p> <p>Evaluar el crecimiento de plántulas de Castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.) en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural.</p>	<p><b><u>Hipótesis General</u></b></p> <p>La distribución de la almendra en el pixidio de Castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.) influye en el crecimiento de plántulas en árboles cultivados y bosque natural.</p>	<p><b><u>V. Independientes</u></b></p> <p>Posición de las almendras en el pixidio. Procedencia de los árboles.</p> <p><b><u>V. Dependientes</u></b></p> <p>El crecimiento de las plántulas de castaña.</p>	<p><b><u>Tipo de investigación</u></b></p> <p>Correlacional experimental, descriptiva y aplicativa.</p> <p><b><u>Método de Investigación</u></b></p> <p>Científico</p> <p><b><u>Diseño de Investigación</u></b></p> <p>Diseño completo al azar, con arreglo factorial 2<sup>2</sup> y 15 repeticiones.</p> <p><b><u>Técnicas</u></b></p>
<p><b><u>Problemas Específicos</u></b></p> <p>¿Cuáles son los efectos de la distribución de las almendras en el pixidio de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.) provenientes de arboles</p>	<p><b><u>Objetivos Específicos</u></b></p> <p>- Evaluar los efectos de la distribución de las almendras en el pixidio de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.) provenientes de arboles</p>	<p><b><u>Hipótesis Específicos</u></b></p> <p>La distribución de la almendra en el pixidio de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.) provenientes de árboles cultivados influye en el</p>		

<p>cultivados en el crecimiento de las plántulas en vivero?  ¿Cuáles son los efectos de la distribución de las almendras en el pixidio de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.) provenientes de arboles de bosque natural en el crecimiento de las plántulas en vivero?  ¿Cuál es la relación entre la distribución de las almendras en el pixidio y la procedencia de los árboles sobre las características de crecimiento de las plántulas de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.).</p>	<p>cultivados en el crecimiento de las plántulas en vivero  - Evaluar los efectos de la distribución de las almendras en el pixidio de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.) provenientes de arboles de bosque natural en el crecimiento de las plántulas en vivero  - Determina la relación entre la distribución de las almendras en el pixidio y la procedencia de los árboles y las características de crecimiento de las plántulas de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.).</p>	<p>crecimiento de plántulas en vivero.  El efecto de distribución de la almendra en el pixidio de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.) provenientes de bosques naturales influye en crecimiento de las plántulas en vivero.  La distribución de la almendra en el pixidio de la castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. &amp; Bonpl.) se relaciona con la procedencia de los árboles sobre la emergencia y índices morfológicos de plántulas en vivero.</p>		<p>Todos los datos serán sometidos al paquete estadístico de SISVAR (Ferreira, 2011).</p> <p><b><u>Instrumentos</u></b>  Ficha de investigación y de campo.</p>
--	---	--	--	---

## ANEXO 2

### Operacionalización de las variables de investigación

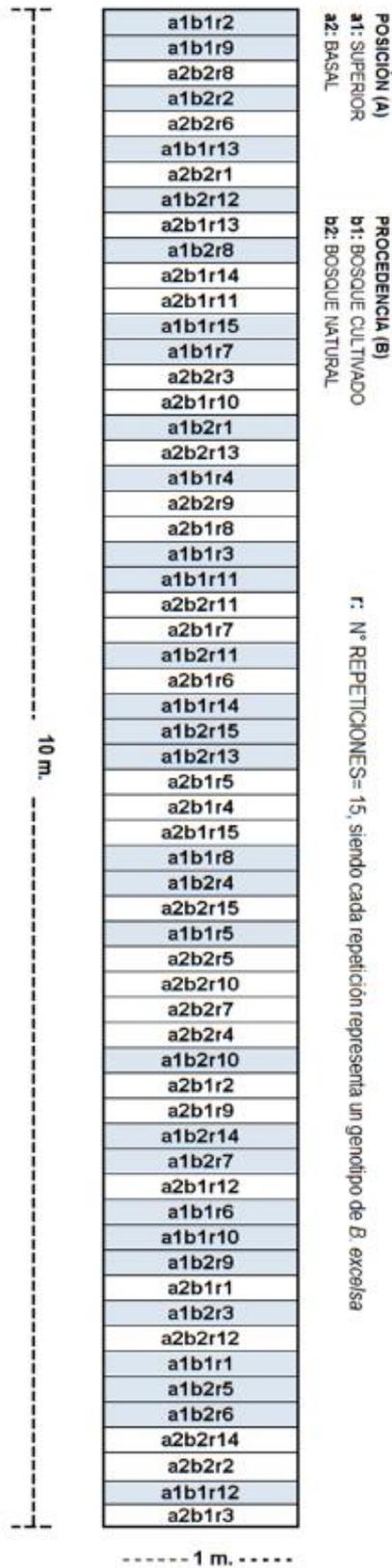
		Operacionalidad de las variables			
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Índice
<b>Variable Independiente (X):</b> X <sub>1</sub> : Posición de las almendras en el pixidio (A)	Disposición de la semilla en el pixidio conforme la posición y desarrollo del óvulo fecundado.	La posición de crecimiento de la semilla en el fruto y presenta una característica particular según su ubicación en el fruto, siendo basal con un tamaño mayor a los ubicados en la parte superior del pixidio.	Factor A en estudio	X <sub>1.1</sub> : Basal	Base del pixidio
				X <sub>1.2</sub> : Superior	Parte superior del pixidio
X <sub>2</sub> : Procedencia de los árboles (B)	Lugar de desarrollo de un individuo (árbol) adulto de castaña, sea de regeneración natural (una población) o cultivado siguiendo el proceso de producción de planta en vivero.	Plantas de castaña de Bosque cultivado y plantas de Bosques naturales.	Factor B en estudio	X <sub>2.1</sub> : Plantas Cultivadas	Número
				X <sub>2.2</sub> : Plantas de Bosque Natural	Número
<b>Variable dependiente (Y):</b> Y: crecimiento de las plántulas.	Aumento irreversible de las dimensiones del organismo, donde se involucran un aumento irreversible de la masa celular, la formación de nuevas estructuras en las células y en toda la planta.	Proceso que nos permite cuantificar y diferenciar los efectos genéticos y los ambientales en el proceso de desarrollo de una planta sometida a un determinado tratamiento.	Parámetro fisiológico	Y <sub>1</sub> : Porcentaje de germinación Total (1)	Porcentaje
			Parámetros vegetativos	Y <sub>2</sub> : Longitud del tallo de plántulas: Se mide desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja superior.	Centímetros
				Y <sub>3</sub> : Longitud de la raíz de plántulas: Se mide desde el cuello de la raíz principal hasta la cofia.	Centímetros

			Y <sub>4</sub> : Diámetro del tallo de la planta	Milímetros
			Y <sub>5</sub> : Diámetro de la base o cuello de la raíz	Milímetros
			Y <sub>6</sub> : Longitud polar de semilla: Longitud de distancia entre ambos polos de la semilla	Milímetros
			Y <sub>7</sub> : Diámetro ecuatorial 1: Diámetro de la parte media de la semilla de la zona más gruesa de la semilla	Milímetros
			Y <sub>8</sub> : Diámetro ecuatorial 2: Diámetro de la parte media de la semilla de la zona menos gruesa de la semilla	Milímetros

(1) Es la que considera la germinación normal y anormal

## ANEXO 03

(Croquis del ensayo)



## Anexo 4



Fig. 01: escarificación de semillas.



Fig. 02: colando el sustrato (arena)



Fig. 03: colocando el sustrato



Fig. 04: Hirviendo el agua



Fig. 05: Desinfectando el sustrato



Fig. 06: Desinfectando las semillas



Fig. 07: Oreando las semillas

Fig. 08: marcando para instalación



Fig. 09: Instalando el experimento



Fig. 10: Espolvoreando insecticida



Fig. 11: Las plántulas listas para evaluar

Fig.12: sacando las plántulas



Fig. 13: Midiendo altura de tallo



Fig. 14: Midiendo longitud de tallo



Fig. 15: Midiendo el diámetro de la semilla



Fig. 16: separando el tallo de la raíz

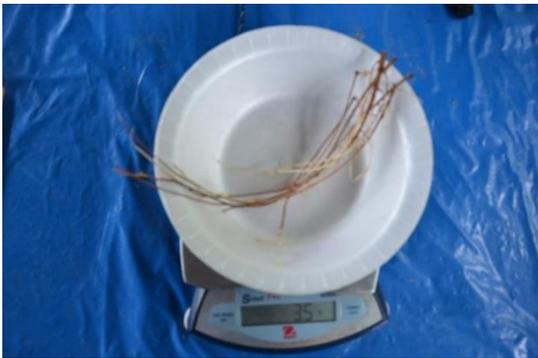


Fig.17: Pesando de la parte radicular



Fig. 18: Pesando la parte aérea



Fig. 19: Tipos de germinación



Fig. 20: secado en el horno



Fig. 21: Masa seca parte aérea



Fig.22: Masa seca de la parte radicular



Fig. 24: masa seca de semilla

## ANEXO 5

INFORMACION DE MEDIAS DE LA BASE DE DATOS																						
Posición	Bosque	rep	GN	GA	NH	DA C	ALT	DA R	LRA	MFP A	MSP A	MFP R	MSP R	MS T	MFT	IE	IL	BS_B R	ICD	DP	DE1	DE2
Basal	Cultivado	1	72	28	8,13	3,29	31,13	2,34	23,31	6,00	2,21	1,01	0,34	2,56	7,01	9,47	0,36	6,45	0,16	39,64	15,34	18,71
Basal	Cultivado	2	88	12	6,44	3,41	27,34	2,41	22,04	4,36	1,74	0,70	0,28	2,03	5,06	8,03	0,40	6,18	0,14	35,96	13,54	17,30
Basal	Cultivado	3	92	6	5,57	2,77	26,08	2,15	22,50	4,87	1,93	1,11	0,40	2,33	5,98	9,40	0,39	4,80	0,16	33,91	13,32	16,42
Basal	Cultivado	4	44	52	9,21	3,33	33,45	1,92	19,69	10,68	4,02	1,47	0,64	4,66	12,15	10,03	0,38	6,32	0,28	37,22	13,93	16,70
Basal	Cultivado	5	64	28	6,57	3,20	28,59	2,18	22,79	5,40	2,54	0,80	0,37	2,91	6,20	8,95	0,47	6,83	0,18	42,16	14,97	17,65
Basal	Cultivado	6	72	20	7,38	3,10	33,07	2,19	20,42	7,35	3,02	0,98	0,31	3,33	8,33	10,66	0,40	9,76	0,16	43,30	14,53	18,57
Basal	Cultivado	7	92	8	6,67	3,57	35,60	2,58	22,29	5,01	2,01	0,88	0,34	2,35	5,89	9,99	0,40	5,83	0,15	35,56	12,69	16,78
Basal	Cultivado	8	64	34	5,32	2,88	22,07	2,10	22,27	3,19	1,27	0,66	0,24	1,51	3,85	7,66	0,39	5,39	0,12	35,57	15,48	17,98
Basal	Cultivado	9	56	34	8,71	3,05	38,91	2,17	23,17	6,47	2,52	0,60	0,46	2,98	7,07	12,77	0,42	5,53	0,16	34,36	13,68	15,48
Basal	Cultivado	10	52	46	6,27	3,26	37,78	1,94	23,28	7,68	2,21	1,60	0,65	2,86	9,28	11,59	0,31	3,39	0,19	39,89	13,37	17,35
Basal	Cultivado	11	72	14	6,61	3,06	30,99	2,33	22,03	3,38	1,57	0,74	0,33	1,90	4,12	10,13	0,46	4,72	0,13	31,61	10,77	15,22
Basal	Cultivado	12	66	32	5,43	2,61	25,51	1,62	20,89	3,50	1,42	0,51	0,23	1,65	4,01	9,77	0,41	6,31	0,10	31,68	12,48	16,28
Basal	Cultivado	13	70	28	4,41	2,05	16,68	1,25	17,23	3,43	1,19	0,70	0,20	1,39	4,13	8,12	0,34	5,82	0,10	35,10	13,13	17,34
Basal	Cultivado	14	72	12	6,57	3,23	28,46	2,44	18,62	5,01	1,97	0,90	0,35	2,32	5,91	8,82	0,39	5,61	0,16	33,79	13,19	16,58
Basal	Cultivado	15	80	20	7,54	3,31	31,22	2,62	24,13	6,68	2,58	1,01	0,38	2,96	7,69	9,44	0,39	6,73	0,18	37,85	13,31	17,41
Basal	Natural	1	64	16	7,50	3,07	25,50	2,09	19,80	3,94	1,50	0,61	0,32	1,81	4,55	8,31	0,40	4,72	0,14	36,35	13,61	17,41
Basal	Natural	2	72	22	7,43	3,47	38,28	3,48	22,19	5,57	2,11	0,95	0,31	2,42	6,52	11,04	0,37	6,79	0,14	41,66	15,59	18,69

