

**Madre de Dios, capital de la Biodiversidad**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**



**TÍTULO**

**Caracterización Morfológica y Productividad de Árboles Plus de Castaña  
(*Bertholletia excelsa* Bonpl) en la Región Madre de Dios - Perú**

**Tesis Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente**

**Presentado por:**

**Bach. Elisban Choque Condori**

**Asesor principal:**

**Ing. M.Sc. Gabriel Alarcon Aguirre**

**Co-asesor:**

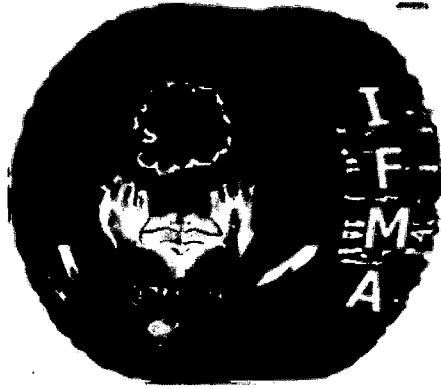
**Ing. M.Sc. Ronald Corvera Gomringer**

**PUERTO MALDONADO-MADRE DE DIOS-PERÚ**

**2015**

**Madre de Dios, capital de la Biodiversidad**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**



**Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente**

**TÍTULO**

**Caracterización Morfológica y Productividad de Árboles Plus de Castaña  
(*Bertholletia excelsa* Bonpl) en la Región Madre de Dios - Perú**

**Tesis Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente**

**Presentado por:**

**Bach. Elisban Choque Condori**

**Asesor principal:**

**Ing. M.Sc. Gabriel Alarcon Aguirre**

**Co asesor:**

**Ing. M.Sc. Ronald Corvera Gomringer**

**PUERTO MALDONADO-MADRE DE DIOS-PERÚ**

**2015**

## INDICE

INTRODUCCION	1
HIPOTESIS	2
Alterna	2
Nula	2
Sistema de variables e indicadores	2
Variables independientes	2
Variables dependientes	2
OBJETIVOS	3
Objetivo general	3
Objetivo especifico	3
I. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Antecedentes de estudios realizados	5
1.2. Revisión bibliográfica	12
1.3 Conceptos fundamentales	15
II. MATERIALES Y METODOS	20
2.1. Lugar de ejecución	20
2.2. Materiales, equipos y herramientas	21
2.3. Metodología	21
2.4. Análisis estadístico	33
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	40
3.1. Selección de árboles plus	40
3.2. Morfología	43
3.2.1. Índices Dasométricos	43
3.2.2. Índices Morfométricos	45
3.3. Caracterización del fruto	54
3.3.1. Forma del fruto	54
3.4. Producción de frutos	64
3.4.1. Índices dasométricos y morfométricos	64
3.4.1.1. Fitosociología de los arboles plus	67
3.4.2. Características fenotípicas	70
3.4.3. Características del suelo	74
3.4.3.1. Fisiografía, pendiente y altitud	74
3.4.3.2. Análisis de suelo	76
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIÓN	80
BIBLIOGRAFIA	81
ANEXOS	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables dependientes e independientes consideradas en el estudio.	4
Tabla 2. Clasificación de árboles.	22
Tabla 3. Clasificación de fuste.	23
Tabla 4. Clasificación de copa.	23
Tabla 5. Calidad de fuste.	28
Tabla 6. Forma de copa.	28
Tabla 7. Posición de copa	29
Tabla 8. Estado sanitario del árbol y fuste.	30
Tabla 9. Grosor del pericarpo del fruto.	32
Tabla 10. Dureza de los frutos.	32
Tabla 11. Longitud de semilla.	32
Tabla 12. Ancho de la semilla.	33
Tabla 13. Cantidad de semilla.	33
Tabla 14. Individuos seleccionados como arboles plus.	40
Tabla 15. Valores de los índices dasométricos de los arboles plus.	43
Tabla 16. Valores de los índices morfométricos de los arboles plus.	45
Tabla 17. Coeficiente de correlación Spearman entre los índices dasométricos y morfométricos.	48
Tabla 18. Diámetro polar de los cocos de castaña.	54
Tabla 19. Diámetro ecuatorial de los cocos de castaña.	55
Tabla 20. Relación Diámetro Polar y Diámetro Ecuatorial "DP/DE".	57
Tabla 21. Grosor del pericarpo de los cocos de castaña.	58
Tabla 22. Dureza, Forma y Tamaño de los cocos de castaña.	59
Tabla 23. Número de semilla por coco de castaña.	60
Tabla 24. Longitud de las semillas de castaña.	61
Tabla 25. Ancho de las semillas de castaña.	63
Tabla 26. Relación entre los índices dasométricos – morfométricos con la producción de frutos.	64
Tabla 27. Arbole plus de castaña y sus colindantes.	68
Tabla 28. Características fenotípicas de los arboles plus de castaña	72
Tabla 29. Características del sitio.	74
Tabla 30. Análisis de suelos.	75
Tabla 31. Correlación entre la producción de frutos y grosor del pericarpo con las características del suelo.	76

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dibujos taxonómicos del árbol de castaña.	13
Figura 2. Distribución de poblaciones naturales del árbol de castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) en el Neotropico.	14
Figura 3. Mapa de Ubicación de las áreas de estudios.	20
Figura 4. Medida del diámetro normal o fuste.	24
Figura 5. Medida del diámetro de copa.	24
Figura 6. Medida de la altura total.	25
Figura 7. Medida de la altura de copa.	25
Figura 8. Infestación de bejucos.	29
Figura 9. Fruto de castaña.	31
Figura 10. Fruto y semilla de castaña	31
Figura 11. Uso actual del Departamento de Madre de Dios - Perú.	34
Figura 12. Sectores de estudio.	36
Figura 13. Número de árboles y producción de semillas por sectores.	41
Figura 14. Ubicación de los 35 árboles plus.	42
Figura 15. Índices Dasométricos de los arboles plus.	44
Figura 16. Índices morfométricos de los arboles plus.	46
Figura 17. Relación DAP y Diámetro de Copa.	48
Figura 18. Relación DAP y Grado de Esbeltez.	49
Figura 19. Relación DAP y Forma de Copa.	50
Figura 20. Relación DAP e Índice de Copa.	40
Figura 21. Relación DC e Índice de Espacio Vital.	50
Figura 22. Relación DC e Índice de Abrangencia.	51
Figura 23. Relación DC y Forma de Copa.	51
Figura 24. Relación DC e Índice de Copa.	52
Figura 25. Relación HT y Diámetro de Copa.	52
Figura 26. Relación HT y Longitud de Copa.	53
Figura 27. Relación HT y Porcentaje de Copa.	53
Figura 28. Diámetro polar de los cocos de castaña.	55
Figura 29. Diámetro ecuatorial de los cocos de castaña.	56
Figura 30. Grosor del pericarpo de los cocos de castaña.	59
Figura 31. Numero de semillas por coco de castaña.	61
Figura 32. Longitud de las semillas de castaña.	62
Figura 33. Ancho de las semillas de castaña.	64
Figura 34. Relación, altura total y la producción de frutos.	65
Figura 35. Relación, diámetro de copa y la producción de frutos.	65
Figura 36. Relación, diámetro a la altura de pecho y la producción de frutos.	66
Figura 37. Relación, longitud de copa y la producción de frutos.	66
Figura 38. Relación, grado de esbeltez y la producción de frutos	67

Figura 39. Arboles plus de castaña y sus colindantes	69
Figura 40. Posición, forma de copa y ramas de los arboles plus de castaña	70
Figura 41. Forma de fuste de los arboles plus de castaña	71
Figura 42. Lianas y estado fitosanitario del fuste	72
Figura 43. Infestación de lianas	73

## RESUMEN

El presente estudio denominado Caracterización Morfológica de Árboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) se realizó en las poblaciones naturales de castaña del departamento de Madre de Dios. En la actualidad se desconoce algunos aspectos sobre la morfología de estas poblaciones de castaña, ya que la productividad de aquellos individuos depende del buen equilibrio ecológico, vitalidad de los individuos y del espacio que ocupa. El objetivo del presente estudio fue caracterizar la morfología y la producción de árboles plus de castaña como base de germoplasma para su conservación y mejoramiento genético. Para realizar este estudio constó de dos fases; la primera fue visitar a los concesionarios castañero para identificar a los árboles de mayor producción de frutos y posteriormente georeferenciarlos. En la segunda fase se realizó la descripción morfológica utilizando parámetros que describen la arquitectura del árbol y también se recolectaron muestras de frutos y de suelos de una profundidad de 20 – 40 cm.

Los resultados obtenidos fueron la identificación de 35 árboles plus cuya producción supera los 100 kg/árbol, donde la mayor presencia de los arboles plus fue en el sector de Rio Manuripe (Tahuamanu) y Rio Pariamanu (Tambopata). Respecto a las características morfológicas de los árboles plus de castaña se encontró variabilidad significativa dentro de las poblaciones, siendo los índices dasométricos como la altura total (26 m – 37 m) con C.V. 8,39%, diámetro de fuste (0,9 m – 2,00 m) con C.V. 19,37%, diámetro de copa (16 m – 38 m) con C.V. 21,32% y longitud de copa (8 m – 15 m) con 14,64% y en los índices morfométricos se encontró al índice de espacio vital (11,95 – 27,36) con C.V. 19,16%, grado de esbeltez (15,10 – 32,89) con 19,53%, índice de abrangencia (0,62 – 1,30) con C.V. 19,15%, porcentaje de copa (30,77% – 42,86%) con C.V. 7,75%, índice de copa (0,27 – 0,57) con C.V. 21,77%, forma de copa (1,75 – 3,67) con C.V. 22,13% estos valores indican que las poblaciones naturales de castaña son heterogéneas. Se determinó que las características de los frutos son homogéneas (C.V. 5,24%) en el fenotipo como el diámetro polar donde se encontró el rango (90,7 mm – 125 mm) y diámetro ecuatorial (88 mm – 122,3 mm). El grosor del pericarpo de los cocos de castaña se encontró dentro de la categoría del grosor normal, así mismo se pudo determinar que el 54,3% fue de la categoría “normal”, 37,1% de la categoría “suave” y el 8,6% de la categoría “duro”. Aplicando el coeficiente de correlación Spearman se determinó que solo la altura total ( $\rho = 0,363^*$ ;  $p = 0,032$ ) y el grado de esbeltez ( $\rho = -0,375^*$ ;  $p = 0,026$ ) mostraron relación significativa con la producción de frutos. Los árboles de mayor producción presentaron buen fenotipo así como a) fuste recto, b) copas con círculos completos, c) emergentes del dosel, d) ramas completas y e) buen estado fitosanitario. Los arboles plus de castaña se encontraron en zonas de terrazas altas ligeramente disectadas donde las características físico y químicos del suelo no mostró relación significativa con la producción de frutos.

**Palabras claves:** *Bertholletia excelsa* H.B.K, árbol plus, fenotipo, índices dasométricos, índices morfométricos, diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE).

## SUMMARY

The present study called Morphological Characterization of trees plus of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* H. B. K) was carried out in natural populations of chestnut of the department of Madre de Dios. Currently, we do not know some aspects on the morphology of these populations of chestnut, because the productivity of those individuals depends on the good ecological balance, vitality of individuals and the space it occupies. The objective of this study was to characterize the morphology and the production of chestnut trees plus as germplasm base for its conservation and genetic improvement. For the purpose of this study consisted of two phases; the first was a visit to the dealer's Brazil nut industry to identify the trees of a greater fruit production and subsequently georeferenciarlos. In the second phase was carried out using the description morphological parameters that describe the architecture of the tree and also collected samples of fruits and soil to a depth of 20 - 40 cm.

The results were the identification of 35 trees plus whose production exceeds 100 kg/tree, where the greater presence of the trees plus was in the sector of River Manuripe (Tahuamanu) and River Pariamanu (Tambopata). Compared with the morphological characteristics of the chestnut trees plus was found significant variability within populations, with the highest this included the surveying as the total height (26 M - 37 m) with C. V. 8.39 %, diameter of bole (0.9 m to 2.00 m) with C. V. 19.37 %, diameter (16 m - 38 m) with C. V. 21.32 % and length of the crown (8 - 15 m) with 14.64 % and in the morphometric indices found himself on the index of living space (11.95 - 27.36 ) with C. V. 19.16 %, grade of slenderness (15.10 - 32.89 ) with 19.53 %, abrangencia (0.62 - 1.30 ) with C. V. 19.15 %, percentage of cup (30.77 % - 42.86 % ), with C. V. 7.75 %, index of cup (0.27 - 0.57 ) with C. V. 21.77 %, a cup-shaped (1.75 - 3.67 ) with C. V. 22.13 % these values indicate that natural populations of chestnut are heterogeneous. It was determined that the characteristics of the fruits are homogeneous (C. V. 5.24 %) in the phenotype as the polar diameter where the range was found (90.7 mm - 125 mm) and equatorial diameter (88 mm - 122.3 mm). The thickness of the pericarp of coconuts of chestnut is found within the category of normal thickness, as well it could be determined that 54.3 % of the category was "normal", 37.1 % of the category "soft" and 8.6 % of the category "hard". By applying the Spearman correlation coefficient was determined that only the total height ( $\rho = 0.363$  \* ;  $p = 0.032$  ) and the degree of slenderness ( $\rho = 0.375$  \* ;  $p = 0.026$  ) showed significant relationship with the production of fruit. The trees of greater production presented good phenotype as well as (a) straight bole, b) glasses with complete circles, c) emerging from the canopy, d) whole branches and e) good plant health status. The plus of chestnut trees were found in areas of high slightly dissected terraces where the physical and chemical characteristics of soil showed no significant relationship with the production of fruit.

Key Words: *Bertholletia excels* H.B.K, tree plus, phenotype, this included the surveying indices, morphometric indices, polar diameter (DP), equatorial diameter (OF).



## DEDICATORIA

### **A mis Padres:**

*Donato y Eufemia, por el apoyo incondicional que permitió mi formación profesional, por el ejemplo mostrado de hacer las cosas con dedicación y pasión y que hoy con su presencia me motivan a seguir superándome.*

### **A mis hermanos:**

*Soraida, Luis, Isaac, Abel y Ali Yosimar, que son la razón de seguir adelante y lograr mis objetivos trazados y metas profesionales.*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a Dios por su misericordia, vida, salud y las fuerzas que me ha brindado para poder desarrollar el presente trabajo de investigación.*

*A los Docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, por haber compartido sus conocimientos y experiencias durante mi formación personal y profesional.*

*A mi asesor Ing. MSc. Gabriel Alarcón Aguirre y coasesor Ing. MSc. Ronald Corvera Gomringer por la asesoría y sugerencias durante la elaboración y ejecución del proyecto de tesis.*

*Agradecimiento al Blgo. German Correa Núñez y al Ing. Wilson Suri Palomino por la asesoría en los trabajos de campo.*

*Al programa de Innovación para la Competitividad y Productividad, PNICP – INNOVATE PERÚ y al Ing. Cesar Chia Dávila, Gerente General del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana y al personal administrativo y de planta por haber facilitado las instalaciones del Centro Experimental “El Castañal” para desarrollar el presente estudio.*

## INTRODUCCION

Los árboles de castaña son individuos dominantes del dosel en los bosques tropicales de Sud América. Las poblaciones naturales de castaña se encuentran presentes en la Amazonia occidental, con mayor densidad en los países de Brasil, Bolivia y Perú. Aunque existe información de la presencia de castañas en regiones de Colombia, Venezuela y Guyana, no es claro si estos individuos fueron transportados por el hombre o se dispersaron en forma natural (Arias & Rondón, 2010)

En el Perú, los bosques comerciales de castaña se ubican solamente en la franja oriental del departamento de Madre de Dios, cubriendo un total de 1 443 185 ha, las principales zonas castañeras están ubicadas en la Cuenca baja del río Madre de Dios (Incluye laguna Valencia); Cuencas de los ríos Tambopata, Pariamanu, Pariamarca y Las Piedras; Carreteras Puerto Maldonado – Iberia y Puerto Maldonado – Mazuco y Parque Nacional de Manu. La importancia de actividad castañera para el departamento de Madre de Dios radica en la existencia del bosque castaño, que contiene los más altos valores de biodiversidad. La extracción de la castaña en el departamento de Madre de Dios representa una importante fuente de ingresos económicos para 6,500 familias en forma directa e indirecta (Comisión Multisectorial de la Castaña en Madre de Dios – 1999). Se estima que 15 000 a 20 000 personas están vinculadas a la extracción de este recurso, lo que representa el 22% del total de la población departamental. El 57% de los castaños se ubican en las carreteras y el 43% en los ríos. Los bosques de castañas (castañales) no son sólo importantes por su aporte a la economía familiar y regional de Madre de Dios, sino porque juntos a los bosques de shiringa están íntimamente ligados a la identidad e historia de esta parte del Perú (IIAP, 2006). Se reportaron que los castañales son árboles maduros dominantes y que la presencia de individuos de regeneración natural más jóvenes: fustales, latizales y brinzales son escasos, lo que demuestra que la dinámica poblacional está totalmente alterada, situación que definitivamente ha comprometido la sostenibilidad del bosque, debido a que la cosecha de frutos es intensiva, sin dejar semillas, pudiendo provocar un colapso demográfico de estos ecosistemas a mediano y a largo plazo. Uno de los grandes desafíos para la extracción de la castaña es el de aumentar la producción de frutos sin comprometer la sustentabilidad, para frutos de alto valor comercial como la castaña un nivel máximo de fructificación y una mínima variación anual son factores importantes para el comercio. La morfometría de un árbol y las variables derivadas son utilizadas para inferir sobre las relaciones interdimensionales, reconstruir el espacio ocupado por cada árbol, su estabilidad, vitalidad y productividad. Estudios observaron que la producción de frutos en los árboles de castaña es variable, y los principales factores que determinan esa variabilidad son; tamaño del árbol (principalmente el diámetro del fuste – DAP); atributos de la copa, como posición sociológica e infestación de bejucos; factores climáticos, como la precipitación; nutrición (nivel de fosforo), factores genéticos e interacciones con polinizadores, predadores, dispersores y otros factores que pueden tener influencia alguna y que no fueron mencionados (Arias & Rondón, 2010; Arias, 2005)

## **Hipótesis**

### **Alternativa**

- Existe relación entre los índices dasométricos y la productividad en arboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en la región de Madre de Dios.
- Existe relación entre los índices morfométricos y la productividad en arboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en la región de Madre de Dios.
- Existe relación entre las características fenotípicas y la productividad en arboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en la región de Madre de Dios.
- Existe relación entre las características del suelo y la productividad en arboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en la región de Madre de Dios.

### **Nula**

- No existe relación entre los índices dasométricos y la productividad en arboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en la región de Madre de Dios.
- No existe relación entre los índices morfométricos y la productividad en arboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en la región de Madre de Dios.
- No existe relación entre las características fenotípicas y la productividad en arboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en la región de Madre de Dios.
- No existe relación entre las características del suelo y la productividad en arboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en la región de Madre de Dios.

## **Sistemas de variables e indicadores**

En la Tabla 1 se aplicaron las variables de estudio.

### **Variables independientes**

- Indicadores dasométricos
- Indicadores morfométricos
- Indicadores fenotípicos

### **Variables dependientes**

- Producción

## **Objetivos:**

### **Objetivo general**

- Caracterizar la morfología y la producción de árboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en la Región de Madre de Dios como base de germoplasma para su conservación y mejoramiento genético.

### **Objetivo específicos**

- Caracterizar la morfología de árboles plus de castaña en la Región de Madre de Dios.
- Caracterizar la producción de árboles plus de castaña en la Región de Madre de Dios.
- Determinar la relación entre la morfología y la producción en árboles plus de castaña en la Región de Madre de Dios.
- Determinar la relación fenotípica y la producción en árboles plus de castaña en la Región de Madre de Dios.
- Determinar la relación entre las características del suelo y la productividad en arboles plus de castaña en la región de Madre de Dios.

**Tabla 1. Variables dependientes e independientes consideradas en el estudio.**

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION PARA EL ESTUDIO	INDICADOR	VALORES FUNDAMENTALES	
Características del Árbol Plus	Indicadores dasométricos	La dasometria es la ciencia dentro del campo forestal que se relaciona con la medida y la estimación de las dimensiones de árboles y bosques, de su crecimiento y sus productos.	Son mediciones que se realizaran en campo a todos los arboles plus de castaña utilizando la cinta métrica.	Diámetro a la altura del Pecho (DAP)	[ < 0,90 m ≥ 90 – 2,10 m > 2,10 m ]	
				Diámetro de Copa (DC)	[ 15 m ≥ 15 – 30 m ≥ 30 m ]	
				Altura Total (HT)	[ < 20 m ≥ 20 – 40 m ≥ 40 ]	
				Altura de Copa (HC)	[ < 10 m ≥ 10 – 15 m ≥ 15 m ]	
				Índice de espacio vital	[ < 16,7 ; 16,7 – 14,3 ; > 14,3 ]	
	Indicadores Morfométricos	Los indicadores morfométricos son derivados de los índices dasométricos que nos pueden dar una idea de la arquitectura y la buena estabilidad del árbol.	Para la morfometría se utilizara los datos dasométricos obtenidos de la medición de cada árbol plus en las poblaciones naturales de castaña.	Grado de esbeltez	[ < 22 ; 22 - 19 ; > 19 ]	
				Índice de copa	[ < 0,53 ; 0,53 – 0,5 ; > 0,5 ]	
				Altura de inserción de copa	[ < 0,4 ; 0,4 – 0,5 ; ≥ 0,5 ]	
				Porcentaje de copa	[ < 33% > 33% ]	
				Grado de cobertura de copa	[ < 0,35 ; 0,35 – 0,4 ; > 0,4 ]	
Producción	Indicadores Fenotípicos	Son las características sobresalientes de un árbol plus.	La evaluación de estos indicadores se utilizara parámetros establecidos por anteriores investigaciones, por ejemplo la calidad de fuste y copa.	Forma de copa	[ < 1,5 ; 1,5 – 1,5 – 2 ; > 2 ]	
				Índice de saliencia	[ < 14,3 ; 14,3 – 16,7 ; > 16,7 ]	
				Fuste	[recto, con una curvatura, con más curvaturas]	
				Copa	[perfecta, buena, tolerable, pobre y muy pobre]	
				Ramas	[grados y longitud]	
	Productividad	Relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.	Para determinar la productividad se realizaran conteos de los frutos de cada árbol plus.		Hojas	[redondas y largas]
					Infestación de bejucos	[libre de bejucos, presencia en el fuste, presencia en fuste y copa "leve" y presencia en fuste y copa "afecta el crecimiento"]
					Estado sanitario del árbol	[AP, AI, AC, AE, AR, ADA y FS, FQ, Fhu, FI, FH]
					Tamaño del coco	[ 8 a ≥ 12 ]
					Forma del coco	[ redondo, ovalado y elipsoide ]
Productividad	Relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.	Para determinar la productividad se realizaran conteos de los frutos de cada árbol plus.		Espesor del pericarpo del coco	[0,5 a ≥ 1,4]	
				Numero promedio de almendras por coco	[ 10 a ≥ 30 ]	
				Longitud de las almendras	[ 3 a ≥ 5 ]	
				Ancho de las almendras	[ 1 a ≥ 3 ]	

## I. MARCO TEORICO

### 1.1. Antecedentes de estudios realizados

Tonini & Pedrozo (2014) determinaron que para estudiar las variaciones anuales en la producción de frutos y semillas entre las poblaciones y los individuos de la castaña nativa de Roraima. Los datos se obtuvieron en cinco parcelas permanentes de 300 m x 300 m instaladas en los municipios de Caracará y de San Juan de Baliza. En las parcelas permanentes, todos los árboles de castaña con diámetro a la altura del pecho (DAP) superior o igual a 10 cm fueron medidas, identificados, enumeradas a través de placas de aluminio sujetados a los fustes por medio de clavos. Durante el período de la caída de los frutos (marzo a julio), los árboles fueron visitados en dos ocasiones en el medio y al final de ese período, y los frutos fueron contados, abierto y pesado en balanza digital con precisión de 50 g. La producción de frutos y semillas varía entre poblaciones e individuos y la mayoría no produce fruto todos los años. En el año de mayor producción, una Castañal llega a producir hasta 52 veces más que en años de baja producción. En los sitios de estudio, la producción total se concentra en un pequeño número de individuos con un año pico de producción

Acosta, Luna, Noa, Galindo, Vázquez, Morales, et al. (2011) indicaron que *Juglans pyriformis* es una especie endémica del bosque mesófilo de montaña, que se encuentra amenazada. Con el objetivo de determinar la variación morfológica dentro de la población de *J. pyriformis* de Coacoatzintla, Veracruz. Se evaluaron seis variables morfológicas y dos dasométricas, mediante un muestreo no probabilístico, en 1 a 5 individuos por sitio, ubicados a una distancia igual o mayor a 50 m o hasta localizar el siguiente individuo. Los datos fueron analizados mediante pruebas de independencia entre las variables, Análisis de Componentes Principales, análisis de conglomerado, coeficiente de variación y prueba de homogeneidad de varianza de Levene. Los resultados obtenidos permitieron identificar dos indicadores para las variables morfológicas COPA y FUSTE, y uno para las dasométricas ALT-DIAM. El indicador ALT-DIAM aportó mayor variación dentro de la población (42%). Se encontraron diferencias significativas dentro de la población para los indicadores de COPA y ALT-DIAM.

Scoles, Gribel & Nicolau (2011) reportaron en este estudio que la intensidad de las perturbaciones causadas por las actividades humanas en Brasil está positivamente relacionado con la regeneración de los árboles de castaña (*Bertholletia excelsa*) y, en consecuencia, con una estructura de población más joven de esta especie. Con lo cual se comparó la estructura de la población de árboles de castaña en dos áreas de la Amazonia brasileña con diferentes historias de uso de la tierra por los humanos. El estudio sugiere que debido a los datos históricos la región que rodea el río Trombetas estaba densamente

ocupada en los tiempos pre-colombinos y experimentó la despoblación después del contacto europeo con poblaciones amerindias, sobre todo en la 16<sup>a</sup> siglo. Los 25 puestos de nueces de Brasil muestra en esta región fueron dominados por edad *B. excelsa* árboles y tenían escasa contratación en el sotobosque. Estos soportes muy maduros probablemente deben sus orígenes al intervalo entre el despoblamiento de los pueblos indígenas en los 16<sup>th</sup> -17<sup>th</sup> siglos y el establecimiento de *quilombos* en el comienzo de la 19<sup>a</sup> siglo. La segunda área de estudio se encontraba en las proximidades del río Madeira (Lago Campana Grande), donde los castaños eran más accesibles y perturbados. En este sitio, la estructura de la población más joven y abundante regeneración de *B. excelsa* se observaron en los 10 puestos de la muestra. Los datos históricos de esta región indican que las poblaciones indígenas fueron reemplazadas gradualmente a partir de la 18<sup>a</sup> siglo, sin evidencia de severa despoblación. Sugerimos que los diferentes patrones históricos y actuales de uso del suelo han contribuido a los actuales contrastantes estructuras poblacionales de los castaños en los dos lugares. Los datos también apoyan la idea de los castaños, incluso los que se consideran los bosques prístinos y "nativos", es el resultado de las influencias antropogénicas. No se encontraron pruebas para apoyar las restricciones a la recolección de semillas como un medio para mejorar las tasas de regeneración de Brasil se destaca la tuerca.

Ferreira, Brito, Deon, Rodríguez, Brianez, Vivaldini, et al. (2010) determinaron que para estudiar la variabilidad genética de castaña matrices (*B. excelsa* H.B.K) mediante la estimación de parámetros y la ganancia genética para los caracteres peso/cascara (g), peso de semillas/cascara (g), número de semillas/cascara en el pre-mejoramiento de la especie. Fueron utilizados 90 matrices de polinización abierta, siendo 30 matrices de cada tipo denominadas localmente Ráfaga, Mirim y Rosa en el municipio de Cotriguaçu, noroeste de Mato Grosso región amazónica. El experimento fue establecido bajo diseño completamente al azar con 90 tratamientos (matrices) y seis cascaras por matriz con su respectiva semilla. Las variables fueron analizadas usando la metodología para el software lineal modelo mixto SELEGEM-REML/BLUP. Los coeficientes individuales de heredabilidad en el sentido amplio del total de los efectos genotípicos (0,21, 0,14 e 0,34) para caracteres peso/cascara (g), peso de semillas/cascara (g) y número de semillas/cascara, respectivamente son considerados moderados para los dos primeros caracteres y alto para el carácter número de semillas/cascara lo que sugiere un control genético sustancial. Una selección de las diez mejores matrices revelo predominancia de la procedencia del tipo de rosa proporcionando ganancias genéticas de al menos 24,16% para peso/cascara (g), 27,44% para peso de semillas/cascara y 16,92% para el carácter número de semillas por cascara. Los valores expresivos de las matrices del tipo rosa estimulan a utilización de este germoplasma en programas de mejoramiento genético de la especie, la secuencia de las evaluaciones y que apunta a la posibilidad de obtener híbridos intraespecíficos para rasgos deseables.



Licona, Mostacedo, Villegas, Rodríguez & Bustamante (2010) en estudio, en Bolivia, sobre dinámica de la castaña, es decir, conocer la densidad poblacional, regeneración natural, crecimiento de la regeneración natural y de árboles maduros, mortalidad, reclutamiento y la producción de frutos de esta importante especie forestal no maderable lo realizaron en tres fases: En la primera, se instalaron 30 parcelas en las tres comunidades de la Reserva Manuripi; diez por comunidad. En base a estos resultados se determinó la estructura poblacional de la castaña, en diferentes clases de tamaño. En 2009, se inició la segunda fase con el monitoreo de la producción de frutos de castaña y la determinación de algunos factores que influyen en la producción. Finalmente, el 2010 se inicia la tercera fase para evaluar las variaciones de la producción de frutos y la dinámica de la especie tales como: crecimiento en altura y diámetro, mortalidad, reclutamiento y algunos factores que intervienen en la variación del crecimiento y la dinámica de la estructura poblacional. En general, se contabilizó un promedio de 2,3 árboles/ha, para las tres áreas de estudio. En la comunidad de Sacrificio, se encontró más castaños en los dos periodos de evaluación, con un promedio de casi 3 (2,9) árboles/ha, seguido por la comunidad de Curichón con 2,1 árboles/ha y en menor densidad en la comunidad de San Antonio con 1,9 árboles/ ha. En resumen en las tres comunidades hay en promedio de 2 árboles de castaña por hectárea. En cuanto al número de individuos por hectárea y clase diamétrica, se encontró que *Bertholletia excelsa* H.B.K tiene una distribución bimodal que es típica de la especie heliófita. Se ha visto que hay densidades bajas en las categorías de 30 a 60 cm de DAP y en las últimas categorías de tamaño (> 170 cm de DAP). La mayor densidad de individuos se encuentra en las categorías de 90 a 160 cm DAP. En general, se observó que a medida que aumenta el diámetro a la altura del pecho (DAP), la producción de frutos aumenta. La mayor producción de frutos de castaña se da en árboles mayores a los 90 cm de DAP hasta los 200 cm. Las castañas de menos de 30 cm de DAP no producen frutos. La mayor producción de frutos de castaña se encuentra en los árboles emergentes que reciben completamente la luz tanto vertical como lateralmente. Los árboles que reciben sólo luz vertical o superior se encuentran en segundo lugar y los árboles que reciben alguna iluminación superior aparecen con escasa producción. La mayor producción de frutos según la forma de copa se dio en aquellos árboles que presentan copa perfecta, buena y tolerable a comparación de aquellos que presentaron una copa mala su producción fue muy baja. La mayor producción según la infestación de bejucos se dio en aquellos árboles que se encontraban libres de bejucos, sin embargo en aquellos árboles que presentan bejucos en el fuste y bejucos en fuste y copa tienen una producción similar y en la categoría fuste y copa con bejucos se encontró que estos árboles no presentan productividad.

Reátegui, Reno, Carvajal, Corvera, Castillo & Garcia (2009) señalan que la diversidad genética poblacional de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) fue estimada en siete localidades del departamento de Madre de Dios. Se colectaron un total de 164 muestras, las cuales fueron evaluadas con seis *loci* microsatélites. Todos los *loci* microsatélites

resultaron polimórficos, reportándose un total de 47 alelos, con una media de 7,83 por locus. Los resultados de análisis factorial de correspondencia (AFC), SAMOVA (98,06% de la variación se encuentra dentro de las localidades y solo 2,24% entre ellas) y distancia genética (distancia promedio = 0,017), mostraron que las siete localidades evaluadas presentan poca diferenciación genética entre ellas; presentado un elevado flujo genético demostrado en los resultados de  $Nm$  que variaron de 6.26 al infinito. También, los resultados globales de  $F$  (0,024),  $ST R$  (0,045) muestran una débil diferenciación genética entre las poblaciones. En términos generales, cada localidad  $ST$  presenta una amplia variabilidad genética con pocas diferencias entre ellas. Considerando el conjunto de localidades como una única población no se observa diferencia a la panmixia ( $H_o = 0,68$ ,  $H_e = 0,69$ ,  $F = 0,01$ ). Los resultados obtenidos tanto dentro de las localidades como entre ellas pueden ser atribuidos a las escasas barreras físicas entre las localidades, un tiempo de generación alto y una duración de vida alta de los árboles (numero eficiente alto) y un sistema de reproducción alogamico de la castaña.

Corvera & Suri (2008) indican los diferentes aspectos para determinar un árbol plus de castaña que esta comprende de las características fenotípicas, evaluación de productividad, fenología productiva, características de frutos (cocos) y almendras (semillas), caracterización físico-química de los suelos y vegetación asociada a las poblaciones naturales. Bajo esta consideraciones han seleccionado 90 árboles plus distribuidos en siete diferentes sub cuencas de la cuenca del río Madre de Dios, ubicados dentro de 42 concesiones castañeras en las provincias de Tambopata y Tahuamanu. Estos árboles se seleccionaron con la participación activa de los concesionarios castañeros durante la zafra 2008, lo que permitió implementar fichas técnicas para cada árbol.

Tonini, Kaminski & Da Costa (2008) estudio la relación de la producción de semillas de árboles nativos de la castaña o nuez de Brasil con características morfométricas de la copa y los índices de competencia, para lo cual recolectaron en los bosques nativos del sur del estado de Roraima, de 88 árboles muestreados en diferentes clases de productividad. En cada árbol, fueron medidos las variables dendrométricas y fueron determinados los índices morfométricos de la copa y los índices de competencia, dependiente e independiente de la distancia. Las relaciones entre las variables morfométricas, los parámetros de copa y los índices de competición con la producción de semillas fueron obtenidas con el coeficiente de correlación de Spearman y la prueba de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. Para inferir las relaciones entre las variables morfométricas de la copa y el diámetro del tronco, se utilizó el análisis de regresión lineal utilizando el procedimiento "paso a paso". Los árboles más productivos son los que tienen posiciones superiores en el dosel, que presentan copas bien formadas, más largas y con menor relación entre la altura / diámetro. La competición tuvo poco efecto

sobre la producción de semillas en árboles adultos que empiezan a dar sus frutos sólo después de alcanzar las posiciones de dosel superior. La competencia tuvo poco efecto sobre la producción de semillas; en árboles adultos que empiezan a dar sus frutos sólo después de alcanzar las posiciones de dosel superior.

Tonini, Da Costa & Kaminski (2008) para estudiar la estructura poblacional, distribución espacial y relación altura y diámetro y la producción de frutos y semillas de *Bertholletia excelsa* HBK en dos poblaciones nativas localizadas en el sur del estado de Roraima, instalaron dos parcelas permanentes de 300 x 300 m, donde todos los individuos con DAP (diámetro 1,30 m del suelo) igual o superior a 10 cm fueron identificados, mapeados y medidos. En cada árbol fueron medidos el clima de luz, la forma de copa y presencia de lianas. Para identificar la distribución espacial del padrón se utilizó la relación media varianza y el índice de Morisita. La relación altura y diámetro se obtuvo por análisis de regresión, siendo probados seis modelos. Los datos de producción se obtuvieron contando los frutos y pesando las almendras de 150 árboles durante el año 2006. Como resultado se observó grande predominancia de individuos adultos ( $DAP \geq 50$  cm), representando en promedio 69% del número total de árboles. Los individuos jóvenes ( $DAP < 50$  cm) correspondido a 31%. El análisis de distribución espacial indico que los individuos adultos presentaron una distribución normal o aleatoria, y los individuos jóvenes estos tendieron a agruparse. El modelo  $\ln h = b_0 + b_1 \ln d$  presento el mejor ajuste para describir la relación altura-diámetro, debiendo ser separado por ubicación. El número promedio de frutos producidos fue de 23, con un promedio de 4,07 kg de semillas por árbol.