Basal	Natural	3	76	18	7,58	3,15	37,05	2,24	20,76	3,55	1,34	0,57	0,22	1,56	4,12	11,77	0,38	6,08	0,09	41,17	15,09	18,33
Basal	Natural	4	82	18	7,73	3,29	33,67	2,52	19,02	3,50	1,68	0,87	0,27	1,94	4,37	10,24	0,44	6,31	0,12	37,25	13,65	16,35
Basal	Natural	5	70	28	7,36	3,16	32,29	2,23	22,44	5,45	2,15	0,94	0,39	2,53	6,39	10,21	0,40	5,53	0,16	33,62	13,15	15,19
Basal	Natural	6	34	32	6,71	2,93	28,84	1,88	18,45	7,95	3,11	1,25	0,48	3,59	9,20	9,84	0,39	6,53	0,22	38,18	15,89	17,72
Basal	Natural	7	50	44	5,33	2,68	23,68	1,68	21,26	3,75	1,40	0,45	0,19	1,60	4,20	8,85	0,38	7,25	0,10	36,58	11,86	16,36
Basal	Natural	8	76	16	5,73	2,91	26,13	2,35	18,65	2,84	1,07	0,39	0,18	1,25	3,23	8,98	0,39	6,03	0,08	39,35	15,56	18,88
Basal	Natural	9	54	20	5,11	2,41	16,21	1,60	16,81	3,18	2,05	0,47	0,30	2,35	3,65	6,72	0,65	6,84	0,17	37,22	13,45	17,10
Basal	Natural	10	84	12	6,93	3,45	32,55	3,30	23,58	6,58	2,51	0,91	0,31	2,82	7,49	9,43	0,38	8,11	0,16	36,83	15,49	18,36
Basal	Natural	11	84	8	5,87	2,95	23,93	2,08	16,94	3,84	1,66	0,95	0,25	1,91	4,79	8,11	0,40	6,59	0,13	33,21	14,13	17,11
Basal	Natural	12	72	26	6,25	2,85	23,06	1,90	20,24	6,19	2,41	0,70	0,28	2,69	6,89	8,08	0,39	8,47	0,16	45,54	14,32	17,46
Basal	Natural	13	30	8	10,13	3,73	44,86	2,94	22,52	7,80	2,95	1,05	0,46	3,41	8,85	12,03	0,39	6,37	0,19	39,13	15,49	16,68
Basal	Natural	14	94	4	6,86	2,87	30,74	2,39	18,42	4,69	1,84	0,82	0,28	2,11	5,51	10,72	0,38	6,63	0,12	39,95	14,34	18,87
Basal	Natural	15	84	16	5,46	2,78	23,12	1,83	17,45	3,49	1,45	0,59	0,30	1,75	4,08	8,33	0,43	4,87	0,13	36,56	14,00	17,70
Superior	Cultivado	1	66	32	8,03	3,18	30,99	2,39	18,01	4,75	2,15	0,61	0,30	2,44	5,36	9,75	0,46	7,28	0,14	36,21	15,02	19,71
Superior	Cultivado	2	76	18	8,57	3,25	35,97	2,51	20,74	5,41	2,21	1,20	0,42	2,63	6,61	11,08	0,40	5,26	0,16	34,34	13,48	18,38
Superior	Cultivado	3	76	20	7,68	3,04	30,45	2,46	19,56	4,82	1,74	0,91	0,29	2,03	5,73	10,01	0,35	5,91	0,13	32,91	14,01	17,43
Superior	Cultivado	4	34	62	8,81	3,32	27,91	1,72	17,10	6,82	2,53	0,75	0,31	2,84	7,57	8,41	0,37	8,30	0,17	33,20	14,18	17,38
Superior	Cultivado	5	70	26	5,34	2,92	21,71	1,92	15,91	2,92	1,11	0,43	0,17	1,29	3,35	7,44	0,38	6,39	0,09	38,31	13,38	19,36
Superior	Cultivado	6	74	22	9,27	3,63	38,81	2,51	19,33	5,84	2,18	0,63	0,25	2,43	6,47	10,70	0,38	8,83	0,12	41,89	14,93	20,16
Superior	Cultivado	7	80	16	9,35	3,57	33,53	2,48	16,64	5,72	1,97	0,68	0,29	2,26	6,40	9,41	0,35	6,81	0,14	33,12	14,17	17,64

Superior	Cultivado	8	42	54	6,52	2,92	22,98	1,70	13,87	3,28	1,28	0,72	0,20	1,48	4,00	7,87	0,37	6,35	0,10	33,22	14,08	18,58
Superior	Cultivado	9	78	22	10,82	3,90	34,83	2,84	23,04	6,19	2,49	0,36	0,27	2,76	6,55	8,93	0,42	9,07	0,15	31,46	14,15	15,95
Superior	Cultivado	10	32	46	8,81	3,23	36,86	1,78	19,10	5,52	2,23	0,98	0,39	2,61	6,50	11,42	0,40	5,78	0,15	39,20	14,21	19,39
Superior	Cultivado	11	64	22	7,13	3,11	25,30	2,46	17,36	2,80	1,14	0,56	0,26	1,41	3,36	8,13	0,42	4,34	0,11	28,83	13,10	16,63
Superior	Cultivado	12	46	50	8,24	3,41	30,20	1,86	18,00	4,27	1,66	0,42	0,18	1,84	4,68	8,86	0,39	9,24	0,10	30,17	14,15	17,03
Superior	Cultivado	13	52	32	7,31	2,90	25,77	1,75	14,56	5,83	2,11	0,83	0,28	2,39	6,67	8,88	0,36	7,64	0,14	33,06	14,05	18,26
Superior	Cultivado	14	52	38	8,77	3,51	32,41	2,46	18,29	7,42	2,91	1,20	0,43	3,34	8,62	9,23	0,39	6,73	0,21	32,74	13,36	16,38
Superior	Cultivado	15	46	54	8,57	3,36	30,57	2,16	21,02	3,92	1,58	0,47	0,21	1,79	4,38	9,10	0,41	7,44	0,11	36,14	14,57	19,32
Superior	Natural	1	38	26	8,63	2,96	30,61	2,31	15,92	3,70	1,88	0,28	0,22	2,10	3,98	10,35	0,53	8,60	0,11	34,60	14,04	17,82
Superior	Natural	2	78	16	8,84	3,65	37,80	2,95	20,89	7,21	2,72	1,07	0,39	3,11	8,28	10,37	0,38	6,99	0,18	40,94	15,09	18,11
Superior	Natural	3	38	28	8,33	3,30	31,39	2,26	15,24	6,22	2,38	0,97	0,29	2,67	7,18	9,50	0,37	8,15	0,15	39,53	16,44	18,86
Superior	Natural	4	88	8	5,90	2,82	23,58	2,40	14,13	3,74	1,42	0,74	0,21	1,63	4,48	8,36	0,36	6,65	0,11	36,79	13,34	17,10
Superior	Natural	5	76	18	9,41	3,40	32,19	2,92	16,61	5,16	1,93	0,55	0,27	2,20	5,71	9,47	0,38	7,10	0,13	37,57	15,33	21,37
Superior	Natural	6	48	28	6,21	2,82	25,01	2,04	16,07	6,65	2,94	1,23	0,37	3,31	7,88	8,87	0,42	7,93	0,20	35,76	15,60	18,88
Superior	Natural	7	46	26	5,90	3,20	20,09	1,73	16,04	3,82	1,44	0,58	0,23	1,67	4,40	6,28	0,38	6,36	0,13	33,78	13,25	17,04
Superior	Natural	8	72	10	5,91	2,95	24,02	2,59	13,59	2,20	0,85	0,30	0,12	0,97	2,50	8,15	0,39	7,27	0,06	37,31	15,95	19,35
Superior	Natural	9	88	0	5,62	2,87	20,50	1,98	18,98	2,13	0,76	0,47	0,14	0,89	2,60	7,13	0,34	5,57	0,07	34,77	13,15	18,60
Superior	Natural	10	82	6	7,80	3,13	30,08	2,77	17,52	5,21	2,03	0,75	0,27	2,30	5,96	9,61	0,39	7,51	0,13	34,33	14,29	17,95
Superior	Natural	11	86	4	5,51	2,90	21,94	2,68	15,36	3,20	1,10	0,82	0,22	1,32	4,02	7,56	0,33	5,11	0,10	32,20	13,50	18,18
Superior	Natural	12	70	20	6,47	2,83	26,86	1,97	12,41	4,56	1,62	0,46	0,14	1,76	5,02	9,48	0,35	11,64	0,08	42,72	16,20	18,83



## ANEXO 6

### Tablas anova

**Tabla 1.** Prueba no Paramétrica de Kruskal-Wallis para la germinación normal (%) en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

F.V.	GL	D.E.	Medianas	H	P value	Sig.
Posición	1	16,25-18,7	72-70	1,30	0,254	ns
Procedencia	1	16,09-19,27	28-72	1,01	0,313	ns
Posición*Procedencia	3			3,20	0,360	ns
(Basal*Cultivada)		13,86	72	-	-	-
(Basal*Natural)		18,78	72	-	-	-
(Superior*Cultivada)		16,64	64	-	-	-
(Superior*Natural)		20,38	72	-	-	-

**Tabla 2.** Análisis de varianza para la germinación anormal (%) en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

F.V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	2,82	281,700	1,493	0,227	ns
Procedencia	1	17,28	1728,100	9,157	0,004	**
Posición*Procedencia	1	3,75	375,000	1,987	0,164	ns
Residuals	56	105,68	188,700			
Total	59	129,53				
CV (%)	33.81					