Peña (2008) en un estudio para identificar arboles “plus” de castaña *Bertholletia excelsa* H.B.K en Madre de Dios identifico seleccionó 50 árboles considerados como superiores por tener una productividad encima de los 100 kg/semilla/árbol, con buena distribución espacial, ser vigoroso y sin enfermedad. La caracterización fenotípica estuvo dirigida hacia aspectos dasométricos y morfológicos de frutos y semillas, las que se correlacionaron con la información del sitio, en base al análisis de suelo. También se realizaron ensayos preliminares de propagación vegetativa, para proponer el establecimiento de un huerto clonal en dicha región. Los resultados indican que los arboles de castaña tienen alta variabilidad fenotípica, desarrollándose en condiciones edáficas extremas; pH muy ácido, elevada toxicidad de aluminio y baja fertilidad. Así se encontraron correlaciones evidentes; el grosor del pericarpo con el potasio K, calcio Ca y magnesio Mg, y con el peso de las semillas/fruto con magnesio Mg. También se halló que las estacas bajo subirrigación, partiendo ramas plagiotropicas, no emitieron raíces y las de ortotrópicas lo contrario. Asimismo, con 80% de sombra se formaron callos en mayor número de estacas. Finalmente, se propuso el establecimiento de un huerto clonal partiendo de los arboles evaluados.

Arcos (2005) en un estudio para seleccionar árboles semilleros de buena productividad, y ampliar la base genética con clones selectos que sirvan como material básico para la reproducción de la especie castaña selecciono de 21 árboles de castaña de los cuales; el 47% de los árboles evaluados se encuentran en suelos de textura franco arenoso (F<sup>o</sup>-Ar<sup>o</sup>), suelos permeables, topografía ligeramente plana y color que varía desde amarillo y rojo; el 28% de los árboles se encuentra en suelos de textura areno arcilloso (Ar<sup>o</sup>-Arc<sup>o</sup>), igual que los anteriores, suelos permeables, poco profundos, topografía ligeramente plana y de color amarillo, determinándose que los árboles que se encuentran en suelo franco y franco arenoso son los que presentan mayor producción de nueces (210 kg), debido a la existencia de mayor disponibilidad de nutrientes. En la evaluación fenológica, las etapas de defoliación y floración sufrieron variaciones con respecto a años anteriores. Se puede atribuir a las condiciones climáticas que se han suscitado en los últimos meses. La época de defoliación ocurrió entre los meses de setiembre a octubre, en evaluaciones anteriores (cinco últimos años) ocurrió entre agosto y setiembre. La floración se presentó entre noviembre y diciembre, y en los registros históricos se reporta la ocurrencia en el mes de setiembre.

Kainer, Wadt, Gomes-Silva & Capanu (2006) indican que la nuez de Brasil es ampliamente reconocido como la piedra angular de la actividad economía de la amazonia. Existen vínculos estrechos entre la producción de nuez, ingresos regionales y los bosques maduros intactos que han arrojado a esta especie como un componente clave de la conservación de la Amazonía y los ingresos locales. Hemos intentado abordar esta brecha de conocimiento, preguntándonos: (1) ¿Cuáles son las tarifas y la variación anual de la producción de frutos de *Bertholletia excelsa* a nivel individual y a nivel de población? (2) ¿Qué factores explican la variación de producción de frutos de *B. excelsa* centrándose en las variables espaciales y temporales, diámetro a la altura del pecho (dbh), atributos de la copa, cargas de lianas y los atributos del suelo? y (3) afecta a la producción de frutos con las cargas de lianas?

Nuestro modelo explicó el 73% de la variabilidad en la producción de frutos de 140 árboles de más de 5 años. Dbh solo explicó >50%, y los árboles dentro del rango medio de diámetro (100 cm dbh < 150 cm) presentaron mejor producción. Los árboles fueron agrupados espacialmente. La capacidad de intercambio catiónico y P explicaron también la variación de producción. La carga de liana fue la variable débilmente significativa que presentó para explicar la variación de la producción, y no hubo efectos significativos directos. Sin embargo el corte hizo mejorar las formas de las copas de los arboles otro aspecto significativo de variable. Esto junto con una débil interacción significativa de la liana por año, sugiere que podría mejorar la producción a largo tiempo.

En cualquier año aproximadamente el 25% de los árboles producen el 72% de la producción total de la población. La variación anual de producción de frutos a nivel individual es relativamente baja, y en nivel de la población es extremadamente baja.

Estos resultados junto con el bajo nivel de sincronidad de fructificación, confirman las observaciones a largo plazo de recolectores de nueces en poblaciones. Los resultados sugieren que la producción del fruto en el árbol individual podría ser aumentado, posiblemente a través del corte de lianas.

Tonini & Arco-Verde (2005) definieron las directrices de adelgazamiento de cuatro especies nativas; la castaña de pará o la castaña de Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K), a andiroba (*Carapa guianensis*), la purpura (*Tabebuia avellanadae* Lorentz & Griseb) y la jatobá (*Hymenaea courbaril*), plantadas en cultivos homogéneos en el estado de Roraima. Fue probado el análisis de las relaciones entre los principales índices morfométricos tales como la copa, el crecimiento en diámetro y la altura; para eso fueron medidos el diámetro a la altura del pecho, la altura total, altura de inserción y diámetro de copa de 87 árboles. En el análisis de los parámetros de copa la castaña de Brasil demostró superioridad en diámetro y área, lo que indica que es especie necesita mayor espacio vital y mayor espacio inicial, la corona fue menos eficiente para mantener el mismo incremento promedio anual en diámetro.

Arias (2005) indica que los aspectos morfométricos de los árboles maderables, enfatizando son algunos parámetros que describen la arquitectura del árbol y que pueden ser utilizados en la descripción cuantitativa de plantaciones forestales. Para seis especies maderables se describen los parámetros de la copa que pueden ser obtenidos a partir de mediciones básicas. Se efectuaron comparaciones entre especies y se analizó el efecto del sitio. El estudio enfatiza en la utilización de algunos de estos parámetros en las evaluaciones silviculturales en plantaciones. Se ilustran las relaciones entre la altura del árbol y el diámetro del fuste, la relación entre la altura de inicio de la copa y la altura total del árbol y la relación entre el diámetro de copa y el diámetro del fuste.

Durlo & Denardi (1998) emplea datos morfométricos, la relación hipsométrica entre el diámetro y la altura y las ecuaciones del factor de forma, factor de forma comercial y altura formal para *Cabralea canjerana* en el bosque nativo secundario de RS. Para la relación hipsométrica fueron probados los modelos de Keylwerth, Petterson e Pollanschütz para tres etapas diferentes de desarrollo del bosque, y el modelo Näslund para todos los árboles en conjunto utilizando el procedimiento "stepwise". Con el mismo procedimiento se utilizó el modelo Pollanschütz para el factor de forma y el factor de forma comercial, y el modelo de Kennel para la altura. Los resultados mostraron que el factor de forma de canjerana sólo depende de su altura, y que el factor de forma comercial es una función de su altura comercial y DAP. De los nueve coeficientes de la ecuación de Kennel, sólo cuatro eran significativos al 95% de probabilidad. El modelo de Näslund resultó ser el más adecuado para describir la relación hipsométrica de las especies estudiadas.

Peres & Baider (1997) reporta en su estudio sobre la densidad de población, la distribución espacial y la dispersión de las semillas de los árboles de nuez de Brasil a la ecología en un puesto prístina ubicada dentro de la zona india Kayapó, al sudeste de la Amazonía, Pará, Brasil, que el aguti (*Dasyprocta leporina*), realiza una dispersión de nueces de castaña a una distancia media de 5 m, y rara vez más allá de 20 m. se sugiere que si se encuentran plántulas bajo estas distancias se tenga en cuenta la presencia de agutí y a mayores distancias, la presencia de otros agentes de dispersión.

## 1.2. Revisión bibliográfica

### 1.2.1. Descripción de la especie

El nombre científico de la castaña es: *Bertholletia excelsa* H.B.K denominación dada por Humbolt, Bonpland (1808) y Kunth. Pertenece a la familia Lecythidaceae que fue dividida en cuatro sub familias; siendo una de ellas la Lecythidaceae, que tiene una sola especie: *B. excelsa* Gentry (citado por Arias & Rondón, 2010).

Nombre Común: en Brasil, Bolivia y Perú es conocida como Castaña de Maranhao (castaña de Marañón), Castaña de Pará, Nuez del Brasil, Castaña del Brasil, Castaña de América, eraí, iniá, toucá, taruti, yá, yuvia. En la Guayana francesa es conocida como Touka; en Venezuela como Juvia; en los Estado Unidos e Inglaterra como Brasil nut y para; en Italia y Francia como Noix du Brasil, noix de Pará, Chataigne du Brasile y en Alemania como Paranus.

El nombre genérico fue dado en homenaje al célebre químico francés Claudio 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 & Rondón, 2010)

### 1.2.2. Descripción botánica

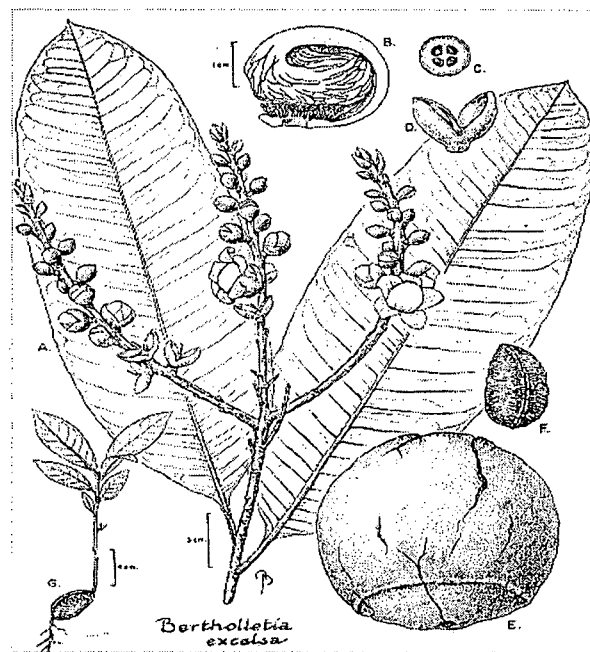
La castaña es un árbol de gran porte; que puede llegar a alcanzar hasta los 50 metros de altura y un diámetro (dap) de 2 a 4 metros. Su número cromosómico es:  $2n=34$ . El sistema radicular es muy ramificado, con una raíz pivotante vigorosa y profunda; el tallo o tronco es cilíndrico, desprovisto de ramificaciones hasta la copa, especialmente en su forma natural o silvestre. En plantas cultivadas y seleccionadas, hay clones que se ramifican relativamente a baja altura.

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 & Rondón, 2010).

El fruto es de tipo pixidio o cápsula leñosa de forma de una naranja de unos ocho a quince cm de diámetro, con el opérculo escasamente marcado e indehiscente; dentro del fruto se encuentran 15 a 20 semillas de unos 4 a 5 cm de largo. Es casi esférico e indehiscente, presenta un epicarpio carnoso de superficie pubescente con un espesor de 3-5 mm, el mesocarpio tiene un grosor de 6-8 mm, es duro rugoso y con grietas longitudinales; el endocarpio es una película delgada Figueroa (citado por Arias & Rondón, 2010).

Hojas e inflorescencias (A), detalle de las flores (Sección transversal del androceo) con la capa típica (B), sección transversal del ovario (C), ovario y cáliz (D), fruto (E), semilla y cáscara (F) y plantín con cotiledón (G). Tomado con permiso de Mori (1992). Dibujos de Bobbi Angell.



**Figura 1. Dibujos taxonómicos del árbol de castaña.**

**Fuente: Zuidema 2003.**

Las semillas tienen tamaños y pesos diferentes. Presentan un lado cóncavo y dos aplanados; el primero está inmediato a la pared interna del pixidio y los otros dos se aplanan por la presión contra las semillas (Figura 1). Se asemejan a los segmentos de la naranja que miden de 3 a 5 cm de largo (hasta 7 cm) y pesan de 6 a 12 gramos; las

almendras están en el interior de los frutos dispuestas simétricamente en dos capas superpuestas alrededor de un eje. El rango de tamaño va desde 2 cm de longitud, con peso medio de 200 semillas/ libra hasta las que tienen 8 cm con peso 60 semillas/libra. De ahí que, para su comercialización se las ha clasificado en 4 tamaños: tiny, small, médium y large Bollati (citado por Arias & Rondón, 2010). Las semillas están dotadas de un tegumento duro y leñoso que obstaculiza la germinación, requieren de máquinas o prensas para quebrar la cáscara gruesa y obtener las almendras (Muller, 1980). La madera tiene un contenido de humedad de 69.9% y peso específico de 0,66 (Hess et al., 1950), siendo muy estimada para construcción de edificios, navales y para obras expuestas a la intemperie, ya que es dura, pesada y fuerte; tiene fibra larga y es notable por su resistencia y duración; su color es moreno claro y rojizo, lo que indica la presencia de taninos, y la corteza es oscura y agrietada Salhuana (citado por Arias & Rondón, 2010)

### 1.2.3. Origen y distribución

Los árboles de castaña son individuos dominantes del dosel en los bosques tropicales de Sud América. Las castañas se encuentran presentes en la Amazonia occidental, con mayor densidad en los países de Brasil, Bolivia y Perú. Aunque existe información de la presencia de castañas en regiones de Colombia, Venezuela y Guyana (Figura 2), no es claro si estos individuos fueron transportados por el hombre o se dispersaron en forma natural Mori y Prance (citado por Arias & Rondón, 2010).

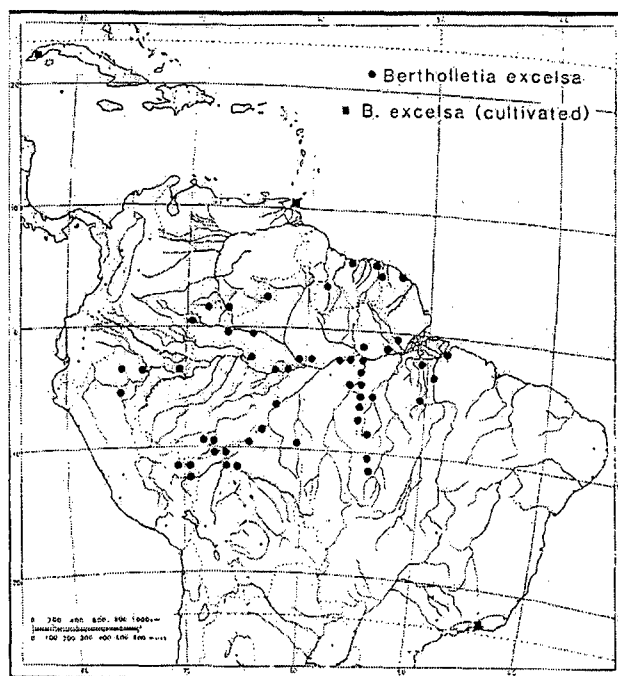


Figura 2. Distribución de poblaciones naturales del árbol de castaña (*Bertholletia excelsa*) en el Neotropico. Fuente: Zuidema 2003.



#### **1.2.4. Clima y suelo**

La castaña habita bien en condiciones naturales, en climas tropicales calurosos y húmedos; con periodos de estiaje definidos. Clima Ami y Awi, según clasificación de Kopen Cuculiza (citado por Arias & Rondón, 2010).

- Temperatura Máxima: 38,9 °C
- Temperatura Media: 24,3 °C a 27,2 °C
- Temperatura Mínima: 18,9 °C a 10 °C
- Humedad Relativa: 66 % a 91 %
- Precipitación Pluvial: 1,400 a 2,800 mm

Estación seca (estiaje), de 2 a 7 meses consecutivos en el año. La nuez de Brasil crece satisfactoriamente en suelo franco-arcilloso o suelos arcilloso con buen drenaje, no inundable, de reacción ácida a muy ácida. Requiere suelos profundos, no necesariamente ricos (Geiulfus, 1994)

En la clasificación general de los suelos de América del Sur; el área de distribución natural de la castaña del Brasil, corresponde a suelos aluviales, latosoles tropicales húmedos, con inclusión de arenas y suelos podzólicos rojos y amarillos. Planicies altas y bajas, en las colinas, terrenos altos, alejados de las riberas de los ríos (Anderson, 1958)

### **1.3. Conceptos Fundamentales**

#### **1.3.1. Concesión forestal:**

Título Habilitante, son los contratos de concesión, permisos, autorizaciones y otros, que tengan como objetivo el aprovechamiento sostenible y la conservación de los recursos forestales y de fauna silvestre; así como los servicios ambientales provenientes del bosque (OSINFOR, 2010)

#### **1.3.2. Concesión castañera:**

Los contratos de concesión para el manejo y aprovechamiento de productos forestales diferentes a la madera en la región de Madre de Dios, se otorgaron principalmente para el aprovechamiento y manejo de castaña y comúnmente se conocen como “Concesiones Castañeras”. Estas son áreas otorgadas por el estado peruano a favor de particulares (castañeros), con la finalidad que éstos puedan realizar actividades de manejo, aprovechamiento sostenible y comercialización del producto castaña *Bertholletia excelsa*, así como de otros productos del bosque, sean maderables y no maderables (ACCA, 2010)

### **1.3.3. Plan General de Manejo Forestal (PGMF):**

El PGMF nos dará el marco general de planificación estratégica y proyección empresarial a largo plazo. Está formulado para el primer quinquenio (5 años) y deben ser reformulados en todo el período de vigencia de la concesión (40 años); esta reformulación del PGMF se realizará siempre y cuando exista alguna implementación, rumbo de árboles nuevos para ser incorporados y/o mejoras en el área castañera (ACCA, 2010)

### **1.3.4. Plan Operativo Anual (POA):**

El POA es el instrumento para la planificación operativa a corto plazo, es decir el año operativo, el cual puede o no coincidir con el año calendario. El POA incluye un mapa con la ubicación de los árboles de donde se realizará la recolección de los frutos. El titular deberá presentar este documento cada año operativo, previo al aprovechamiento (ACCA, 2010)

### **1.3.5. Castaña (almendra):**

Semilla del árbol castaña (*Bertholletia excelsa* Humb & Blonp) que se obtiene al partir los frutos (cocos) que caen al suelo. Son de forma angulosa de 4 a 7 cm de longitud, con cascara coriácea y rugosa, conteniendo en su interior una almendra blanca lechosa recubierta por una epidermis de color marrón (OSINFOR, 2010)

### **1.3.6. Castañal:**

Área boscosa donde se concentran mayores cantidades de árboles de castaña (ACCA, 2010)

### **1.3.7. Castañoero:**

Persona que trabaja directamente en el proceso de extracción de la castaña en el Bosque (OSINFOR, 2010)

### **1.3.8. Fenotipo**

La planta o carácter tal como lo vemos; estado, descripción o grado de expresión de un carácter; el producto de la interacción de los genes de un organismo (genotipo) con el ambiente. Cuando se consideran el total de las expresiones de caracteres de un individuo, el fenotipo describe el individuo. Fenotipos similares no necesariamente afectan de manera semejante su descendencia (Snyder, R., Michaelis, A. and Green, M.M. GFTIW (citado por Turrialba, 1994)

#### **1.3.9. Regeneración natural:**

Proceso de recuperación poblacional de las especies mediante su propagación sexual o asexual, que se produce sin la intervención del hombre (ACCA, 2010)

#### **1.3.10. Barrica:**

Unidad comercial que contiene seis latas de contenido de semillas de castaña, equivalente a 70 kilogramos promedio. Puede variar, de acuerdo al tamaño y la humedad de la semilla (ACCA, 2010)

#### **1.3.11. Inventario de castaña:**

Es la evaluación cualitativa y cuantitativa, de todos los árboles productivos, no productivos, semilleros, dañados y muertos de la referida especie, realizado en el bosque natural, dentro del área del contrato o permiso (OSINFOR, 2010)

#### **1.3.12. Coco:**

Es el fruto maduro de la castaña. Es de tipo pixidio incompleto, es esférico y ligeramente achatado, con cáscara dura y leñosa. Pesa entre 200 y 2 000 g, con diámetro de 10 a 25 cm. Contiene un promedio de 18 semillas por cada coco (ACCA, 2010)

#### **1.3.13. Chancado**

Es la acción de partir el coco con un machete para extraer las semillas de castaña para colocarlas en las barricas (ACCA, 2010)

#### **1.3.14. Estrada:**

Trochas de interconexión entre árboles, que tienen acceso al varadero (ACCA, 2010)

#### **1.3.15. Lata:**

Medida tradicional para calcular el volumen de castaña. Equivale a una capacidad de 18 litros (ACCA, 2010)

#### **1.3.16. Árbol Candidato:**

Árbol tentativamente seleccionado como árbol plus, pero que no ha sido comparado con los árboles de alrededor (Aguirre & Dolly, 2012)

#### **1.3.17. Árbol plus:**

Árbol fenotípicamente sobresaliente en una o varias características de interés económico y/o ecológico dentro de una población de la misma especie (Aguirre & Dolly, 2012)

#### **1.3.18. Árbol semillero:**

Árbol seleccionado en base a sus características fenotípicas principalmente (forma del tronco, cantidad de frutos, tamaño del árbol). Tienen como característica principal la homogénea y regular producción de cocos de castaña (ACCA, 2010)

#### **1.3.19. Rodal semillero:**

Los Rodales Semilleros pueden ser rodales plantados o naturales, aislados o manejados para reducir contaminación de polen de árboles inferiores y que han sido sometidos a aclareos de mejoramiento para dejar 75- 200 árboles por hectárea con características fenotípicas apropiadas (Jara, 1995)

#### **1.3.20. Morfología:**

La forma y estructura interna y externa de plantas complejas, órganos, tejidos o células. También el estudio de dicha forma y estructura, incluyendo los ciclos de vida de los organismos. La morfología interna es comúnmente conocida como anatomía. El estudio de los aspectos funcionales de la estructura pertenece a la fisiología y no de la morfología Snyder, R., Michaelis, A. and Green, M.M. GFTIW, (citado por Turrialba, 1994)

#### **1.3.21. Productividad:**

Es la estimación cuantitativa del potencial de una estación (sitio) para producir biomasa forestal e incluye dos conceptos el potencial de la estación en sí misma y la parte de este potencial que puede ser transformada por un rodal determinado (Bravo, 2011)

#### **1.3.22. Bosque primario:**

Se considera bosque primario aquel que ha existido sin perturbaciones humanas significativas u otros disturbios durante períodos que exceden el largo normal de la vida de los árboles maduros (de 60 a 80 años según FAO) (Anón, citado por Turrialba, 1994).

### **1.3.23. Variabilidad Genética:**

Aplicación de principios genéticos para aumentar el rendimiento y la productividad de una plantación forestal a través del uso de semillas con superioridad genética (Aguirre & Dolly, 2012)

### **1.3.24. Mejoramiento Genético Forestal:**

Aplicación de principios genéticos para aumentar el rendimiento y la productividad de una plantación forestal a través del uso de semillas con superioridad genética (Aguirre & Dolly, 2012)

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Lugar de ejecución

#### 2.1.1 Ubicación

El estudio se realizó en las poblaciones naturales de castaña (*B. excelsa* H.B.K) de la región de Madre de Dios (Figura 3) que se encuentran ubicadas al sur – oriente peruano y comprende una extensa área de bosques tanto como selva baja y alta. Este departamento está formado principalmente por llanuras aluviales con terrazas de tres a cuatro niveles y presente un clima tropical cálido y húmedo.

En el Perú, los bosques comerciales de castaña se ubican en la franja oriental del departamento de Madre de Dios, cubriendo un total de 1 443 185 ha (IIAP 2001; INADE, 2007). Las principales zonas castañeras están ubicadas en:

- Cuenca baja del río Madre de Dios (Incluye laguna Valencia).
- Cuencas de los ríos Tambopata, Pariamanu, Pariamarca y Las Piedras.
- Carreteras Puerto Maldonado – Iberia y Puerto Maldonado - Mazuco.
- Parque Nacional de Manu.

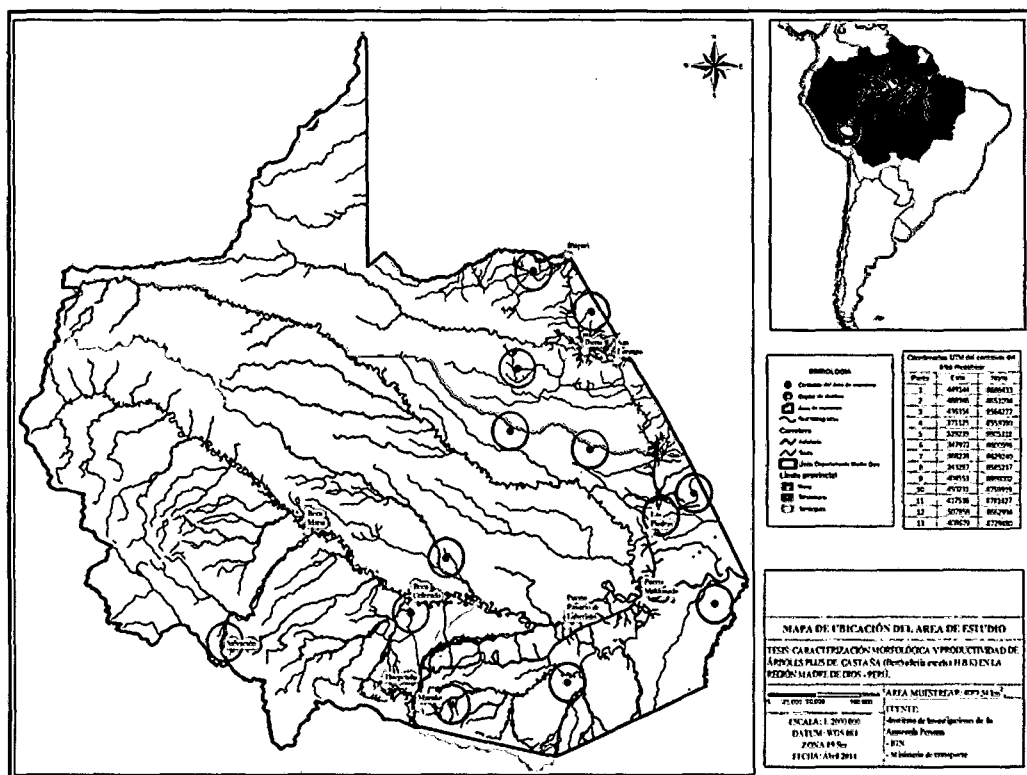


Figura 3. Mapa de Ubicación de las áreas de estudio, Madre de Dios – Perú

Fuente: IIAP 2014.

La importancia de la actividad castañera para el departamento de Madre de Dios radica en la existencia de los castaños, que contiene los más altos valores de biodiversidad del mundo, en el tipo de actividad extractiva que no transforma la composición del bosque y en la contribución a la permanencia de los bosques primarios, que favorece la conservación de ecosistemas de importancia global (IIAP, 2006)

## **2.2 Materiales, equipos y herramientas**

### **2.2.1 Materiales**

- Formato de campo
- Tablero
- Lápiz
- Borrador

### **2.2.2 Equipos**

- GPS Garmin Map. 60csx
- Cámara Digital
- Carpa
- Sleeping
- Tijera telescópica

### **2.2.3 Herramientas**

- Cinta métrica
- Machete
- Pala

## **2.3 Metodología**

El método utilizado corresponde al diseño no experimental.

### **2.3.1 Tipo de Investigación**

La investigación es descriptiva y correlacional, consistió en evaluar los individuos de castaña considerados superiores a través de mediciones dasométricas y las características fenotípicas. También se evaluó el sitio tomando muestras de suelos. Estas evaluaciones se correlacionarán con la producción de frutos y la morfología de cada individuo.

- Según su finalidad:

Investigación aplicada

- Según su alcance temporal:  
Transversal
- Según su profundidad:  
Investigación correlacional
- Según su amplitud:  
Macro-ecológica
- Según sus fuentes:  
Investigación con base en datos primarios y secundarios
- Según su carácter:  
Investigación cuantitativa

### 2.3.2 Metodología de selección

#### 2.3.2.1 Selección de Arboles Plus

La selección de los arboles plus de castaña se realizó de acuerdo al sistema de clasificación de Hutchinson (1993) el cual considera tres características deseables las cuales son: la clase de árbol (Tabla 2), la característica del fuste y la forma de la copa.

**Tabla 2. Clasificación de arboles**

Clase	Descripción
1	Arboles excelentes: Dominantes o Codominantes, sin bifurcaciones, de ramas delgadas, sanas y vigorosas
2	Arboles buenos: Dominantes, Codominantes, sin bifurcaciones bajas, con leves defectos en el fuste y copa
3	Arboles Inaceptables: Suprimidos, enfermos y/o con defectos importantes en el fuste y copa

Fuente: Hutchinson 1993.

Para la evaluación del fuste (Tabla 3) y de copa (Tabla 4) se evaluó conforme a la clasificación de Hutchinson (1993).



**Tabla 3. Clasificación de fuste**

<b>Fuste</b>	<b>Descripción</b>
1	Recto, sin nudos, sin daños, es un fuste de buena calidad.
2	Fuste con una curvatura o levemente curvo, sin daños evidentes, sin nudos (regular)
3	Fuste con más de una curvatura, podrido, con daño evidente, deformado, ramas quebradas o despuntadas, hueco (malo).

Fuente: Hutchinson 1993.

**Tabla 4. Clasificación de copa**

<b>Copa</b>	<b>Descripción</b>
1	Circulo entero (copa del árbol circular y simétrica)
2	Circulo irregular (copa casi ideal, que posee algún tipo de asimetría) o muertes de algunas ramas.
3	Medio circulo (asimétrica o delgada pero capaz de mejorar si se le da más espacio)
4	Menos de medio circulo (fuerte asimetría, pocas ramas, muerte progresiva)
5	Solamente pocas ramas (copa fuertemente degenerada o dañada)

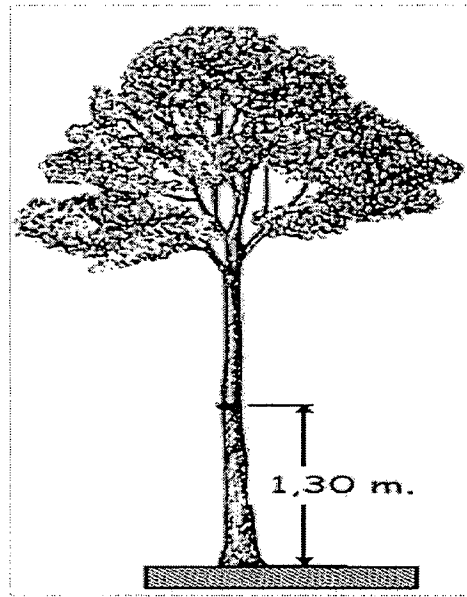
Fuente: Hutchinson 1993.

#### **2.3.2.2 Parámetros dasométricos:**

Los datos fueron obtenidos en campo donde se realizaron las siguientes mediciones:

##### **❖ Diámetro a la altura del pecho (DAP):**

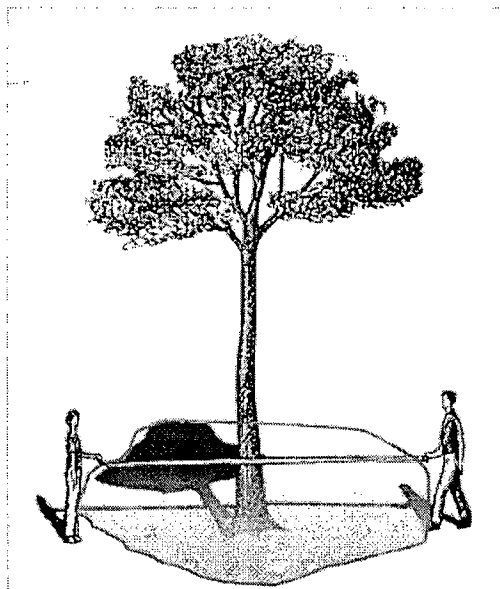
Esta medición corresponde al diámetro del fuste del árbol medido a 1,30 cm del nivel del suelo (Figura 4). La unidad de medida para el estudio es el centímetro con precisión al milímetro (ejemplo: 35,6 cm) además, el instrumento a utilizar es la una Cinta Diamétrica (ANEXO 3).



**Figura 4. Medida del diámetro normal o fuste**  
**Fuente: López 2008.**

❖ **Diámetro de copa (DC):**

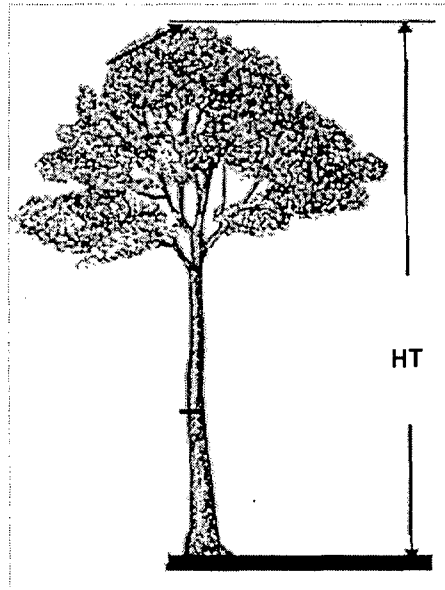
Se realizaron mediciones en ángulos al pie del fuste, según la forma de la copa registrando 2 medidas, considerando la orientación Norte – Sur y Este – Oeste (Peña, 2008) (Figura 5); Seguidamente hallamos el promedio de los diámetros de copa y con ese valor se realizaron los análisis correspondientes (ANEXO 3)



**Figura 5. Medida del diámetro de copa**  
**Fuente: López 2008.**

❖ **Altura total (HT):**

La evaluación se realizó haciendo un cálculo aproximado de la altura del árbol, es decir desde la base hasta la cima (Figura 6).

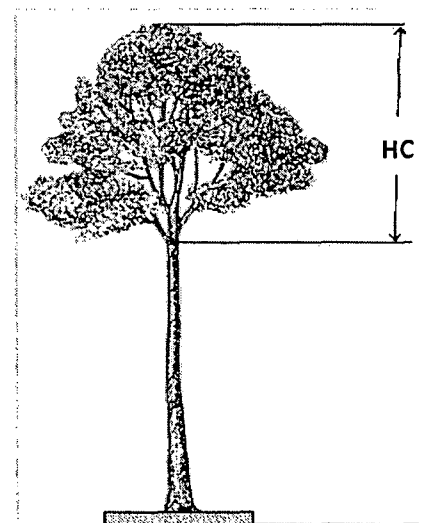


**Figura 6. Medida de la altura total**

**Fuente: López 2008.**

❖ **Altura de copa (HC):**

La evaluación se realizó desde el inicio de la ramificación hasta la cima de la copa (Figura 7).



**Figura 7. Medida de la altura de copa**

**Fuente: López 2008.**

### 2.3.2.3 Parámetros morfométricos

Para determinar la morfometría de los arboles candidatos se realizó un censo, para lo cual se respetó lo recomendado por Arias (2005) que consiste en medir las variables: diámetro a la altura de pecho (DAP), altura total, altura de copa y diámetro de copa. En función a la información de campo se determinaron los siguientes aspectos morfométricos:

#### a. Índice de espacio vital:

Es la relación de entre el diámetro de la copa / diámetro normal o DAP. Es un indicador que puede estimar la cantidad de individuos que puede sostener un determinado sitio. (Nájera & Hernández, 2010)

$$\frac{\text{Diámetro de copa (m)}}{\text{DN (m)}} = \text{Índice de espacio vital (adimensional)}$$

#### b. Grado de esbeltez:

Es la relación entre altura (m) y el diámetro normal, la esbeltez es un valor que ha sido utilizado como un indicador de la estabilidad de los árboles contra daños ocasionados por fuerzas mecánicas (viento y nieve), valores bajos de esbeltez están asociados con árboles más cónicos que pueden ser más resistentes al efecto de fuertes vientos (Arias, 2004).

$$\frac{\text{Altura total (m)}}{\text{DAP (m)}} = \text{Grado de esbeltez (adimensional)}$$

#### c. Altura de inserción de copa:

En la literatura se menciona una buena correlación entre la altura de inserción de la copa (HIC) y la altura total del árbol (HT); Struck (citado por Arias, 2005).

$$\frac{\text{Altura de copa (m)}}{\text{Altura total (m)}} = \text{Altura de inserción de copa (adimensional)}$$

#### d. Porcentaje de copa:

La proporción de copa o porcentaje de copa corresponde a la relación entre la longitud de copa y la altura total del árbol, a pesar a la dificultad de determinación del punto de inserción de copa Mitscherlich (citado por Tonini, 2005). Este criterio es a menudo utilizado como un indicador de la vitalidad de un árbol (Arias, 2005)

$$\frac{\text{Largo de copa (m)}}{\text{Altura total (m)}} \times 100 = \text{Porcentaje de copa (\%)}$$

#### e. Grado de cobertura de copa

El grado de cobertura de copa está en función a la proporción de su longitud (copa) con respecto a la altura total. (Nájera & Hernández, 2008).

$$\frac{\text{Largo de copa (m)}}{\text{Altura total (m)}} = \text{Grado de cobertura de copa (adimensional)}$$

#### f. Índice de saliencia:

Expresa cuantas veces es mayor el diámetro de copa que el diámetro del árbol mostrando la ocupación que necesita un árbol para desarrollarse sin competencia, este índice crece a medida que el árbol engrosa en diámetro Durlo; Arias (citado por Nájera & Hernández, 2008)

$$\frac{\text{Daimetro de copa (m)}}{\text{DAP (m)}} = \text{Indice de saliencia (adimensional)}$$

#### g. Índice de copa:

De acuerdo con Arias (2005) el índice de copa es parámetro que representa un criterio útil en la evaluación de la calidad y productividad de un rodal.

$$\frac{\text{Largo de copa (m)}}{\text{Diametro de copa (m)}} = \text{Indice de copa (adimensional)}$$

#### h. Forma de copa

Se denomina así a la relación entre el diámetro de copa y largo de la misma, considerando una misma especie y sitio, cuanto menor es la forma de copa, mejor es la productividad del árbol. Esto se debe únicamente a la relación entre el monto de copa y el área de proyección de copa (Durlo, 1998)

$$\frac{\text{Diametro de copa (m)}}{\text{Largo de copa (m)}} = \text{Forma de copa (adimensional)}$$

### 2.3.2.4 Caracterización fenotípica

#### a. Fuste:

La evaluación del fuste se efectuó de acuerdo al sistema de clasificación de (Hutchinson, 1993) (Tabla 5).