Signif. codes: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1; ns: no significativo

**Tabla 3.** Análisis de varianza para número de hojas en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

F.V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	11,99	11,99	6,56	0,013	*
Procedencia	1	4,09	4,09	2,24	0,140	ns
Posición: Procedencia	1	5,38	5,38	2,94	0,092	ns
Residuals	56	102,35	1,83			
Total	59	123,81				

Signif. codes: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1; ns: no significativo

**Tabla 4.** Análisis de varianza para la altura de las plántulas en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	7,1	7,140	0,200	0,656	ns
Procedencia	1	55,0	55,030	1,541	0,220	ns
Posición:Procedencia	1	31,6	31,570	0,884	0,351	ns
Residuals	56	1999,8	35,710			

Total	59					
-------	----	--	--	--	--	--

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1; ns: no significativo

**Tabla 5.** Análisis de varianza para la longitud de raíz de las plántulas en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	213,04	213,04	42,648	0,000	***
Procedencia	1	62,14	62,14	12,439	0,001	***
Posición:Procedencia	1	1,29	1,29	0,258	0,613	
Residuals	56	279,74	5,00			
Total	59	556,210				

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1; ns: no significativo

**Tabla 6.** Análisis de varianza para el diámetro de la altura del cuello (DAC) de las plántulas en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	0,243	0,243	2,385	0,128	Ns
Procedencia	1	0,179	0,179	1,758	0,190	Ns
Posición:Procedencia	1	0,099	0,099	0,973	0,328	ns
Residuals	56	5,711	0,102			
total	59	6,232				

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1; ns: no significativo

**Tabla 7.** Análisis de varianza para diámetro de La raíz en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	0.039	0.039	0.209	0.650	ns
Procedencia	1	0.344	0.344	1.861	0.178	ns
Posición:Procedencia	1	0.000	0.000	0.000	1.000	ns
Residuals	56	10.339	0.185			
Total	59	10.722				

**Tabla 8.** Análisis de varianza para la biomasa fresca de la parte aérea de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	2.920	2.917	1.033	0.314	ns
Procedencia	1	6.410	6.409	2.270	0.138	ns
Posición: Procedencia	1	0.050	0.052	0.018	0.892	ns
Residuals	56	158.120	2.824			
Total	59	167.500				

**Tabla 9.** Análisis de varianza para la biomasa fresca de la parte radicular de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	sig
Posición	1	0.295	0.295	3.863	0.054	ns
Procedencia	1	0.119	0.119	1.554	0.218	ns
Posición:Procedencia	1	0.044	0.044	0.579	0.450	ns
Residuals	56	4.282	0.076			
Total	59	4.740				

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Tabla 10.** Análisis de varianza para la biomasa seca de la parte aérea de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	0.670	0.670	1.673	0.201	ns
Procedencia	1	0.696	0.696	1.737	0.193	ns
Posición:Procedencia	1	0.005	0.005	0.011	0.916	ns
Residuals	56	22.418	0.400			
Total	59					

**Tabla 11.** Análisis de varianza para la biomasa seca de la parte radicular de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	0.086	0.086	9.125	0.004	**
Procedencia	1	0.048	0.048	5.058	0.028	*
Posición:Procedencia	1	0.001	0.001	0.129	0.721	
Residuals	56	0.527	0.009			
Total	59	0.662				

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Tabla 12.** Análisis de varianza para biomasa fresca total de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	5.080	5.081	1.422	0.238	ns
Procedencia	1	8.270	8.273	2.316	0.134	ns
Posición:Procedencia	1	0.190	0.193	0.054	0.817	ns
Residuals	56	200.070	3.573			
Total	59	213.610				

**Tabla 13.** Análisis de varianza para biomasa seca total de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	1.238	1.238	2.454	0.123	ns
Procedencia	1	1.126	1.126	2.231	0.141	ns
Posición:Procedencia	1	0.001	0.001	0.002	0.968	ns
Residuals	56	28.261	0.505			
Total	59	30.626				

**Tabla 14.** Análisis de varianza para relación de la biomasa total aérea con biomasa total seca de raíz de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	13.800	13.805	7.667	0.008	**
Procedencia	1	2.510	2.513	1.396	0.242	
Posición: Procedencia	1	0.110	0.114	0.064	0.802	
Residuals	56	100.830	1.801			
Total	59	117.250				

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Tabla 15.** Análisis de varianza para diámetro polar de la semilla de la parte radicular de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	51.400	51.410	4.769	0.033	*
Planta	1	60.100	60.120	5.577	0.022	*
Posición:Planta	1	1.700	1.690	0.156	0.694	
Residuals	56	603.700	10.780			
Total	59	716.900				

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Tabla 16.** Análisis de varianza para diámetro ecuatorial 1 de la semilla la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	3.130	3.128	2.855	0.097	
Procedencia	1	9.020	9.017	8.229	0.006	**
Posición:Procedencia	1	0.000	0.005	0.004	0.949	
Residuals	56	61.370	1.096			
Total	59	73.520				

**Tabla 17.** Análisis de varianza para diámetro ecuatorial 2 de la semilla la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Posición	1	17.620	17.615	13.974	0.000	***
Procedencia	1	3.140	3.142	2.493	0.120	
Posición: Procedencia	1	0.010	0.012	0.010	0.922	
Residuals	56	70.590	1.261			
Total	59	91.360				

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Tabla 18.** Análisis de varianza para efecto del índice de esbeltez de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig.
Posición	1	4.830	4.828	2.784	0.101	Ns
Procedencia	1	1.710	1.714	0.988	0.324	Ns
Posición: Procedencia	1	0.560	0.561	0.323	0.572	Ns
Residuals	56	97.100	1.734			
Total	59					

**Tabla 19.** Análisis de varianza para efectos del índice de lignificación de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

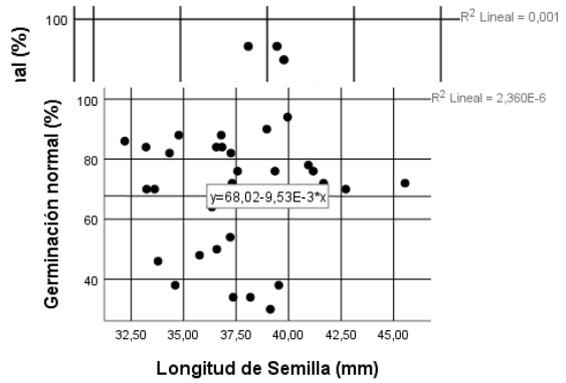
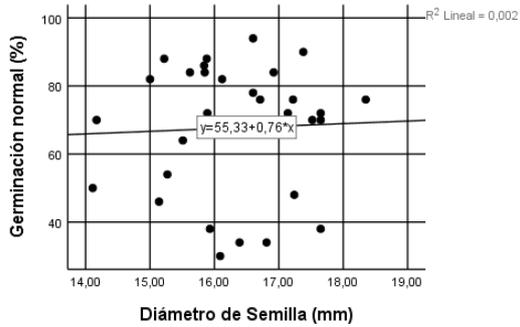
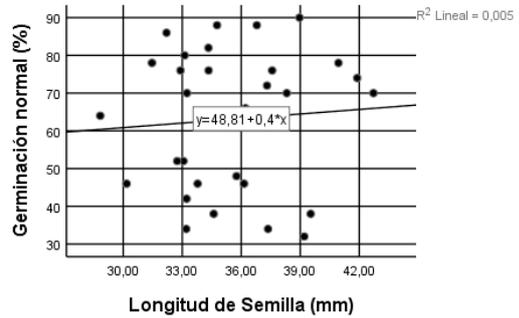
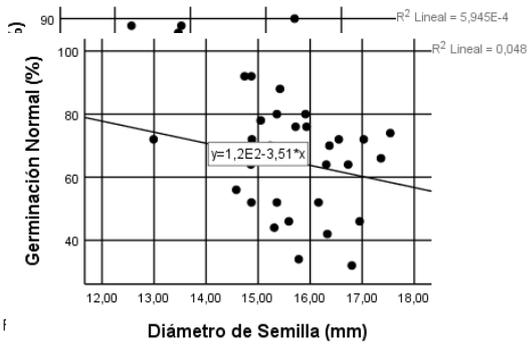
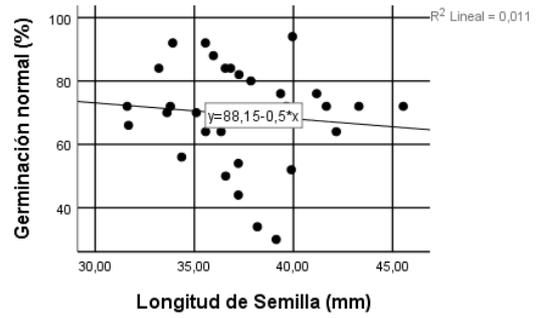
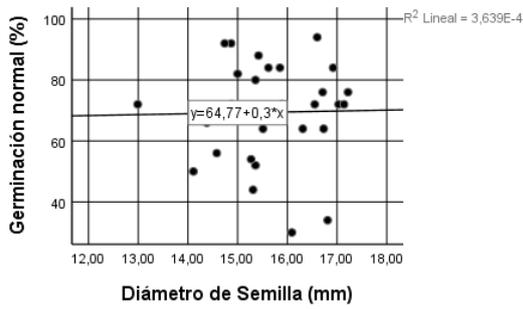
Factores	GL	D.E.	Medianas	H	P-value	Sig.
Posición	1	0.04-0.06	0.38-0.39	1.30	0.052	ns
Procedencia	1	0.03-0.06	0.39	1.01	0.416	ns
Posición*Procedencia	3			3.20	0.133	ns
Basal*Cultivada		0.04	0.39	-	-	-
Basal*Natural		0.07	0.39	-	-	-
Superior*Cultivada		0.03	0.39	-	-	-
Superior*Natural		0.05	0.38	-	-	-

**Tabla 20.** Análisis de varianza para efectos del índice de calidad de Dickson de la plántula en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural, Puerto Maldonado, 2018.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Sig
Posición	1	13.280	13.282	7.123	0.010	**
Planta	1	2.300	2.301	1.234	0.271	
Posición:Procedencia	1	0.120	0.115	0.062	0.805	
Residuals	56	104.420	1.865			
Total	59	120.120				

Signif. codes: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1; ns: no significativo