Tabla 5. Calidad de fuste

Fuste	Descripción
1	Recto, sin nudos, sin daños, es un fuste de buena calidad.
2	Fuste con una curvatura o levemente curvo, sin daños evidentes, sin nudos (regular)
3	Fuste con más de una curvatura, podrido, con daño evidente, deformado, ramas quebradas o despuntadas, hueco (malo).

Fuente: Hutchinson 1993.

#### b. Copa:

Las definiciones de forma y posición de copa que se dan en Tabla 6 y 7 deben interpretarse y aplicarse de acuerdo con las características de cada especie y del estado de desarrollo de cada árbol.

Tabla 6. Forma de copa

Copa	Descripción
<b>Perfecta:</b>	Corresponde a las copas que presentan el mejor tamaño y forma que se observa generalmente, amplio plano circular y simétrico.
<b>Buena:</b>	Copas que se acercan mucho al anterior nivel, silviculturalmente satisfactorias, pero con algún defecto leve de simetría o algún extremo de rama muerta.
<b>Tolerable:</b>	Apenas satisfactorias silviculturalmente, evidentemente asimétricas o ralas, pero aparentemente poseen capacidad de mejorar si se les da espacio.
<b>Pobre:</b>	Evidentemente insatisfactorias, presentan muerte regresiva en forma extensa, fuertemente asimétricas y pocas ramas, pero probablemente capaces de sobrevivir.
<b>Muy pobre:</b>	Definitivamente degradadas o suprimidas, o muy dañadas pero con posibilidades de incrementar su tasa de crecimiento como respuesta a la liberación.

Fuente: Pinedo 2000, adaptado de Synnott (1991)

**Tabla 7. Posición de copa**

Posición	Descripción
<b>Emergente:</b>	La parte superior de la copa totalmente expuesta a la luz vertical y libre de competencia lateral, al menos en un cono invertido de 90° con el vértice en el punto de la base de la copa.
<b>Plena iluminación superior:</b>	La parte superior de la copa está plenamente expuesta a la luz vertical, pero está adyacente a otras copas de igual o mayor tamaño dentro del cono de 90°.
<b>Alguna iluminación superior:</b>	La parte superior de la copa está expuesta a la luz vertical, o parcialmente sombreada por otras copas.
<b>Alguna Luz lateral:</b>	La parte superior de la copa enteramente sombreada de luz vertical, pero expuesta a alguna luz directa lateral debido a un claro o borde del dosel superior.
<b>Ausencia de luz:</b>	La parte superior de la copa enteramente sombreada tanto de luz vertical como lateral.

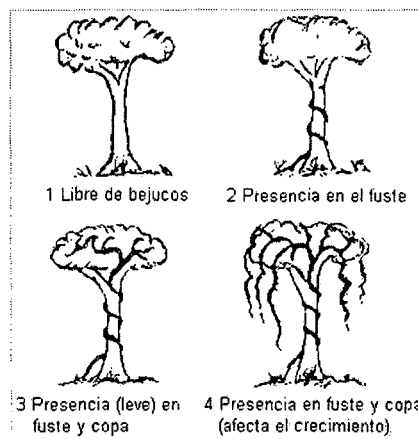
Fuente: Pinedo 2000, adaptado de Synnott (1991)

**c. Ramas:**

Se contabilizó la cantidad de ramas de cada árbol plus seleccionado. Así mismo estas podrían ser una limitación para la fructificación de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) ya que el desarrollo de esta fruta a menudo dura un año (Zuidema, 2003)

**d. Infestación de bejucos:**

La infestación por bejucos tiene efectos en el crecimiento de los árboles, lo que incide directamente en la producción futura de floración y frutos. En la recolección de datos se usó cuatro clases que se aprecian en la Figura 8:



**Figura 8. Infestación de bejucos (clasificación de Lowew y Walkey 1997)**

Fuente: Lowew y Walkey, citado por Licona *et al.* 2010

(1) Árbol libre de bejucos; (2) Bejucos presentes solamente en el fuste, la copa está exenta; (3) Presencia de bejucos en el fuste y la copa, pero no afectan el crecimiento terminal y (4) La totalidad de copa cubierta por bejucos y el crecimiento terminal seriamente afectado.

**e. Estado sanitario del árbol (Sa - arb) y del fuste (Sa – fu):**

Estas variables reflejan la vitalidad del árbol, e indican la situación en que se encuentra el mismo. Para el levantamiento de datos se consideró la clasificación indicados en la Tabla 8:

**Tabla 8. Estado sanitario del árbol y fuste**

Estado sanitario del árbol (Sa-arb)	Estado sanitario del fuste (Sa-fu)
AP = parado o en pie	FS = sano
AI = inclinado	FQ = quemado
AC = caído	Fhu = fuste hueco
AE = estrangulado por bejucos	FI = ataque por insectos
AR = roto o quebrado	FH= ataque de hongos o podrido
ADA = árbol dañado por aprovechamiento	

**Fuente: Licona et al. 2010**

**2.3.2.5 Evaluación de la productividad:**

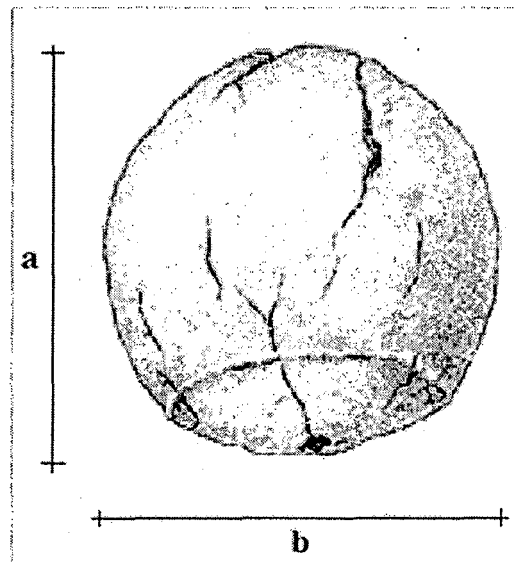
La producción forestal es el resultado de los procesos biológicos que dan lugar a la formación de productos como consecuencia del crecimiento acumulado de los árboles individuales. Cuando llega el momento de la corta, la madera se aprovecha para la obtención de los diferentes productos (Iturre y Araujo, 2006)

**A. Caracterización del fruto:**

**❖ Diámetro:**

Para la evaluación se realizó dos mediciones, considerando la existencia de dos tipos de diámetros: polar DP, en la que la falsa tapa de pixidio fue considerado la porción sur, y la ecuatorial, ancho perpendicular medio entre el polo norte y sur del fruto (Figura 9).

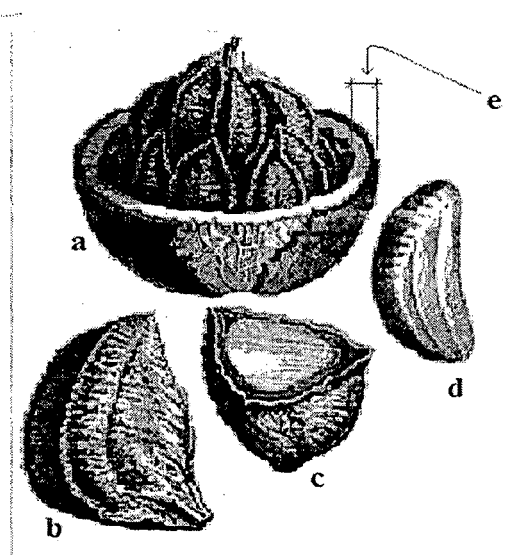




**Figura 9. Fruto de castaña: a. diámetro polar, b. diámetro ecuatorial**  
**Fuente: GELA, citado por Peña 2008.**

❖ **Grosor del pericarpio:**

Para evaluar el grosor del pericarpio se utilizó un vernier, donde se utilizara las siguientes categorías propuestas (Figura 10 y Tabla 9).



**Figura 10. Fruto y semillas de castaña**  
**a. corte ecuatorial, mostrando las semillas; b. semilla, cubierta con su tegumento; c. corte transversal de la semilla; d. Almendra, semillas sin tegumento; e. pericarpio**  
**Fuente: Gutenberg, citado por Peña 2008.**

**Tabla 9. Grosor del pericarpo del fruto**

Rango de variables	Características
Mayor a 1,4 cm	Grueso
1,39 cm a 6 mm	Normal
Menor a 5 mm	Delgado

**Fuente: Elaboracion propia.**

❖ **Dureza del pericarpo:**

La evaluación se realizó siguiendo tres categorías establecidos (Tabla 10).

**Tabla 10. Dureza de los frutos**

Valor	Categoría	Descripción
1	Duro	Dificultad de corte
2	Normal	Corte medianamente fácil
3	Suave	Corte con facilidad

**Fuente: Elaboracion propia.**

❖ **Forma del coco:**

La evaluación de la forma del coco se consideró lo siguiente: a). Redondo b). Ovalado c). Elipsoide.

**B. Caracterización de las semillas:**

La evaluación de las semillas consistió en describir la morfología de todas las almendras, semillas sin tegumento de cada una de los cocos de los arboles identificados como plus, considerando los siguientes:

❖ **Longitud:**

La evaluación consistió en medir con un vernier la longitud de todas las semillas que contenga el coco (Tabla 11).

**Tabla 11. Longitud de semilla**

Rango (cm)	Características
Mayor a 3,9	Alargado
3,9 a 3,1	Medio
Menor a 3,1	Muy corto

**Fuente: Peña 2008.**

#### ❖ Ancho:

La evaluación consistió en medir con un vernier el ancho de la semilla de cada semilla del coco (Tabla 12).

**Tabla 12. Ancho de la semilla**

Rango (cm)	Características
Mayor a 1,6	Ancho
1,6 a 1,4	Medio
Menor a 1,4	Delgado

Fuente: Peña 2008.

#### ❖ Numero de semillas por coco:

Las semillas fueron contabilizadas, tomando desde menos de 10 semillas/fruto hasta más de 26 semillas/fruto (Tabla 13).

**Tabla 13. Cantidad de semilla por coco**

Rango (unid.)	Características
Productivo > 26	Elevado
Normal 10 a 26	Normal
Poco < 10	poco

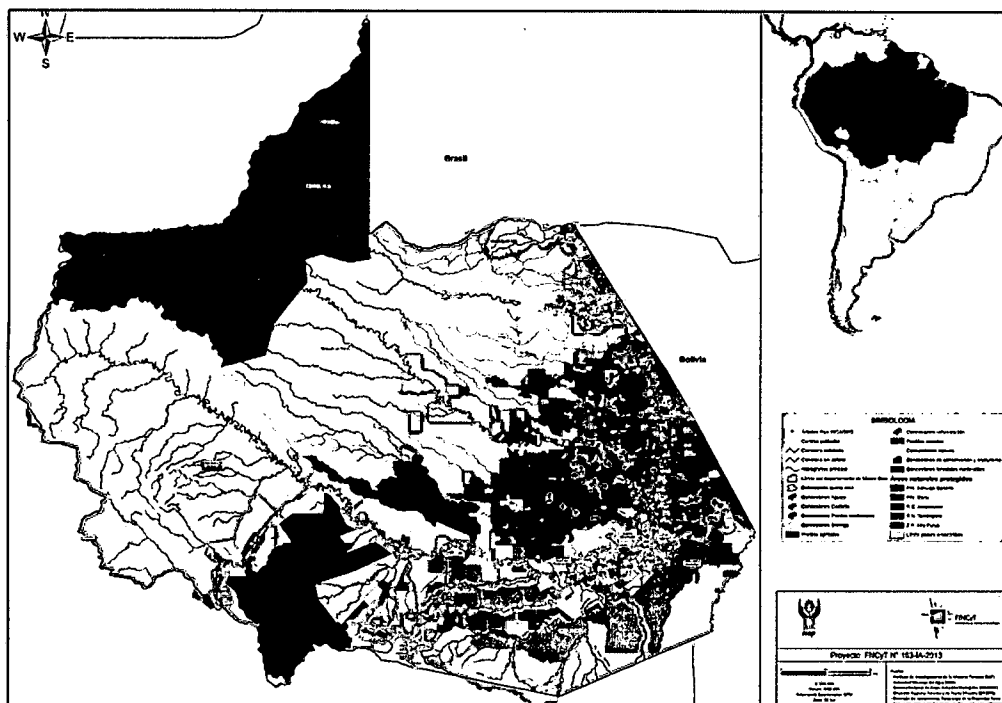
Fuente: Elaboracion propia.

## 2.4 Análisis Estadísticos

### 2.4.1 Población

La población está comprendida por 170 árboles de castaña (*B. excelsa*) de considerable producción de frutos y georeferenciados en concesiones castañeras, comunidades nativas, áreas naturales protegida y rodal semillero de las tres provincias de la región de Madre de Dios. Según el Instituto de la Investigación de la Amazonia Peruana (2006) el 57% de las áreas castañeras son accesibles por carretera y/o trochas carrozables y el 43% su acceso es por río.

Los distritos de las Piedras y Tahuamanu presentan una amplia densidad de individuos de castaña (*B. excelsa*) y la extracción de los frutos es abundante. GOREMAD (2010) Señala que en el tramo de la carretera de Iñapari e Inambari el área de aprovechamiento con abundancia es la castaña que abarca 1 241 154 ha que representa el 40,46 % de total del área. Suri (2008) encontró que en la provincia del manu la potencialidad de los suelos es baja para el desarrollo de la castaña (*B. excelsa*).



**Figura 11. Uso actual del Departamento de Dios-Perú**  
**Fuente: IIAP 2014.**

El departamento de Madre de Dios posee el 30% de la superficie con aptitud para la actividad castañera, sólo se ha concesionado el 11%, (en la práctica representan 1021 contratos de castaña), siendo los distritos de Las Piedras y Tambopata los de mayores áreas concesionadas (Figura 11). En la provincia del tahuamanu se ha otorgado 20,63% de áreas en concesiones de castaña, sin embargo en la el distrito de las piedras 46,91% y tambopata 37,92% en concesiones de castaña (ACCA, 2010). En la actualidad el área aproximada ocupada por las concesiones de castaña entregado es de 995 590 hectáreas (CIFOR, 2012)

Sin embargo, el documento de zonificación ecológica y económica (ZEE) de Madre de Dios elaborado en 2009 sugiere un área de distribución total de solo 1,25 millones de hectáreas de bosques ricos en castaña. A su vez, esta área de bosques de castaña cae dentro de la denominación de 'zona productiva' y las subcategorías 'zonas agropecuarias' y 'zonas para la extracción de madera' de la ZEE de 2009 (CIFOR, 2012)

Las poblaciones en bosque concesionado de castaña (*B. excelsa*) se encuentran en constante cosecha de frutos y es difícil encontrar regeneración juvenil, esto nos indica que la dinámica natural de la castaña se encuentra seriamente comprometida (Peña, 2008)

## 2.4.2 Muestra

Utilizando la siguiente fórmula

$$n = \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 * (CV\%)^2}{(E\%)^2 + \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 * (CV\%)^2}{N}}$$

Fuente: Cleto de la Torre (2009)

Valores constantes:

$$t = 1,6849$$

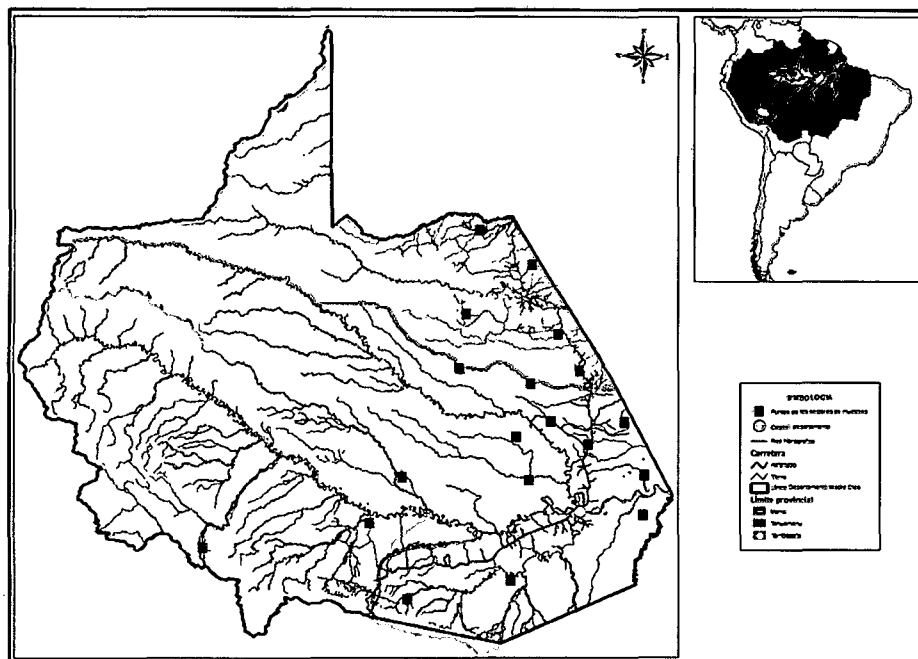
$$CV = 16,55$$

$$E\% = 5\%$$

$$N = 170$$

$$n = \frac{(1,6849)^2 * (16,55)^2}{(5)^2 + \frac{(1,6849)^2 * (16,55)^2}{170}} \quad n = 27 + 8 = 35 \text{ árboles de castaña}$$

La muestra estuvo representada por 27 árboles de castaña (*B. excelsa*) de alta productividad, aquellos individuos que superan los 100 kg/árbol<sup>-1</sup> de almendra con cascara, así mismo aquellos árboles que producen menos de 100 kg/árbol<sup>-1</sup> y aquellos individuos que se encuentran en zonas de difícil acceso no serán considerados dentro de la muestra. La muestra se obtuvo utilizando el método de muestreo no probabilístico por conveniencia, este tipo de muestreo se caracteriza por un esfuerzo deliberado de obtener muestras "representativas" mediante la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos.



**Figura 12. Sectores de estudio, Madre de Dios – Perú**  
**Fuente: IIAP 2014.**

### 2.5.2.1 Variabilidad genética

Reátegui, Reno, Carvajal *et al.* (2009) señalan que en los distritos de las piedras y tahuamanu (provincia de tambopata y tahuamanu) las poblaciones están emparentadas, es decir que pertenecen a una misma población y presentan una topografía poca accidentada y una variabilidad genética significativa. El estudio realizado en las poblaciones de castaña (*B. excelsa*) solo representa el 11% de la distribución total de esta especie en la región de Madre de Dios.

Las poblaciones que se encuentran en las provincias de tambopata y tahuamanu (Figura 12) el flujo genético entre estas poblaciones no se encuentran restringidas debido a la topografía poco accidentada, sin embargo en los lugares alejados como la provincia del manu existen poblaciones de castaña en ciertos sectores como salvación, colorado y boca manu donde la extracción de este recurso forestal es menor. Se desconoce el estado de conservación genético de estas poblaciones debido a la fisiografía que caracteriza estos lugares.

### 2.5.2.2 Densidad

El distrito de las piedras y tahuamanu (presentan alta densidad de individuos de castaña (*B. excelsa*) debido a que esta zona posee un alto potencial de áreas para el desarrollo de esta especie (Suri, 2008)

Las poblaciones de castaña en el distrito de las piedras ofrecen un mayor rendimiento en la producción de frutos, en un estudio realizado se encontró árboles semilleros con una capacidad de producción de 280 kg/árbol procedentes de 28 concesiones cuya densidad fluctuó de 0,27-1,27 árboles/ha. Asimismo se encontró que dichos árboles presentan una alta variabilidad morfológica (Peña, 2008)

### **2.5.2.3 Origen**

Los árboles que originaron la castaña de Brasil a menudo cuentan con 400 años de edad, y existen relatos de ejemplares que superan el milenio de vida. La primera sugerencia de que los castañares de monte hayan sido creados y mantenidos por los antiguos pueblos amazónicos provino del botánico y etnólogo ítalo-brasileño Adolpho Ducke (1876-1959), en 1946. Otros también se inclinaron por defender o rechazar esta tesis durante las últimas décadas (Scoles, Gribel & Nicolau, 2011).

Los frutos del castaño de monte, que contienen las codiciadas semillas, al ser difíciles de abrir, no parecen contar con un mecanismo sencillo de dispersión. Librados a sus propios medios, los mismos tendrían dificultades incluso para esparcirse por un área pequeña, y ni hablar por toda la selva. El primero en describir este fenómeno fue el suizo Jacques Huber, en 1910. Otro estudioso del tema es el paraense Carlos Peres, de la Universidad de East Anglia, en el Reino Unido. Biólogo ambiental de renombre, Peres reforzó esta idea en 1997, señalando que el agutí, un roedor común en la selva amazónica, con sus dientes afilados, podría proporcionar el empujón que el castaño de monte necesita para multiplicarse (Scoles, Gribel & Nicolau, 2011).

Peres observó el comportamiento de esos animales y notó que lograban abrir el fruto y apoderarse de las semillas. Una de cada cuatro semillas eran consumidas en el mismo sitio, pero a la mayor parte de las restantes, los agutíes las enterraban para consumirlas posteriormente. Se presume que no todas las semillas enterradas serían recogidas más tarde, y así tenían la posibilidad de germinar y originar un nuevo árbol. Para Peres, esta demostración era suficiente para explicar el origen de los castañales de monte (Scoles, Gribel & Nicolau, 2011)

### **2.5.2.4 Distribución:**

Corvera, Castillo, Suri, Cusi & Canal (2010) señalan que La castaña amazónica (*B. excelsa*) crece de manera silvestre en regiones tropicales de Sudamérica tiene presencia principalmente en los bosques de la amazonia peruana, boliviana y brasileña. Sin embargo densidades suficientemente altas se encuentran en Brasil (Estados de Pará, Amazonas, Acre y Rondônia), Perú (el Departamento de Madre de Dios) y Bolivia (Departamento de Pando y parte de los Departamentos de Beni y La Paz) (Zuidema, 2003)

Una de las revelaciones más importantes proviene del análisis del ADN, realizado por Rogério Gribel y Maristerra Lemes, del Inpa, y otros colaboradores. Al comparar las poblaciones de árboles de todas las áreas de la Amazonia, se evidenció que existe gran homogeneidad, es decir, escasas diferencias genéticas entre sitio y sitio. Esto indica que la difusión geográfica de la castaña amazónica ocurrió rápidamente y en una época relativamente reciente, lo cual torna más complicado imaginar un mecanismo natural para la dispersión (Scoles, Gribel & Nicolau, 2011)

El hallazgo de que los individuos de castaña se encuentren poblaciones ha generado la hipótesis sobre el origen de estas áreas con alta densidad. Se ha propuesto que el origen de las poblaciones de castaña es el resultado de actividades plantación realizadas por indígenas (Mori & Cabriola 1990 y referencias incluidas), es decir que la distribución espacial actual de posiciones es semejante a la de “plantaciones” indígenas antiguas.

#### **2.5.2.5 Productividad**

Según el Centro de Información Forestal de la Dirección Forestal y Fauna Silvestre-DGFFS-ATFFS-Tambopata y Manu (2010), la producción de castaña en cascara para las provincias Manu y Tambopata, registran para el año 2005 un peso de 2 733 312,08 kg GOREMAD (2010). La muestra se obtuvo en poblaciones naturales de castaña (*B. excelsa*) de las tres provincias; Tambopata, Tahuamanu y Manu de la Región de Madre de Dios. Estos sectores fueron seleccionados debido a la densidad de individuos que presentan, según SPDA (2011) y CIFOR (2012) donde señalan que las provincias de Tambopata y Tahuamanu se encuentran poblaciones con alta densidad de individuos en concesiones de castaña.

La región de Madre de Dios está caracterizada por paisajes fisiográficos de llanos amazónicos o selva baja que comprende a las provincias de tambopata, tahuamanu y parte del manu abarcando el 70% de su territorio.

Se han identificado tres tipos de clima principales: perhúmedo, húmedo y sub húmedo lluvioso. La totalidad de la región pertenece a la cuenca amazónica con dos áreas bien definidas una mayoritaria de relieve plano y bajo (300 msnm en promedio) y otra comparativamente mayor localizada al sur oeste de la región próxima estribas andinas de relieve escarpado y pendientes abruptas.

Según Zuidema (2003) la castaña se desarrolla en los bosques tropicales y la distribución de esta especie es extensa y se puede encontrar arboles de castaña (*B. excelsa*) en casi todo el territorio del departamento de Madre de Dios, es decir que toda la superficie tiene potencial para el desarrollo de esta especie (Suri, 2008).

La castaña (*B. excelsa*) se adapta a terrazas altas, con una altitud de 300 – 1200 m.s.n.m., TCA (1997); 30 a 50 m.s.n.r. y a terrazas medias no inundables 20 a 30 m.s.n.r (Corvera, Arcos & Canal 2006) aunque se deduce que la altitud del departamento oscila



entre (176 a 3976 m.s.n.m) y la temperatura entre (9 – 39.5 °C) por lo tanto la altitud y la temperatura no son una limitante para el desarrollo de esta especie así mismo la fisiografía, clima, suelo y pendientes no son limitantes (Suri, 2008).

### **2.4.3 Técnica de Análisis de datos**

#### **2.4.3.1 Análisis multivariado**

En este estudio los datos fueron procesados en software “SPSS” y “R” análisis multivariado por conglomerado o cluster que nos permitirá demostrar la variabilidad entre los árboles plus de castaña (*B. excelsa* H.B.K) utilizando las características fenotípicas y frutos de los individuos. Así mismo se realizara el análisis estadístico de los parámetros dasométricos obtenidos en campo.

Se realizó correlaciones simples y múltiples entre los datos entre las características fenotípicas y frutos. Los datos obtenidos en el laboratorio de las muestras de suelos nos permitirán realizar una correlación de las características fenotípicas y los frutos. Peña (2008) elaboró un dendograma, donde las distancias euclídeas, entre los individuos, permitió conocer la disimilitud entre los árboles plus seleccionados.

#### **2.4.3.2 Análisis de las muestras de suelo**

Se analizó las características físicas y químicas de las muestras de suelos en los laboratorios del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana. Además con esta información nos permitirá realizar correlaciones múltiples con las características fenotípicas de los individuos.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 Selección de árboles plus

Se identificaron y seleccionaron 35 árboles altamente productivos en diferentes sectores del departamento de Madre de Dios (Tabla 14), este trabajo se realizó con la presencia del castañero o dueño de la concesion donde se ubican los arboles seleccionados y que a su vez representa aproximadamente el 23% de la población total, según el IIAP (2006) la densidad de árboles de castaña por hectárea es de 0,3 a 1,3 y la mayor densidad de estos individuos se encuentran en las Piedras y el Tahuamanu donde la extracción de los frutos es abundante. Todos los arboles evaluados, considerados como altamente productivos, fueron debidamente georeferenciados, codificados y evaluados fenotípicamente para determinar la producción, creando una base de datos que servirá de información para investigaciones futuras.

**Tabla 14. Individuos identificados y seleccionados como árboles plus**

Nº	SECTOR	CÓDIGO	ESTE	NORTE
1	Rio Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A02	379488	8612081
2	Rio Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A04	379959	8611100
3	Rio Manuripe	RMa-MHH-A01	407121	8695851
4	Rio Manuripe	RMa-MHH-A02	406896	8695797
5	Rio Manuripe	RMa-MHH-A03	407462	8695627
6	Rio Manuripe	RMa-MHH-A04	407154	8695530
7	Rio Manuripe	RMa-MHH-A05	407010	8695890
8	Rio Manuripe	RMa-MHH-A06	398866	8697232
9	Rio Manuripe	RMa-MHH-A07	399928	8698137
10	Rio Manuripe	RMa-MHH-A08	400861	8697608
11	Rio Manuripe	RMa-MHH-A09	403045	8698816
12	Alerta	RM-EPa-A01	434535	8720378
13	Alerta	RM-RP-A05	431578	8719170
14	Alerta	RM-RP-A06	430602	8718321
15	La republica (Iberia)	LR-CI-A05	449058	8760459
16	Virgen del Carmen	VC-MTC-A01	507126	8659803
17	Virgen del Carmen	VC-MTC-A03	506668	8659398
18	Virgen del Carmen	VC-MTC-A04	507010	8659626
19	Bajo Alegría	BA-JMA-A01	512993	8654511
20	Bajo Alegría	BA-JMA-A02	512043	8655273
21	Bajo Alegría	BA-JMA-A03	512196	8655220
22	Bajo Alegría	BA-PHA-A01	512360	8657177
23	Bajo Alegría	BA-PHA-A02	513353	8657761
24	Bajo Alegría	BA-PHA-A03	513744	8657665
25	Rio Pariamanu	RP-SCT-A01	447062	8626243
26	Rio Pariamanu	RP-SCT-A02	447559	8626768
27	Rio Pariamanu	RP-EHQ-A01	459910	8632393
28	Rio Pariamanu	RP-EHQ-A02	459490	8632845
29	Rio Pariamanu	RP-EHQ-A03	461159	8633314
30	Rio Pariamanu	RP-EMA-A01	426900	8631722
31	Rio Pariamanu	RP-CNBP-A01	465091	8628052
32	Rio Pariamanu	RP-CNBP-A02	465368	8627331
33	Rio Heath	RH-DCV-A01	522808	8600695

34	Rio Heath	RH-DCV-A02	523294	8600282
35	Rio Malinowsky	RM-RNT-A02	433116	8567667

Fuente: Elaboracion propia.

La Tabla 14 se observa a los 35 individuos seleccionados como arboles plus de castaña con una producción que supera los 100 kg/árbol de semillas en diferentes sectores y con sus respectivos códigos. La Figura 13 muestra que la mayor presencia de árboles plus de castaña se encuentra en el sector de Rio Manuripe (Tahuamanu) con nueve individuos, con una producción en promedio de 141,6 kilos, sin embargo en el sector del Rio Pariamanu (Tambopata) se encontró ocho individuos con una producción de 117 kilos en promedio y el sector de Bajo alegría presentó la más alta producción en promedio de 169,2 kilos con seis individuos seleccionados como arboles plus, estos lugares presentan un alto potencial para el desarrollo de esta especie (Suri, 2008).

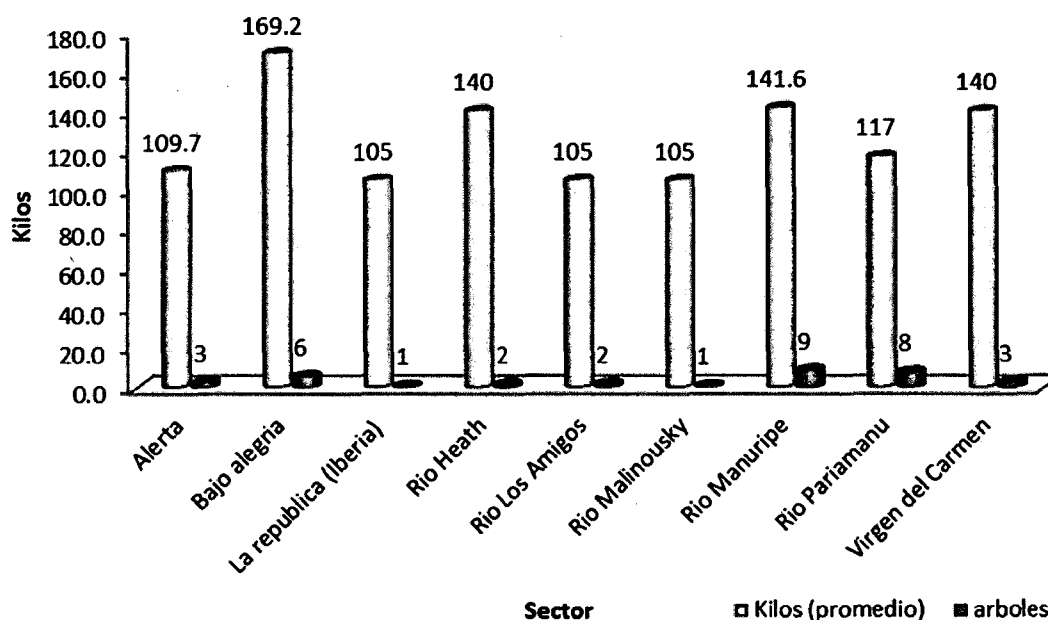


Figura 13. Número de árboles y producción de semillas por sectores

Estos sectores presentan una alta densidad, según el IIAP (2006) las poblaciones de castaña se encuentran en la franja oriental del departamento de Madre de Dios, las principales zonas castañeras se encuentran: Cuenca baja del río Madre de Dios (Incluye laguna Valencia); Cuencas de los ríos Tambopata, Pariamanu, Pariamarca y Las Piedras; Carreteras Puerto Maldonado – Iberia y Puerto Maldonado – Mazuco; Parque Nacional de Manu (Figura 14) así mismo en la actualidad las concesiones de castaña se encuentran distribuidas en las provincias del tambopata – tahuamanu donde las poblaciones se encuentran en una alta densidad de individuos de castaña (SPDA, 2011 y CIFOR, 2012).

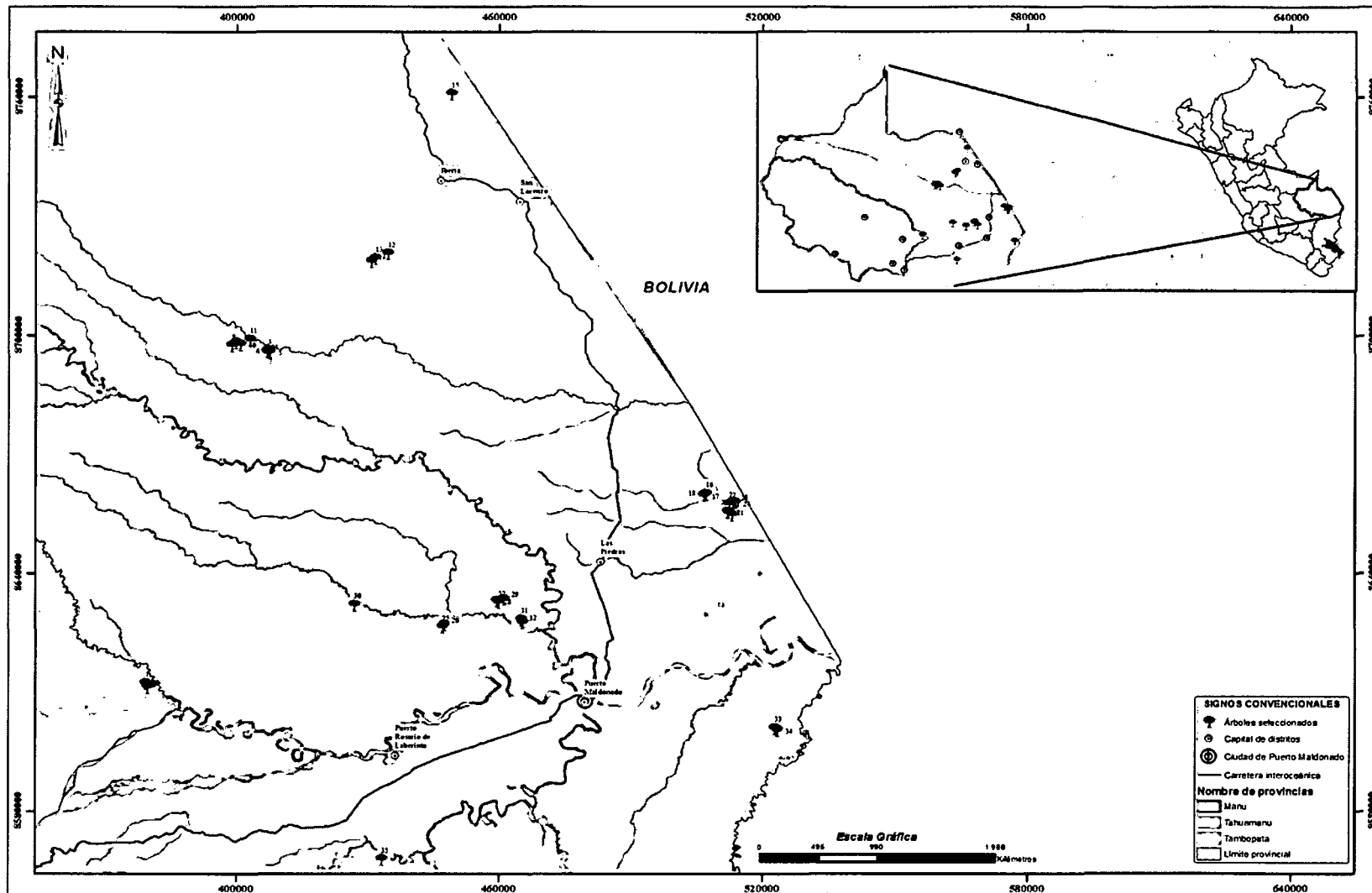


Figura 14. Ubicación de los 35 árboles plus, Madre de Dios – Perú.