# Anexo 7



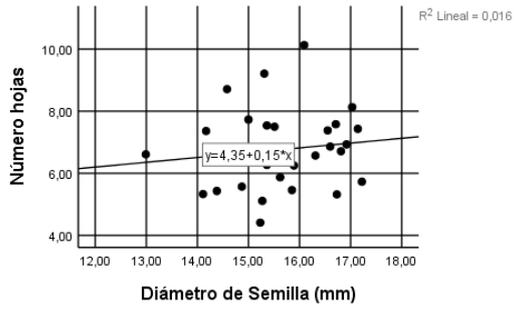


Fig. 09: Número de hojas vs Diámetro de semillas de distribución basal

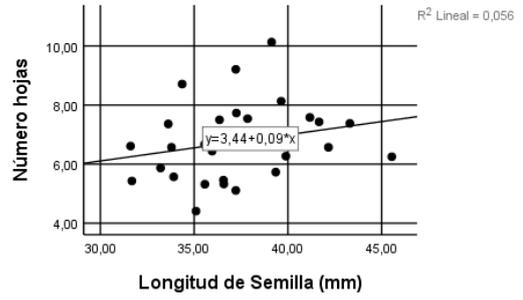


Fig. 10: Número de hojas vs Longitud de semillas de distribución basal

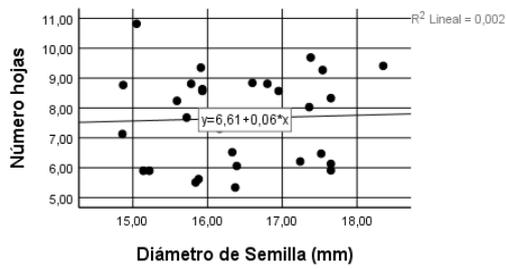


Fig. 11: Número de hojas vs Diámetro de semillas de distribución superior

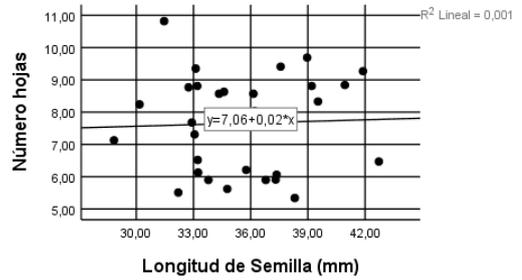


Fig. 12: Número de hojas vs Longitud de semillas de distribución superior

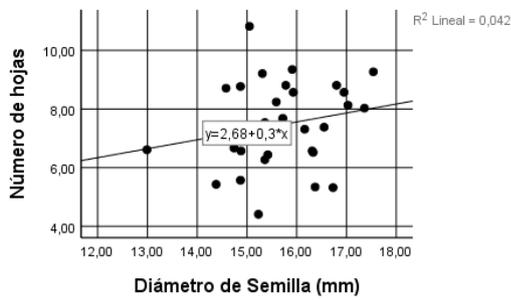


Fig. 13: Número de hojas vs Diámetro de semillas de bosque cultivado

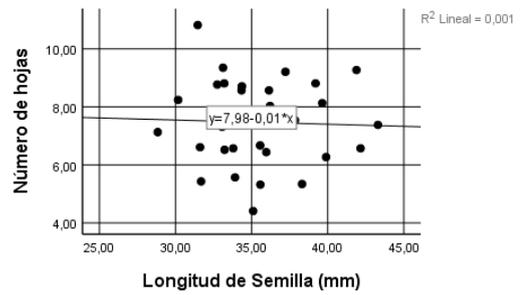


Fig. 14: Número de hojas vs Longitud de semillas de bosque cultivado

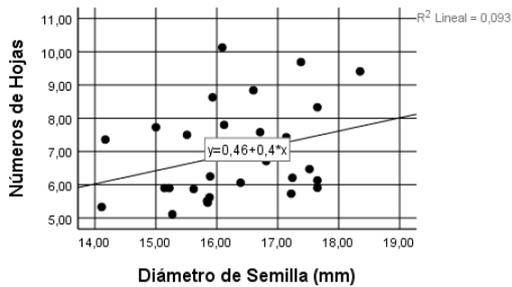


Fig. 15: Número de hojas vs Diámetro de semillas de bosque natural

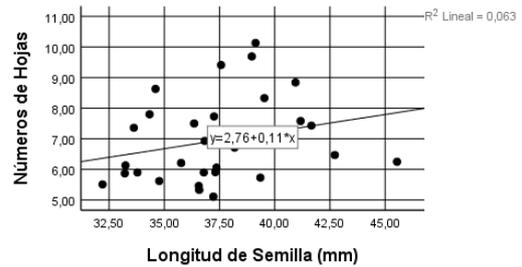


Fig. 16: Número de hojas vs longitud de semillas de bosque natural

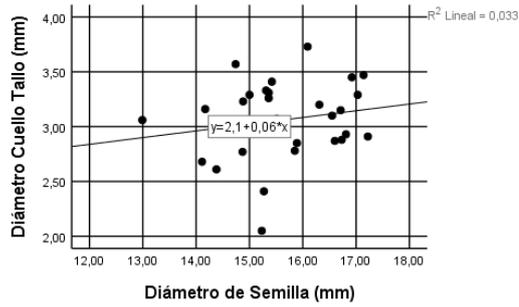


Fig. 17: Diámetro del cuello del tallo vs Diámetro de semillas de distribución basal

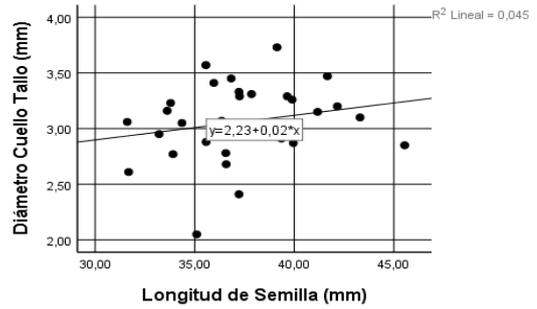


Fig. 18: Diámetro del cuello del tallo vs Longitud de semillas de distribución basal

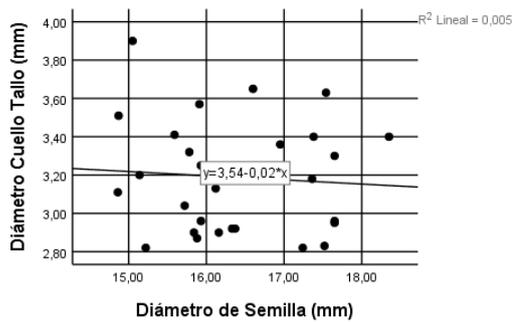


Fig. 19: Diámetro del cuello del tallo vs Diámetro de semillas de distribución superior

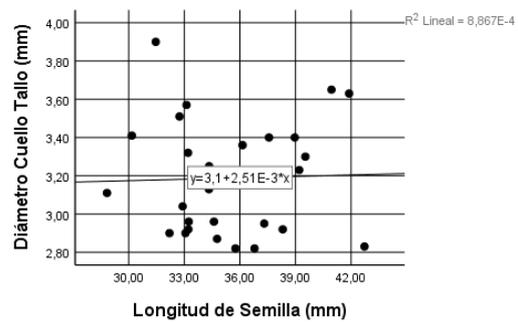


Fig. 20: Diámetro del cuello del tallo vs Longitud de semillas de distribución superior

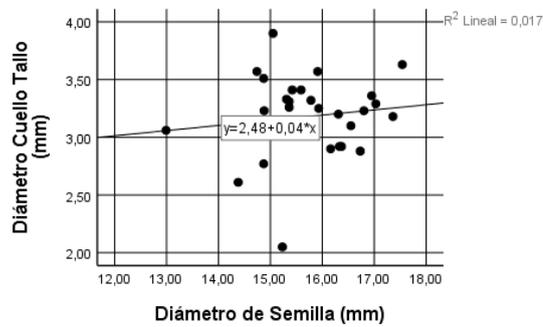


Fig. 21: Diámetro del cuello del tallo vs Diámetro de semillas de bosque cultivado

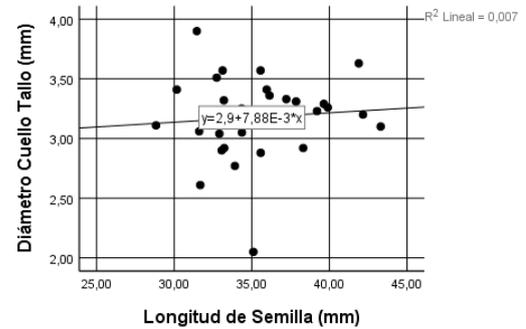


Fig. 22: Diámetro del cuello del tallo vs Longitud de semillas de bosque cultivado

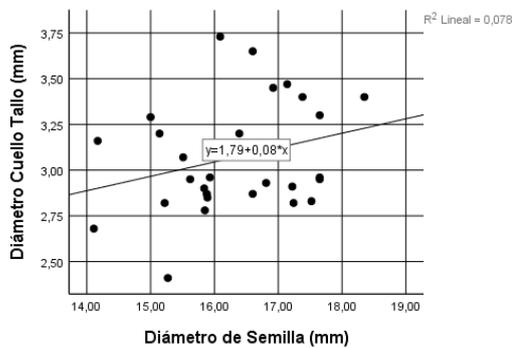


Fig. 23: Diámetro del cuello del tallo vs Diámetro de semillas de bosque natural

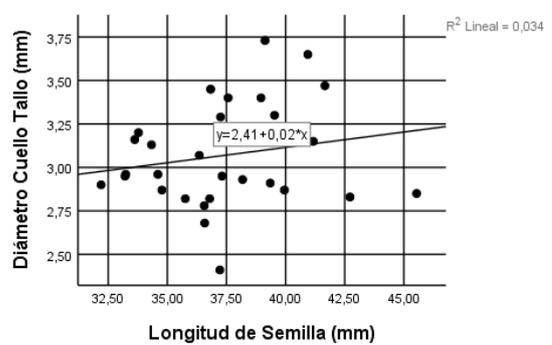


Fig. 24: Diámetro del cuello del tallo vs Longitud de semilla de bosque natural

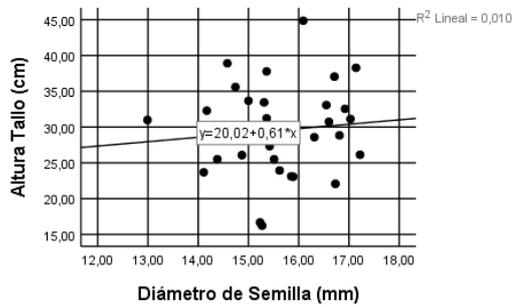


Fig. 25: Altura de tallo vs Diámetro de semillas de distribución basal

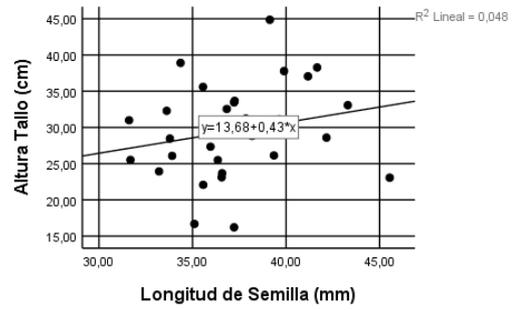


Fig. 26: Altura de tallo vs Longitud de semillas de distribución basal

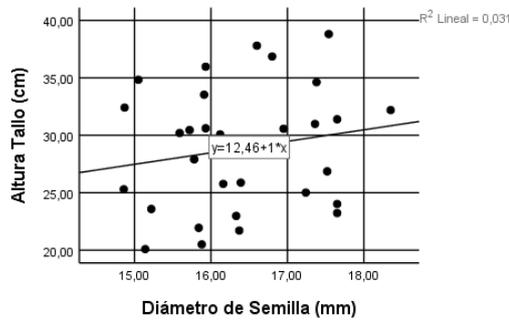


Fig. 27: Altura de tallo vs Diámetro de semillas de distribución superior

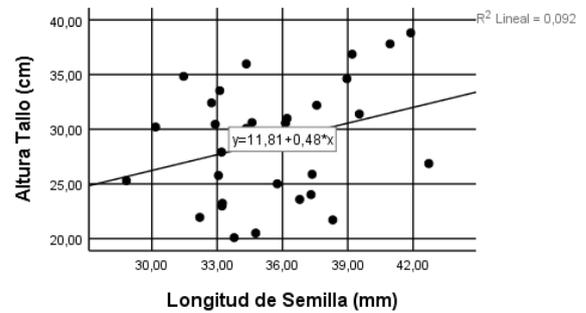


Fig. 28: Altura de tallo vs Longitud de semillas de distribución superior

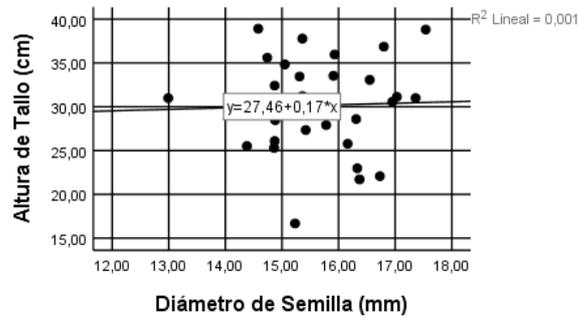


Fig. 29: Altura del tallo vs Diámetro de semillas de bosque cultivado

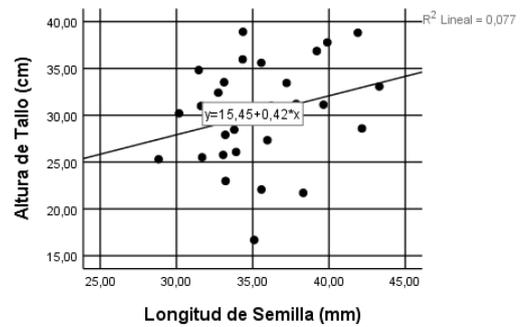


Fig. 30: Altura del tallo vs Longitud de semillas de bosque cultivado

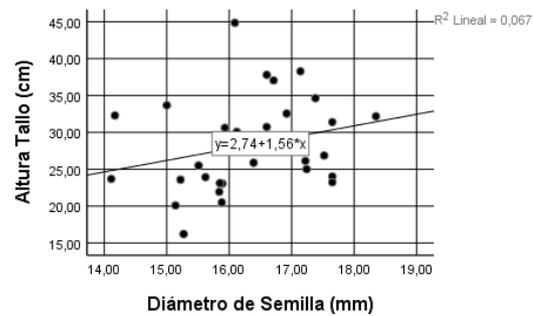


Fig. 31: Altura del tallo vs Diámetro de semilla de bosque natural

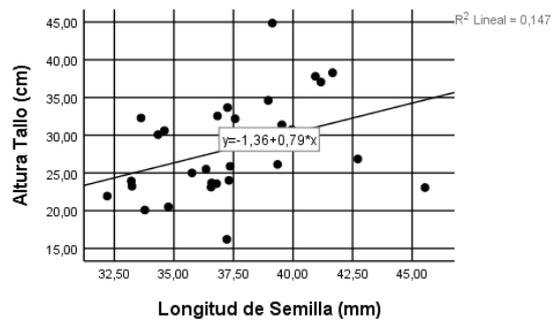


Fig. 32: Altura del tallo vs Longitud de semilla de bosque natural

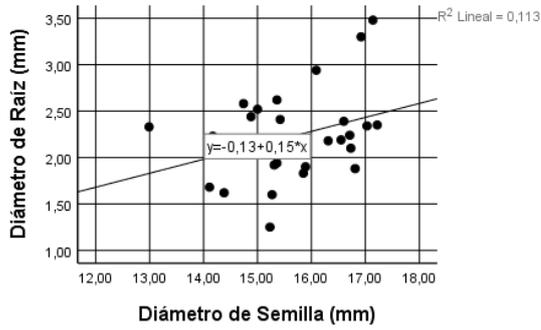


Fig. 33: Diámetro de raíz vs Diámetro de semillas de distribución basal

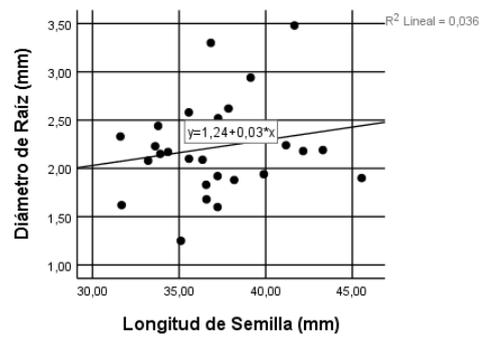


Fig. 34: Diámetro de raíz vs Longitud de semillas de distribución basal

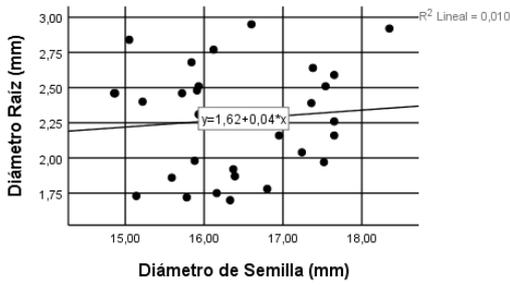


Fig. 35: Diámetro de raíz vs Diámetro de semillas de distribución superior

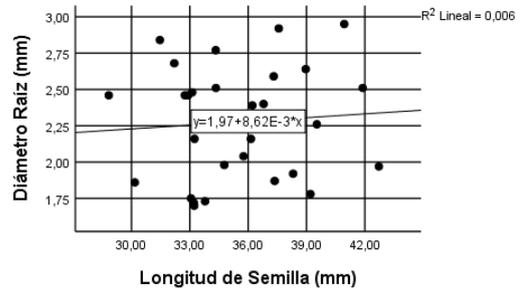


Fig. 36: Diámetro de raíz vs Longitud de semillas de distribución superior

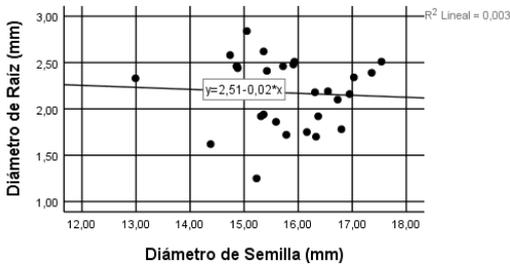


Fig. 37: Diámetro de raíz vs Diámetro de semillas de bosque cultivado

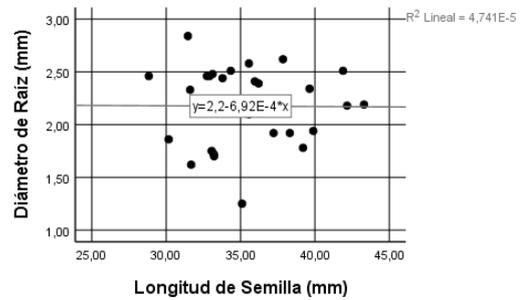


Fig. 38: Diámetro de raíz vs Longitud de semillas de bosque cultivado

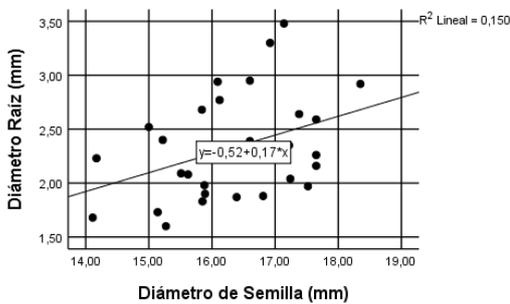


Fig. 39: Diámetro de raíz vs Diámetro de semilla de bosque natural

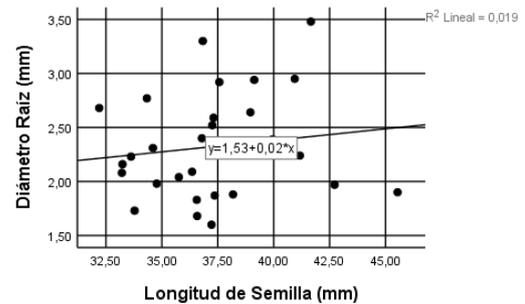


Fig. 40: Diámetro de raíz vs Longitud de semilla de bosque natural

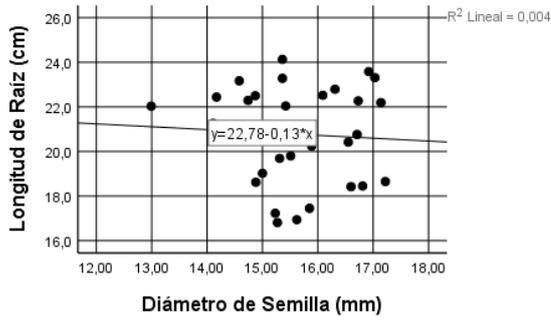


Fig.41: Longitud de raíz vs Diámetro de semilla de distribución basal

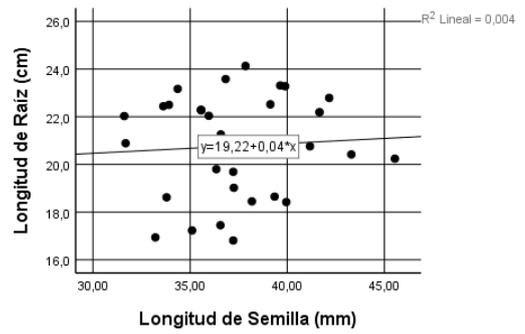