## 3.2 Morfología

### 3.2.1 Índices Dasométricos.

Los árboles seleccionados e identificados fueron medidos tomando en cuenta los siguientes índices: el diámetro a la altura del pecho o fuste DAP; la altura total HT fue calculado visualmente puesto que es complicado identificar exactamente la parte superior de las copas de muchos de los árboles cuando están totalmente llenas de follaje, por lo que es complicado el uso del clinómetro en bosques tropicales Jara (1995); el diámetro de copa DC. fue calculado con una brújula desde varios ángulos, iniciados al pie del fuste utilizando una cinta métrica para poder determinar la distancia y la longitud de copa LC este índice se calculó realizando la diferencia entre la altura total y la altura de fuste (HT – HF).

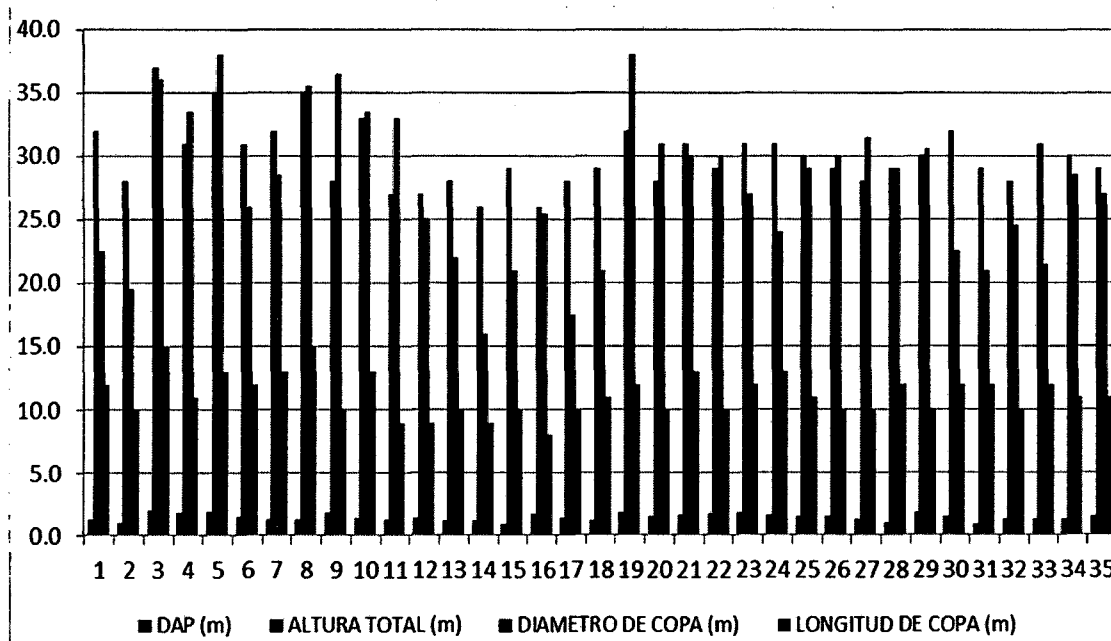
**Tabla 15. Valores de los índices dasométricos de los Árboles plus**

Nº	SECTOR	CODIGO	DAP (m)	ALTURA TOTAL (m)	DIAMETRO DE COPA (m)	LONGITUD DE COPA (m)
1	Río Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A02	1,3	32	23	12
2	Río Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A04	1	28	20	10
3	Río Manuripe	RMa-MHH-A01	2	37	36	15
4	Río Manuripe	RMa-MHH-A02	1,8	31	34	11
5	Río Manuripe	RMa-MHH-A03	1,9	35	38	13
6	Río Manuripe	RMa-MHH-A04	1,5	31	26	12
7	Río Manuripe	RMa-MHH-A05	1,3	32	29	13
8	Río Manuripe	RMa-MHH-A06	1,3	35	36	15
9	Río Manuripe	RMa-MHH-A07	1,8	28	37	10
10	Río Manuripe	RMa-MHH-A08	1,4	33	34	13
11	Río Manuripe	RMa-MHH-A09	1,3	27	33	9
12	Alerta	RM-EPa-A01	1,4	27	25	9
13	Alerta	RM-RP-A05	1,2	28	22	10
14	Alerta	RM-RP-A06	1,2	26	16	9
15	La republica (Iberia)	LR-CI-A05	0,9	29	21	10
16	Virgen del Carmen	VC-MTC-A01	1,7	26	26	8
17	Virgen del Carmen	VC-MTC-A03	1,5	28	18	10
18	Virgen del Carmen	VC-MTC-A04	1,2	29	21	11
19	Bajo Alegría	BA-JMA-A01	1,8	32	38	12
20	Bajo Alegría	BA-JMA-A02	1,5	28	31	10
21	Bajo Alegría	BA-JMA-A03	1,6	31	30	13
22	Bajo Alegría	BA-PHA-A01	1,7	29	30	10
23	Bajo Alegría	BA-PHA-A02	1,8	31	27	12
24	Bajo Alegría	BA-PHA-A03	1,7	31	24	13
25	Río Pariamanu	RP-SCT-A01	1,6	30	29	11
26	Río Pariamanu	RP-SCT-A02	1,5	29	30	10
27	Río Pariamanu	RP-EHQ-A01	1,3	28	32	10
28	Río Pariamanu	RP-EHQ-A02	1,1	29	29	12
29	Río Pariamanu	RP-EHQ-A03	1,8	30	31	10
30	Río Pariamanu	RP-EMA-A01	1,6	32	23	12
31	Río Pariamanu	RP-CNBP-A01	0,9	29	21	12
32	Río Pariamanu	RP-CNBP-A02	1,3	28	25	10
33	Río Heath	RH-DCV-A01	1,3	31	22	12
34	Río Heath	RH-DCV-A02	1,4	30	29	11
35	Río Malinowsky	RM-RNT-A02	1,5	29	27	11
	<b>Promedio</b>		1,5	30	27,6	11,2

Max	2	37	38	15
Min	0,9	26	16	8
D. estándar	0,28	2,51	5,88	1,64
C.V	19,37	8,39	21,32	14,64

Fuente: Elaboracion Propia

En la Tabla 15 se observa los valores de los índices dasométricos obtenidos en campo de los 35 individuos codificados y seleccionados como arboles plus de castaña en los sectores estudiados.



**Figura 15. Índices dasométricos de los arboles plus**

Se observa (Figura 15) que la altura total obtuvo un valor en promedio de 30 m con un rango mínimo de 26 m para el árbol VC-MTC-A01 que se encuentra en el sector de virgen del Carmen (alegría) y máximo de 37 m para el árbol RMa-MHH-A01 ubicado en el sector del Rio Manuripe, siendo el coeficiente de variabilidad C.V de 8,39% mostrando un población heterogénea. Peña (2008) encontró en 32 concesiones situadas en la provincia del tambopata obtuvo mayores valores entre 51,26 m y 27,96 m en una población de 50 árboles plus, así mismo Tonini, Kaminski & Da Costa (2008) encontró superioridad en la altura aunque la castaña puede llegar a hasta los 60 metros de altura y son individuos dominantes del dosel en los bosques tropicales de Sudamérica (Arias & Rondón, 2010).

El diámetro de copa obtuvo un valor promedio de 27,6 m y un rango mínimo de 16 m para el árbol RM-RP-A06 que se encuentra en el sector de alerta y máximo de 38 m para el árbol RMa-MHH-A03 ubicado en el sector de bajo alegría con un coeficiente de variabilidad C.V de 21,32% mostrando una población mediamente homogénea, parecido

a lo alcanzado por Peña (2008) que obtuvo un valor de 33,4% de coeficiente de variabilidad. Tonini, Kaminski & Da Costa, (2008) señalan que la castaña presenta copas más profundas y que requiere mayor espacio para desarrollarse dentro del bosque. La longitud de copa obtuvo 11,2 m en promedio con un rango mínimo 8 m para el árbol VC-MTC-A01 que se encuentra en el sector de virgen del Carmen (alegría) y máximo de 15 m para los árboles RMa-MHH-A01 y RMa-MHH-A06 ubicado en el sector de Río Manuripe, siendo el coeficiente de variabilidad C.V de 14,64% mostrando una población heterogénea donde existe competencia por la luz solar para llegar alcanzar dominancia vertical dentro del bosque. Peña (2008) encontró alta variabilidad 137,64% con respecto a la longitud de copa. El diámetro de fuste alcanzado por los arboles plus de castaña obtuvo 1,5 m en promedio con un rango mínimo de 0,9 m para el árbol LR-CI-A05 que se encuentra en el sector de la república y máximo de 2 m para el árbol RMa-MHH-A01 ubicado en el sector de Río Manuripe, siendo el coeficiente de variación C.V de 19,37% la cual indica que existe variabilidad dentro de la población de castaña. Peña (2008) encontró valores superiores respecto al diámetro a la altura de pecho así mismo esta especie puede alcanzar hasta los 4 metros de diámetro de fuste en bosques primarios (Arias & Rondón, 2010).

### 3.2.2 Índices Morfométricos.

Los índices morfométricos basados en el tamaño y la morfología del árbol tomados en cuenta en este estudio fueron; I.E.V: Índice de espacio vital; que fue calculada por la relación entre DC/DAP, G.E: grado de esbeltez; calculada por la relación HT/DAP, I.A: índice de abrangencia; calculada por la relación DC/HT, F.C: forma de copa; calculada por la relación DC/LC, P.C: porcentaje de copa; calculada por la relación LC/HT\*100, I.C: índice de copa; calculada por la relación LC/DC. Los valores de los índices dasométricos fueron medidos en metros el cual es importante para poder calcular los morfométricos.

Se puede observar en la Tabla 16 y Figura 16 los valores de los índices morfométricos obtenidos de los 35 individuos seleccionados e identificados como arboles plus, se puede observar que existe variabilidad entre los individuos.

**Tabla 16. Valores de los índices morfométricos de los arboles plus**

Nº	SECTOR	CÓDIGO	I.E.V	G.E	I.A	F.C	P.C	I.C
1	Río Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A02	16,95	24,11	0,70	1,88	37,50	0,53
2	Río Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A04	18,97	27,23	0,70	1,95	35,71	0,51
3	Río Manuripe	RMa-MHH-A01	17,67	18,16	0,97	2,40	40,54	0,42
4	Río Manuripe	RMa-MHH-A02	18,59	17,21	1,08	3,05	35,48	0,33
5	Río Manuripe	RMa-MHH-A03	19,64	18,08	1,09	2,92	37,14	0,34
6	Río Manuripe	RMa-MHH-A04	17,27	20,59	0,84	2,17	38,71	0,46
7	Río Manuripe	RMa-MHH-A05	21,84	24,52	0,89	2,19	40,63	0,46
8	Río Manuripe	RMa-MHH-A06	26,94	26,56	1,01	2,37	42,86	0,42
9	Río Manuripe	RMa-MHH-A07	20,40	15,65	1,30	3,65	35,71	0,27

10	Rio Manuripe	RMa-MHH-A08	24,08	23,72	1,02	2,58	39,39	0,39
11	Rio Manuripe	RMa-MHH-A09	25,92	21,21	1,22	3,67	33,33	0,27
12	Alerta	RM-EPa-A01	18,01	19,45	0,93	2,78	33,33	0,36
13	Alerta	RM-RP-A05	18,43	23,46	0,79	2,20	35,71	0,45
14	Alerta	RM-RP-A06	13,30	21,61	0,62	1,78	34,62	0,56
15	La republica (Iberia)	LR-CI-A05	23,82	32,89	0,72	2,10	34,48	0,48
16	Virgen del Carmen	VC-MTC-A01	14,81	15,10	0,98	3,19	30,77	0,31
17	Virgen del Carmen	VC-MTC-A03	11,95	19,12	0,63	1,75	35,71	0,57
18	Virgen del Carmen	VC-MTC-A04	17,27	23,85	0,72	1,91	37,93	0,52
19	Bajo Alegría	BA-JMA-A01	21,24	17,89	1,19	3,17	37,50	0,32
20	Bajo Alegría	BA-JMA-A02	20,85	18,84	1,11	3,10	35,71	0,32
21	Bajo Alegría	BA-JMA-A03	18,55	19,17	0,97	2,31	41,94	0,43
22	Bajo Alegría	BA-PHA-A01	17,39	16,81	1,03	3,00	34,48	0,33
23	Bajo Alegría	BA-PHA-A02	14,78	16,97	0,87	2,25	38,71	0,44
24	Bajo Alegría	BA-PHA-A03	14,39	18,59	0,77	1,85	41,94	0,54
25	Rio Pariamanu	RP-SCT-A01	18,59	19,23	0,97	2,64	36,67	0,38
26	Rio Pariamanu	RP-SCT-A02	19,84	19,18	1,03	3,00	34,48	0,33
27	Rio Pariamanu	RP-EHQ-A01	24,74	21,99	1,13	3,15	35,71	0,32
28	Rio Pariamanu	RP-EHQ-A02	27,36	27,36	1,00	2,42	41,38	0,41
29	Rio Pariamanu	RP-EHQ-A03	17,11	16,83	1,02	3,05	33,33	0,33
30	Rio Pariamanu	RP-EMA-A01	14,43	20,52	0,70	1,88	37,50	0,53
31	Rio Pariamanu	RP-CNBP-A01	22,36	30,88	0,72	1,75	41,38	0,57
32	Rio Pariamanu	RP-CNBP-A02	18,77	21,45	0,88	2,45	35,71	0,41
33	Rio Heath	RH-DCV-A01	16,39	23,64	0,69	1,79	38,71	0,56
34	Rio Heath	RH-DCV-A02	21,07	22,18	0,95	2,59	36,67	0,39
35	Rio Malinowsky	RM-RNT-A02	18,05	19,38	0,93	2,45	37,93	0,41
	Promedio		19,19	21,24	0,92	2,50	37,12	0,42
	Max		27,36	32,89	1,30	3,67	42,86	0,57
	Min		11,95	15,10	0,62	1,75	30,77	0,27
	D. estándar		3,77	4,15	0,18	0,55	2,88	0,09
	C.V		19,66	19,53	19,15	22,13	7,75	21,77

Fuente: elaboracion propia

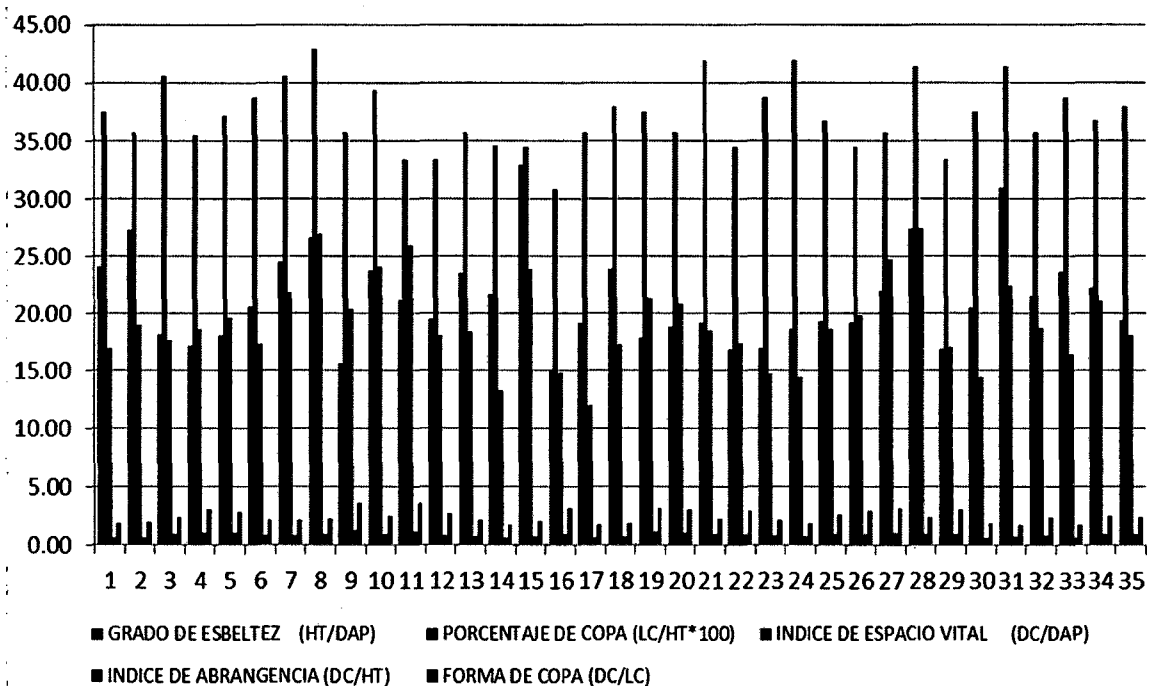


Figura 16. Índices morfométricos de los arboles plus



El índice de espacio vital alcanzó un valor promedio 19,19 con un rango mínimo de 11,95 para el árbol VC-MTC-A03 y como máxima 27,36 para el árbol RP-EHQ-A02 siendo el coeficiente de variabilidad C.V de 19,16% mostrando una población medianamente heterogénea (Figura 16) es decir que los árboles de castaña ocupan espacios de diferentes tamaños dentro del bosque. Durlo y Denardi (1998) halló que *Cabralea canjerana* tiene una copa que es 20 veces más que el DAP; Tonini, Da Costa & Kaminski, (2008) encontró valores superiores en la castaña y señala que requiere de mayor espacio para su crecimiento y para la producción de frutos que cualquier otra especie. El grado de esbeltez presentó un valor promedio de 24,21 con un rango mínimo de 15,10 para el árbol VC-MTC-A01 y máximo de 32,89 para el árbol LR-CI-A05, con un coeficiente de variabilidad de 19,53% la cual indica que la población es medianamente homogénea. Durlo & Denardi, (1998) halló variación en este índice en una población de *Cabralea canjerana*; sin embargo Arias (2005) señala que valores altos de esbeltez los árboles tienden a ser vulnerables a las fuerzas mecánicas del viento y valores menores de esbeltez los árboles tienden a ser cónicos y más resistentes a las fuerzas del viento. El índice de abrangencia presentó valor en promedio de 0,92 y un rango mínimo de 0,62 para el árbol RM-RP-A06 y máximo de 1,30 para el árbol RMa-MHH-A07 siendo el coeficiente de variabilidad C.V de 19,15% el cual señala que existe variabilidad dentro de la población de árboles de castaña. Tonini Da Costa & Kaminski (2008) señala que este índice tiende a disminuir con la altura sin embargo tiende a aumentar con el aumento del DC y a su vez halló buena relación significativa con la posición sociológica y la producción de semillas en un estudio realizado.