Fig.42: Longitud de raíz vs Longitud de semilla de distribución basal

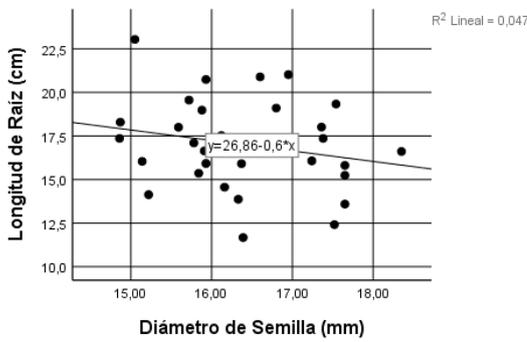


Fig. 43: Longitud de raíz vs Diámetro de semilla de distribución superior

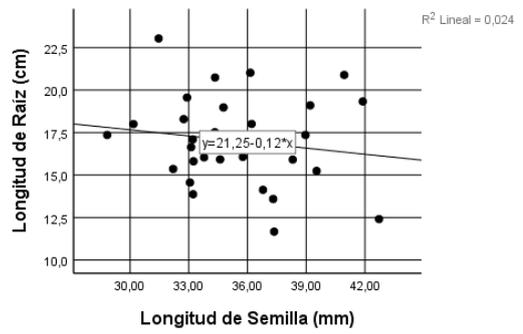


Fig. 44: Longitud de raíz vs Longitud de semilla de distribución superior

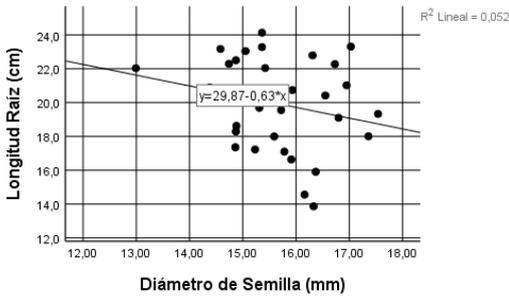


Fig. 45: Longitud de raíz vs Diámetro de semilla de bosque cultivado

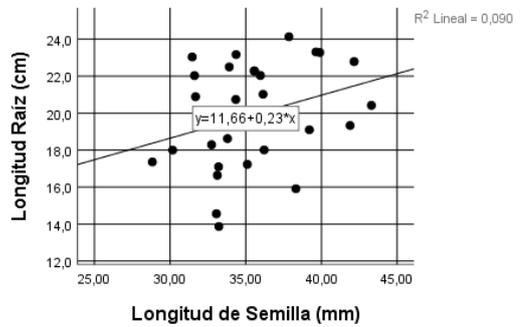


Fig. 46: Longitud de raíz vs Longitud de semilla de bosque cultivado

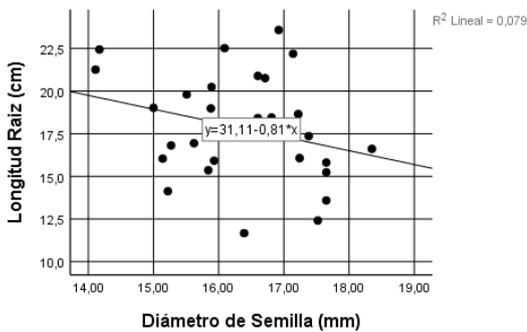


Fig. 47: Longitud de raíz vs Diámetro de semilla de bosque natural

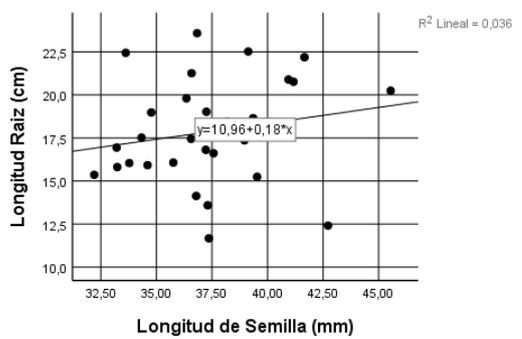


Fig. 48: Longitud de raíz vs Longitud de semilla de bosque natural

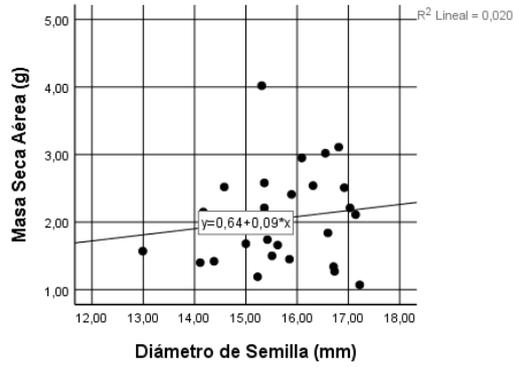


Fig. 49: Masa seca parte aérea vs Diámetro de semilla de distribución basal

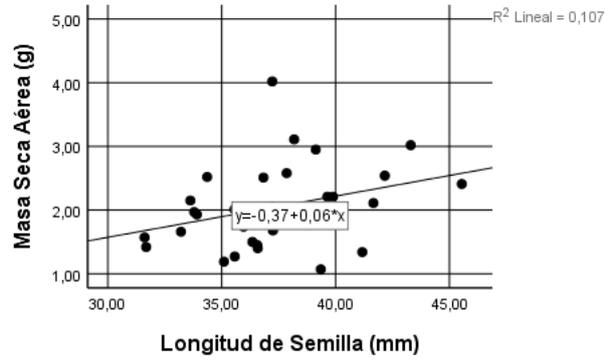


Fig. 50: Masa seca parte aérea vs Longitud de semilla de distribución basal

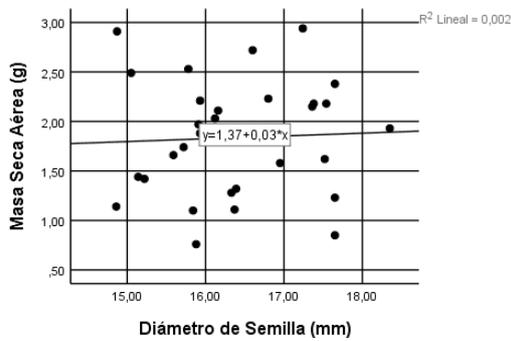


Fig. 51: Masa seca parte aérea vs Diámetro de semilla de distribución superior

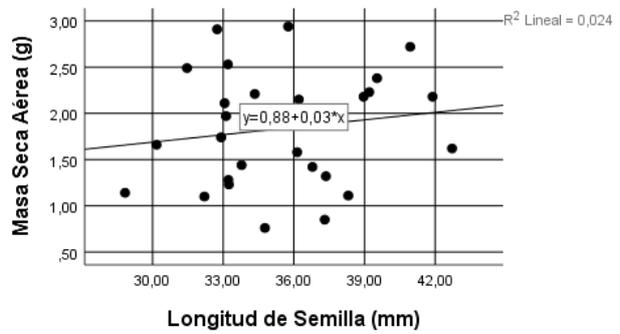


Fig. 52: Masa seca parte aérea vs Longitud de semilla de distribución superior

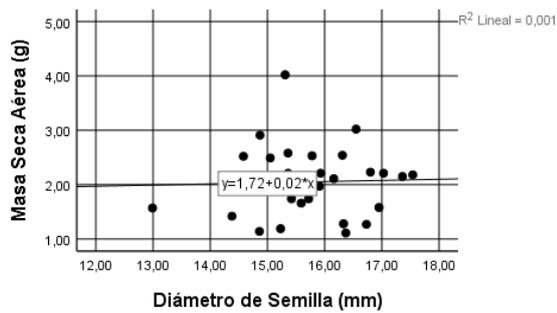


Fig. 53: Masa seca parte aérea vs Diámetro de semilla de bosque cultivado

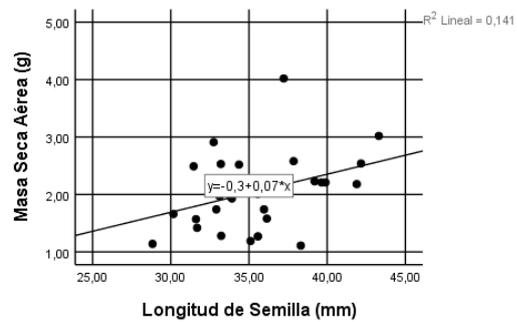


Fig. 54: Masa seca parte aérea vs Longitud de semilla de bosque cultivado

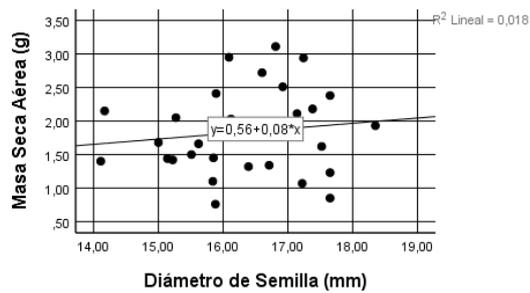


Fig. 55: Masa seca parte aérea vs Diámetro de semilla de bosque natural

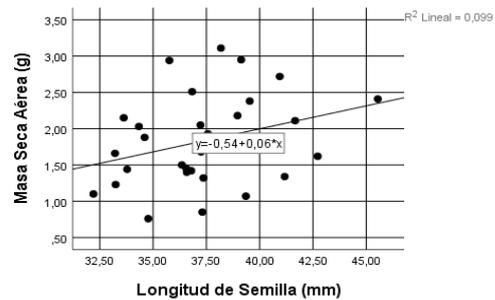


Fig. 56: Masa seca parte aérea vs Longitud de semilla de bosque natural

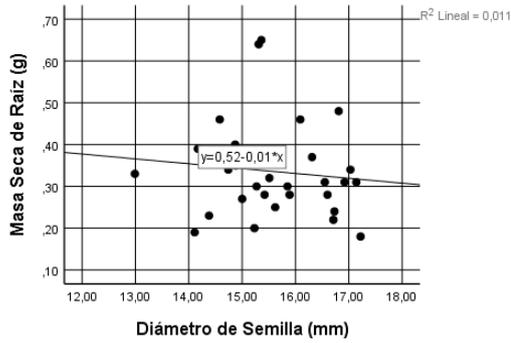


Fig. 57: Masa seca parte radicular vs Diámetro de semilla de distribución basal

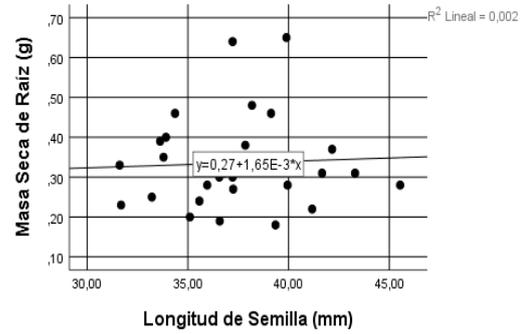


Fig. 58: Masa seca parte radicular vs Longitud de semilla de distribución basal

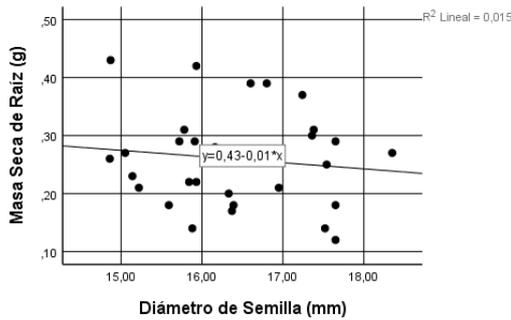


Fig. 59: Masa seca parte radicular vs Diámetro de semilla de distribución superior

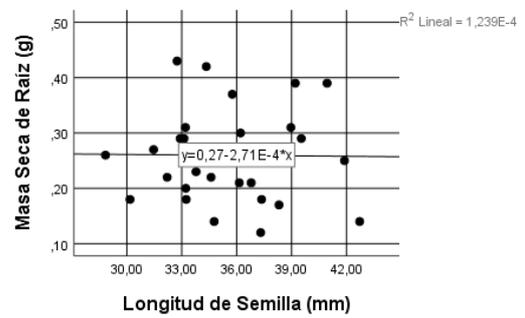


Fig. 60: Masa seca parte radicular vs Longitud de semilla de distribución superior

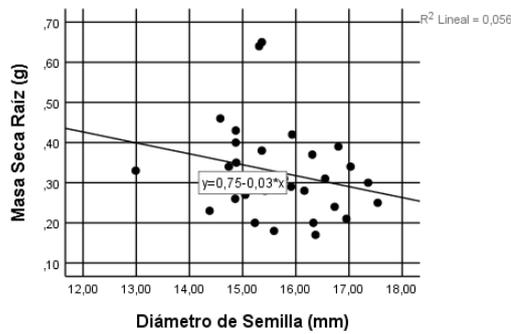


Fig. 61: Masa seca parte radicular vs Diámetro de semilla de bosque cultivado

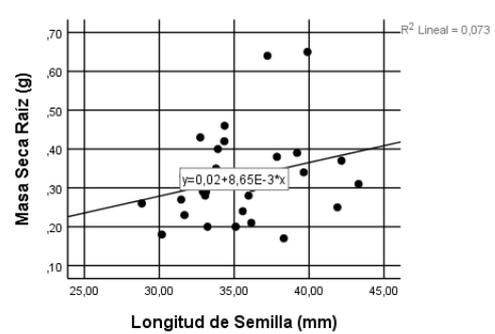


Fig. 62: Masa seca parte radicular vs Longitud de semilla de bosque cultivado

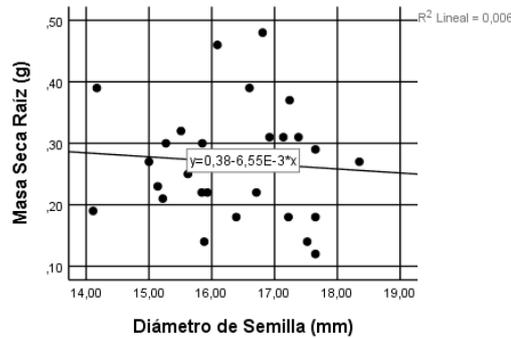


Fig. 63: Masa seca radicular vs Diámetro de semilla de bosque natural

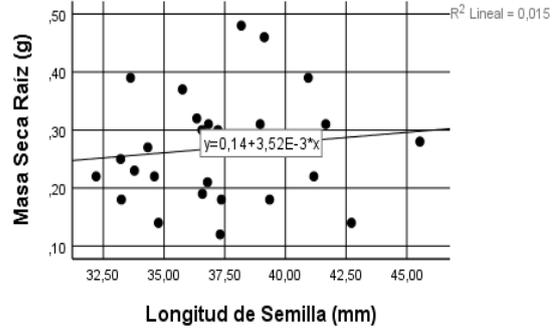


Fig. 64: Masa seca radicular vs Longitud de semilla de bosque natural

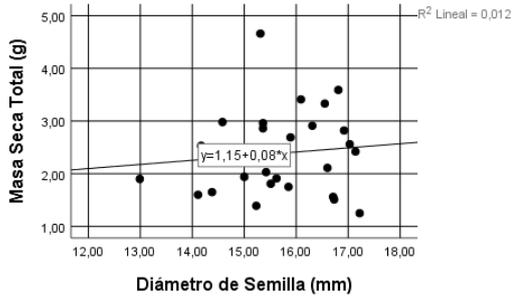


Fig.65: Masa seca total vs Diámetro de semilla de distribución basal

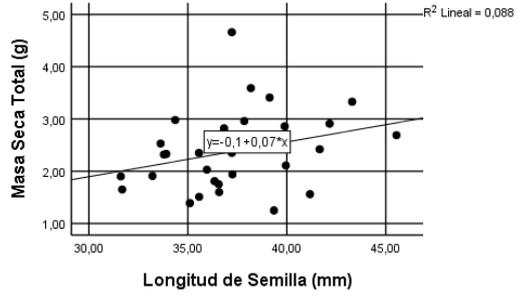


Fig.66: Masa seca total vs Longitud de semilla de distribución basal

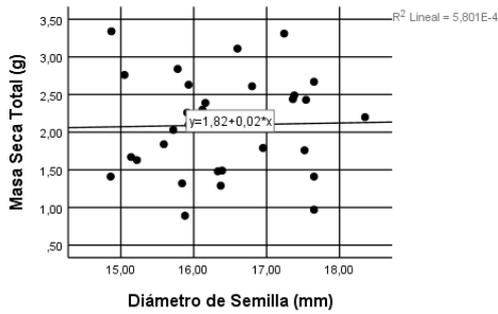


Fig.67: Masa seca total vs Diámetro de semilla de distribución superior

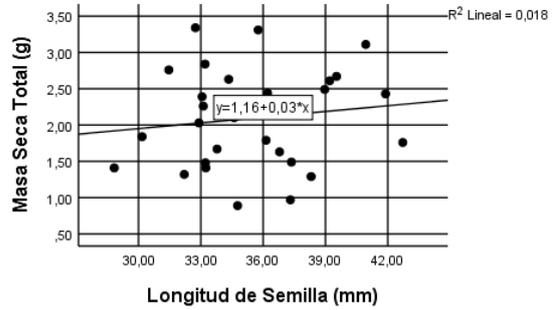


Fig.68: Masa seca total vs Longitud de semilla de distribución superior

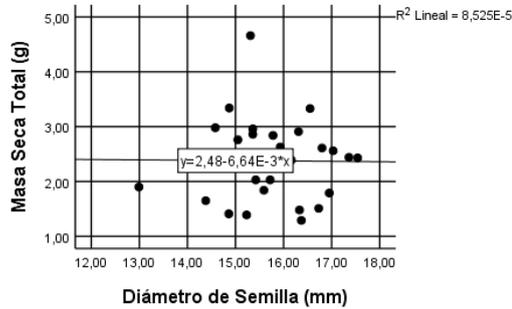


Fig. 69: Masa seca total vs Diámetro de semilla de bosque cultivado

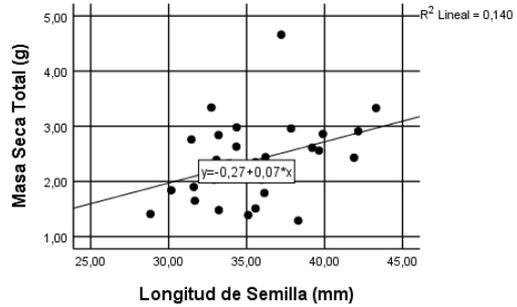


Fig. 70: Masa seca total vs Longitud de semilla de bosque cultivado

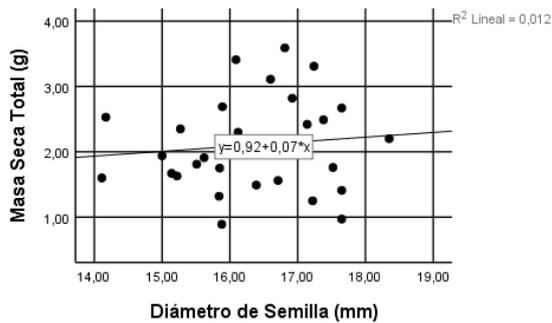


Fig. 71: Masa seca total vs Diámetro de semilla de bosque natural

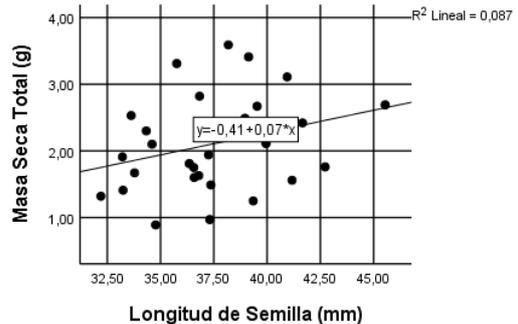


Fig. 72: Masa seca total vs Longitud de semilla de bosque natural

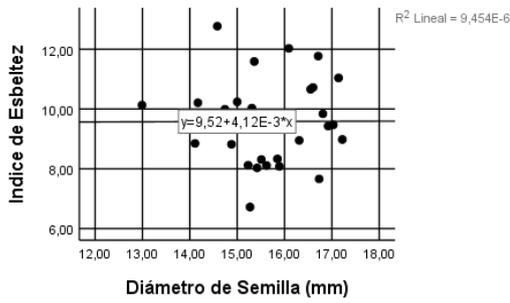


Fig.73: Índice de Esbeltez vs Diámetro de semilla de distribución basal

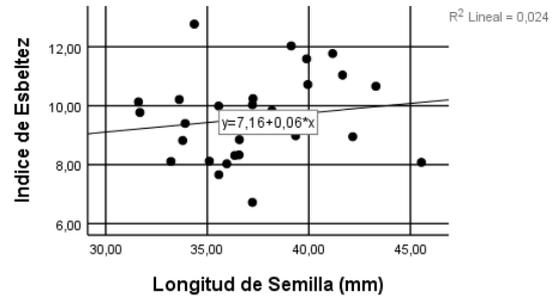


Fig.74: Índice de Esbeltez vs Longitud de semilla de distribución basal

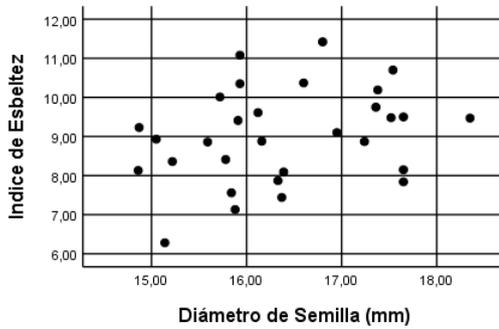


Fig.75: Índice de Esbeltez vs Diámetro de semilla de distribución superior

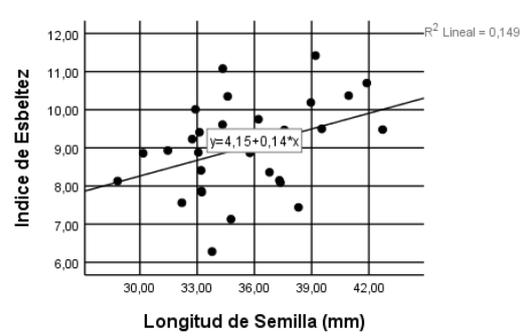


Fig.76: Índice de Esbeltez vs Longitud de semilla de distribución superior

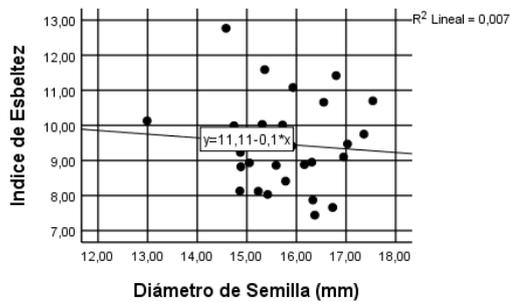


Fig. 77: Índice de Esbeltez vs Diámetro de semilla de bosque cultivado

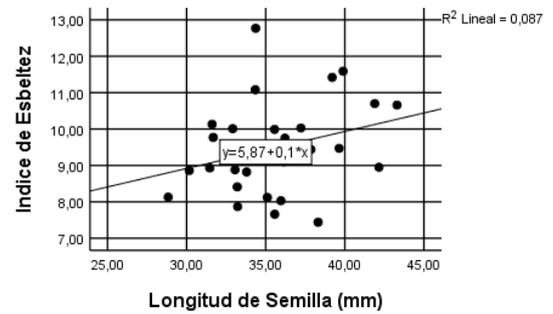


Fig. 78: Índice de Esbeltez vs Longitud de semilla de bosque cultivado

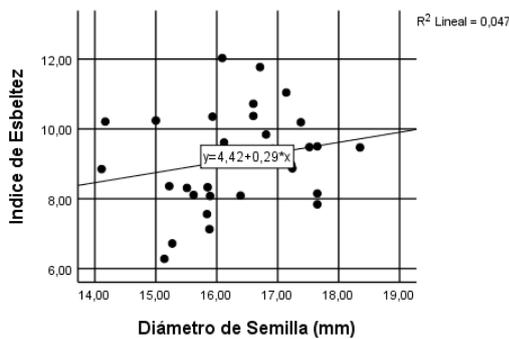


Fig. 79: Índice de Esbeltez vs Diámetro de semilla de bosque natural

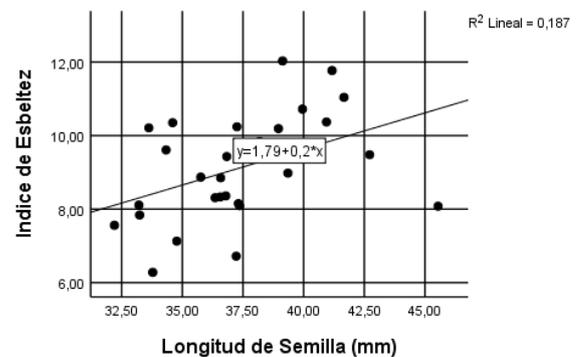


Fig. 80: Índice de Esbeltez vs Longitud de semilla de bosque natural

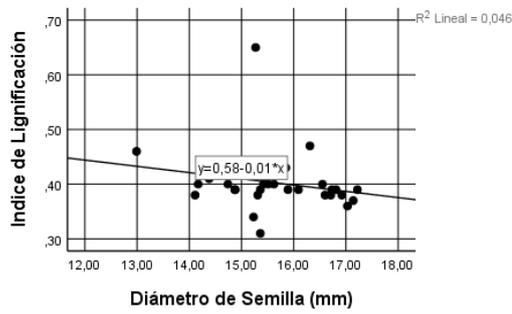


Fig. 81: Índice de lignificación vs Diámetro de semilla de distribución basal

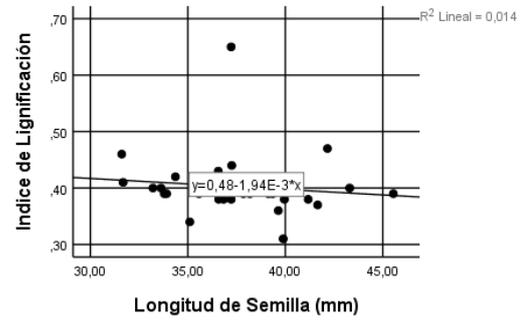


Fig. 82: Índice de lignificación vs Longitud de semilla de distribución basal

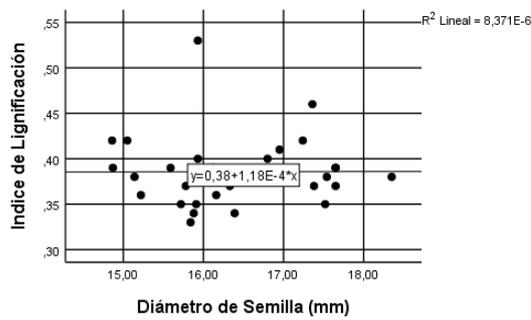


Fig. 83: Índice de Lignificación vs Diámetro de semillas de distribución superior

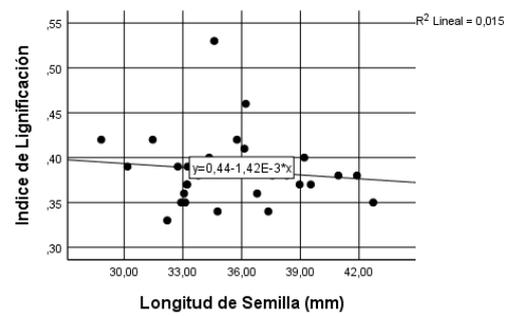


Fig. 84: Índice de Lignificación vs Longitud de semillas de distribución superior

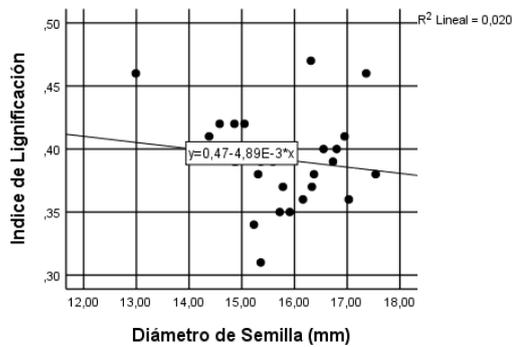


Fig. 85: Índice de Lignificación vs Diámetro de semilla de bosque cultivado

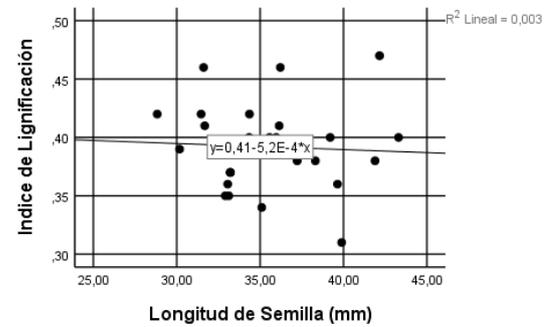


Fig. 86: Índice de Lignificación vs Longitud de semilla de bosque cultivado

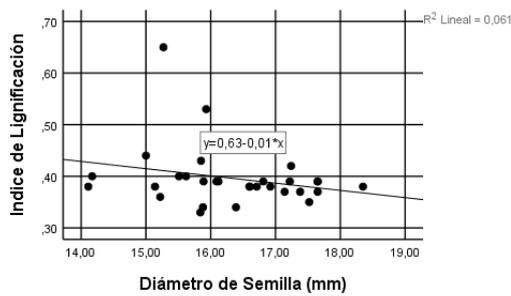


Fig. 87: Índice de Lignificación vs Diámetro de semillas de bosque natural

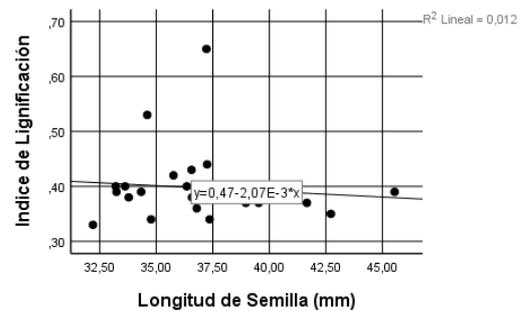


Fig. 88: Índice de Lignificación vs Longitud de semilla de bosque natural

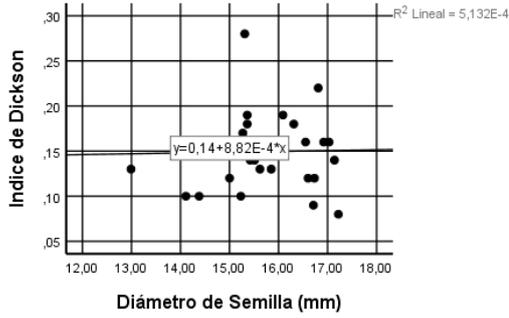


Fig. 89: Índice de Dickson vs Diámetro de semilla de distribución basal

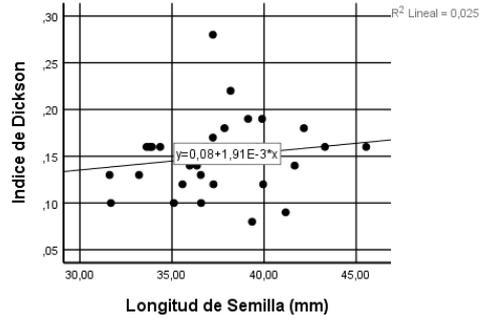


Fig. 90: Índice de Dickson vs Longitud de semilla de distribución basal

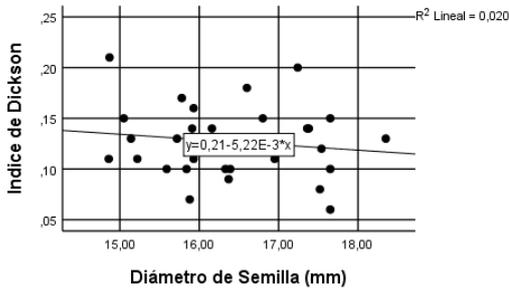


Fig. 91: Índice de Dickson vs Diámetro de semillas de distribución superior

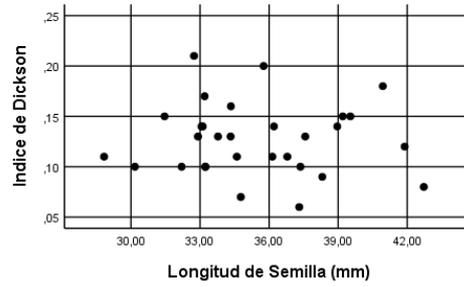


Fig. 92: Índice de Dickson vs Longitud de semillas de distribución superior

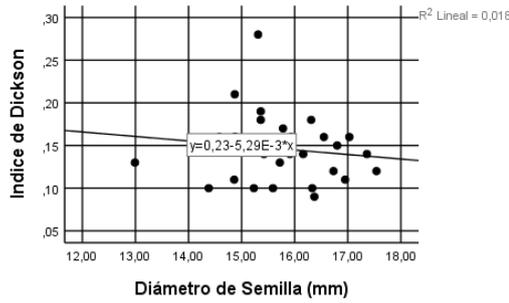


Fig. 93: Índice de Dickson vs Diámetro de semilla de bosque cultivado

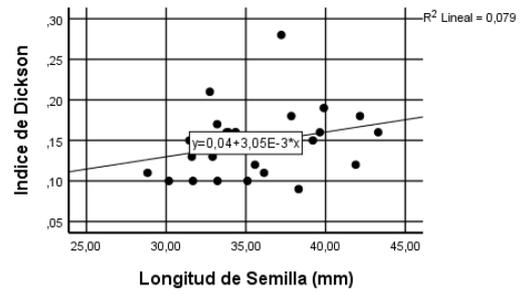


Fig. 94: Índice de Dickson vs Longitud de semilla de bosque cultivado

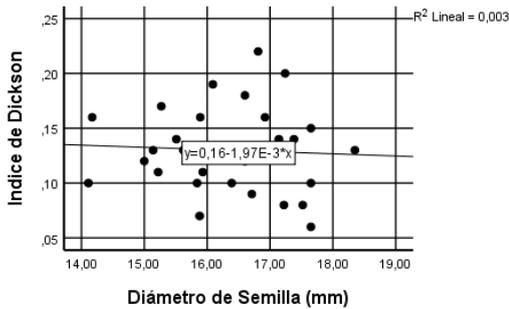


Fig. 95: Índice de Dickson vs Diámetro de semilla de bosque natural

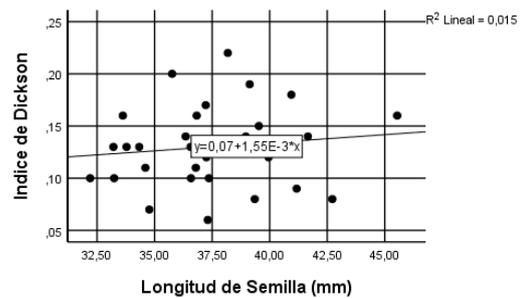


Fig. 96: Índice de Dickson vs Longitud de semilla de bosque natural