El valor en promedio obtenido para el porcentaje de copa es de 37,12% con un rango mínimo de 30,77% para el árbol VC-MTC-A01 y máximo de 42,86% para el árbol RMa-MHH-A06 con un coeficiente de variabilidad de C.V de 7,75% la cual señala que existe variabilidad. Tonini, Kaminski & Da Costa (2008) encontró en un estudio de producción, que árboles más productivos presentaron un porcentaje de copa de 47% superiores al presente estudio; esta variable es buen indicador de la vitalidad del árbol. La forma de copa viene de la relación entre el diámetro de copa y largo de la misma cuyo valor promedio obtenido es de 2,5 y un rango mínimo de 1,75 para el árbol VC-MTC-A03 y máximo de 3,67 para el árbol RMa-MHH-A09, este índice señala que a menor forma de copa mejor es la productividad del árbol. Tonini, Kaminski & Da Costa (2008) indican que la forma de copa influye significativamente en la producción de frutos.

El valor promedio para el índice de copa es de 0,42 con un rango mínimo de 0,27 para los árboles RMa-MHH-A07 y RMa-MHH-A09 y un máximo de 0,57 para el árbol VC-MTC-A03, este índice señala que los árboles que crecen en suelos de baja fertilidad pueden presentar copas cuya forma puede compararse a la de un plato mientras que los árboles que crecen en óptimas condiciones muestran copas más delgadas. Peña (2008)

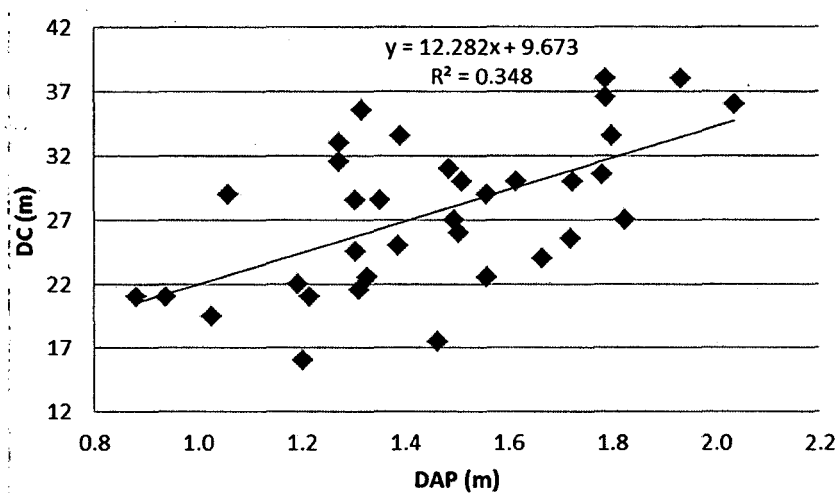
señala que la castaña se desarrolla en suelos extremos: pH muy ácido, elevada toxicidad de aluminio y baja fertilidad

**Tabla 17. Coeficiente de correlación entre los índices dasométricos y morfométricos**

VARIABLE		DC	LC	IEV	GE	IA	FC	PC	IC
DAP	rho =	0,467**	0,04	-0,276	-0,830**	0,454**	0,470**	-0,153	-0,465**
	p =	0,005	0,819	0,108	0,000	0,006	0,004	0,381	0,005
DC	rho =		0,276	0,494**	-0,450**	0,915**	0,773**	0,055	-0,771**
	p =		0,108	0,003	0,007	0,000	0,000	0,755	0,000
HT	rho =	0,387*	0,909**	0,037	0,010	0,036	-0,180	0,666**	0,191
	p =	0,022	0,000	0,834	0,954	0,838	0,301	0,000	0,271

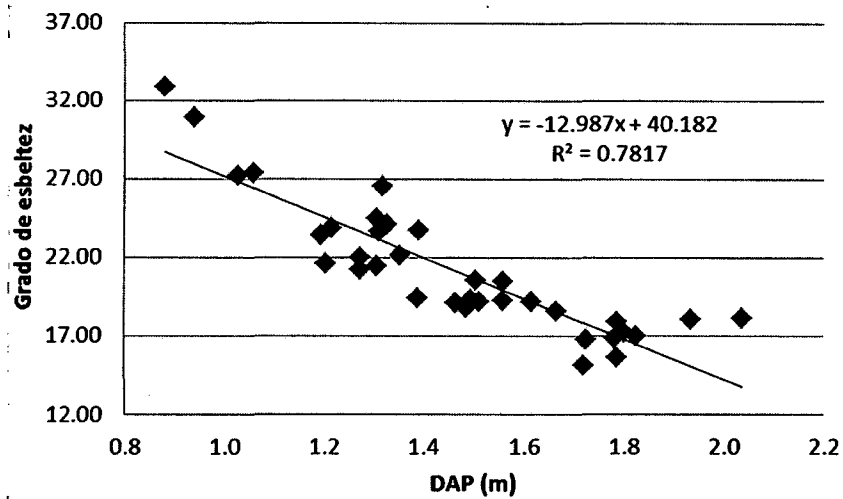
DAP: diámetro a la altura de pecho; HT: altura total; DC: diámetro de copa; LC: longitud de copa; IEV: índice de espacio vital; GE: grado de esbeltez; IA: índice de abranencia; FC: forma de copa; PC: porcentaje de copa; IC: índice de copa, \* y \*\* significativo al 5% y 1%.

La Tabla 17 muestra que el índice dasométrico DAP no presenta relación significativa con la longitud (rho: 0,04; p: 0,819) y el porcentaje de copa (rho = -0,153; p = 0,381), sin embargo Contreras (1993) señala que este índice solo presenta una relación estrecha con la altura del fuste; en otros estudios Tonini, Kaminski & Da Costa (2008) y Durlo & Denardi (1998) encontraron relación altamente significativa en poblaciones de 239 árboles de castaña y en 165 árboles de la especie *Cabralea canjerana*.



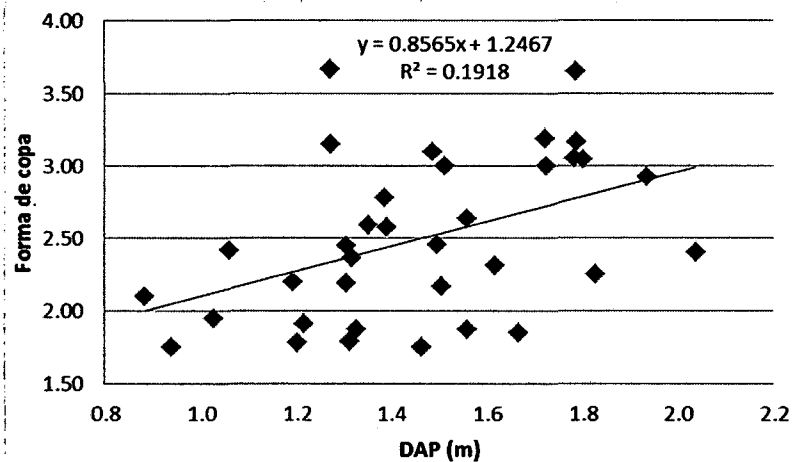
**Figura 47. Relación DAP y Diámetro de Copa**

La Figura 17 mostró que existe una relación significativa entre el diámetro del fuste y el diámetro de copa (rho = 0,467\*\* p = 0,005), este resultado señala que el 34,8% de los datos del diámetro del fuste mantienen una relación estrecha con el Diámetro de copa. Este resultado concuerda con lo señalado por Arias (2005) que el aumento del grosor del diámetro del fuste se debe a la copa, es decir que el diámetro de copa crece a medida que el diámetro del fuste crece.



**Figura 18. Relación DAP y Grado de Esbeltez**

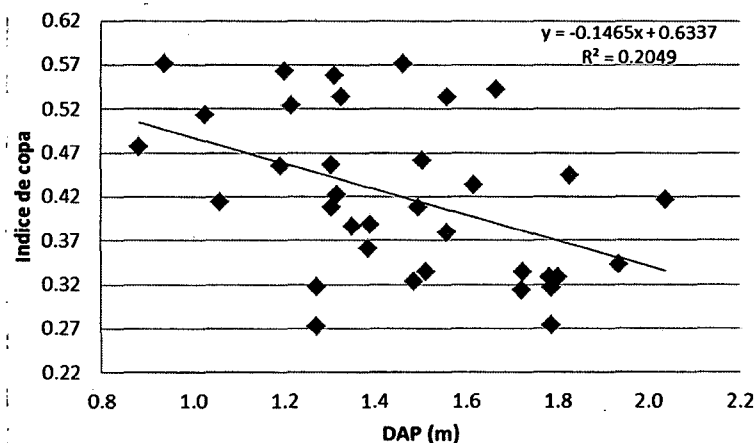
El grado esbeltez presento relación altamente significativa con el diámetro a la altura del pecho ( $\rho = -0,830^{**}$ ;  $p = 0,000$ ). Según la Figura 18 se puede interpretar que valores menores de DAP el grado de esbeltez aumenta haciendo que el árbol sea más inestable y vulnerable a las fuerzas mecánicas del viento. Tonini & Arco-Verde (2005) señala que el índice de grado de esbeltez tiende a disminuir cuando la altura total y el diámetro de fuste aumentan, esta misma disminución también fue observada por Durlo & Denardi (1998) en *Cabralea canjerana*, resultados que ajustan a lo hallado por Tonini, Kaminski & Da Costa (2008) en *Bertholletia excelsa*.



**Figura 59. Relación DAP y Forma de Copa**

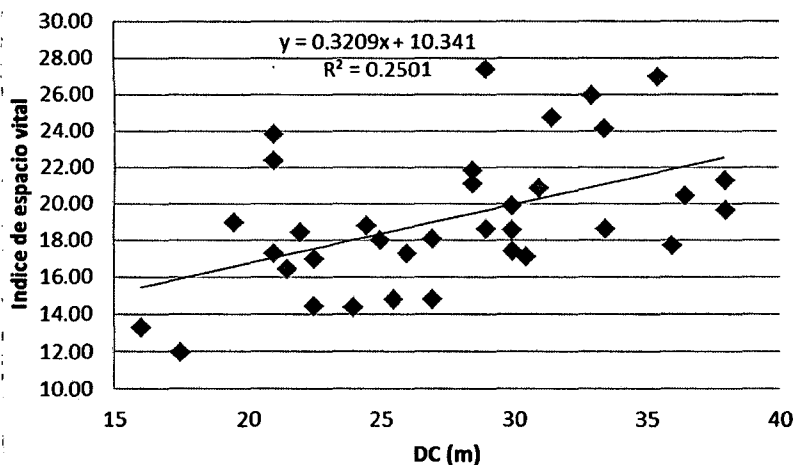
Aplicando la correlación Spearman la forma de copa (Figura 19) mostro valores significativos con el diámetro del fuste ( $\rho = 0,470^{**}$   $p = 0,004$ ) es decir que el 19,18% de los valores del diámetro de fuste presentaron relación significativa con la forma de copa. Así mismo estos valores mínimos demostraron que existe grandes diferencias entre

individuos respecto a este índice, es decir que esta especie presento copas esbeltas (valores mínimos) es decir bien formadas y con buen diámetro de copa, resultado que supera a lo hallado por Durlo & Denardi (1998) en *Cabralea canjerana*; donde la castaña presenta copas bien formadas y circulares señalado por Tonini, Kaminski & Da Costa (2008).



**Figura 20. Relación DAP e Índice de Copa**

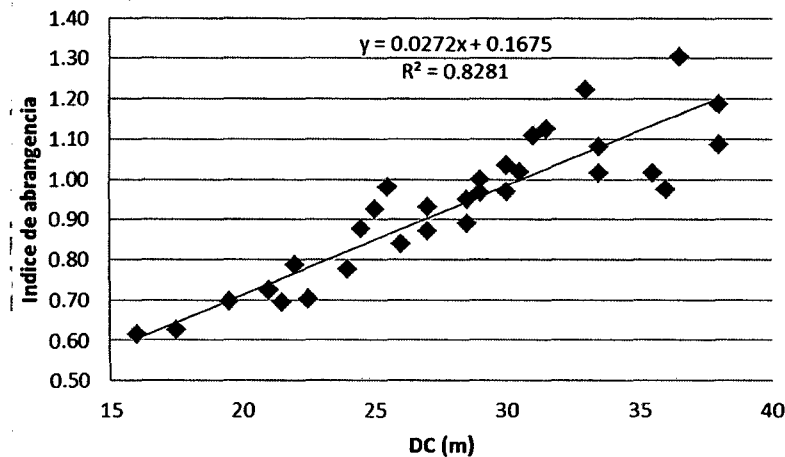
El índice de copa mostro una relación significativa con el diámetro del fuste ( $\rho = -0,465^{**}$   $p = 0,005$ ) este resultado mostro que los valores de ambos índices tuvieron una relación del 20,49% (Figura 20). Así mismo este índice señala que valores bajo el árbol presenta copas esbeltas o en forma de plato y a valores bajos de forma de copa el árbol presenta copas achatadas señalado por Durlo & Denardi (1998). En otro estudio demostró que este índice llega a disminuir a medida que la altura y del diámetro de fuste aumentan indicado por Tonini, Kaminski & Da Costa (2008)



**Figura 21. Relación DC e Índice de espacio vital**

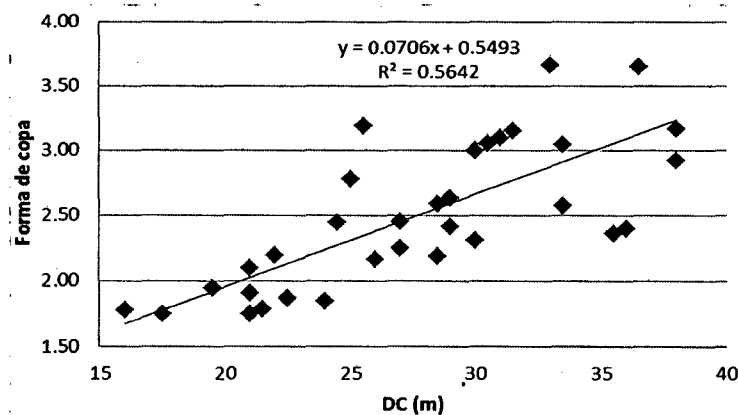
Este índice presentó relación significativa (Figura 21) con el diámetro de copa ( $\rho = 0,494^{**}$ ;  $p = 0,003$ ) este resultado concuerda con lo hallado por Durlo & Denardi (1998)

en la especie *Cabralea canjerana* donde la copa llego a tener 20 veces más que el DAP del árbol. Sin embargo Tonini & Arco-Verde (2005) encontró en un estudio de la morfología e la copa que de la copa de la castaña es 50 veces más que el DAP, Este índice es un criterio útil que nos permite determinar el espacio que necesita la castaña para desarrollarse sin competencia. Asimismo el valor de  $R^2$  ( $R^2 = 0.2501$ ) señala que el 25,01% de los valores de ambos índices presentaron relación alguna.



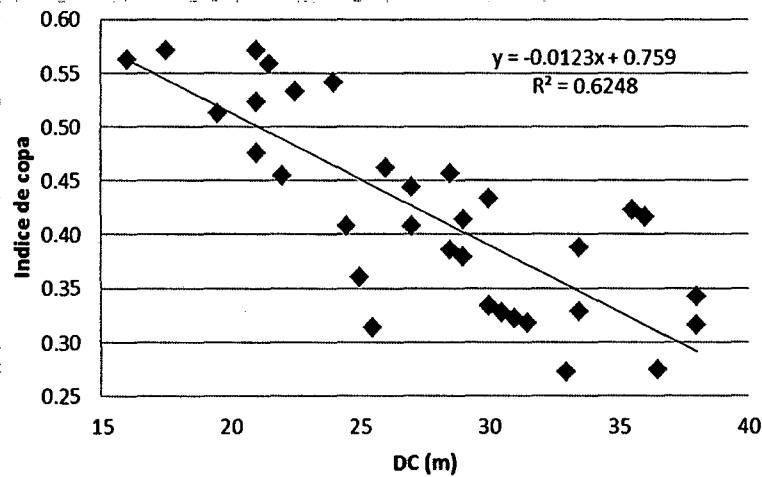
**Figura 22. Relación DC e Índice de Abrangencia**

El índice de abrangencia presento relación altamente significativa con el diámetro de copa ( $\rho = 0,915^{**}$   $p = 0,000$ ) este índice es un criterio útil que señala el adelgazamiento de los individuos de una población. Según Tonini & Arco-Verde (2005) este índice tiende a disminuir con la altura debido a que el aumento de altura no se acompaña en proporción del diámetro de copa, es decir que el crecimiento de la altura del árbol es mayor que el diámetro de copa. El uso de este índice está orientado para el aprovechamiento de madera en plantaciones forestales. Este resultado mostró que el 82,81% de los valores de ambos índices presentaron relación alguna (Figura 22).



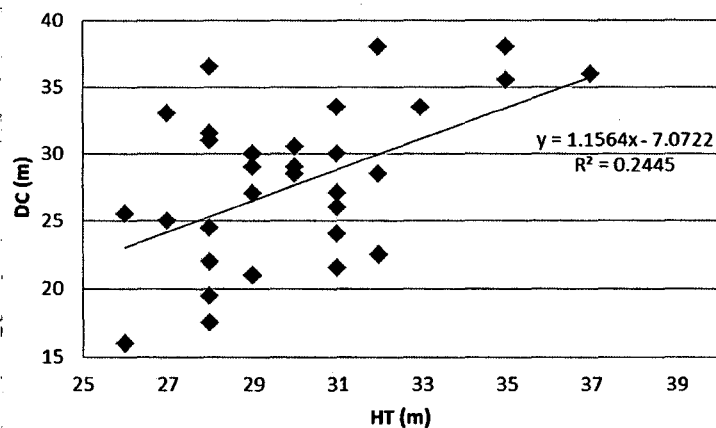
**Figura 23. Relación DC y Forma de Copa**

La relación respecto a la forma de copa con el diámetro de copa presentó una relación altamente significativa ( $\rho = 0,773^{**}$   $p = 0,000$ ), dentro de la población presento grandes diferencias entre los individuos esto se debe únicamente a la relación que existe entre el diámetro y longitud de copa (Figura 23). Durlo & Denardi (1998) presento en Cabralea canjerana copas más esbeltas (valores bajos de forma de copa) y algunas achatadas así mismo el diámetro de copa puede llegar a ser tres veces más que la longitud.



**Figura 24. Relación DC e Índice de Copa**

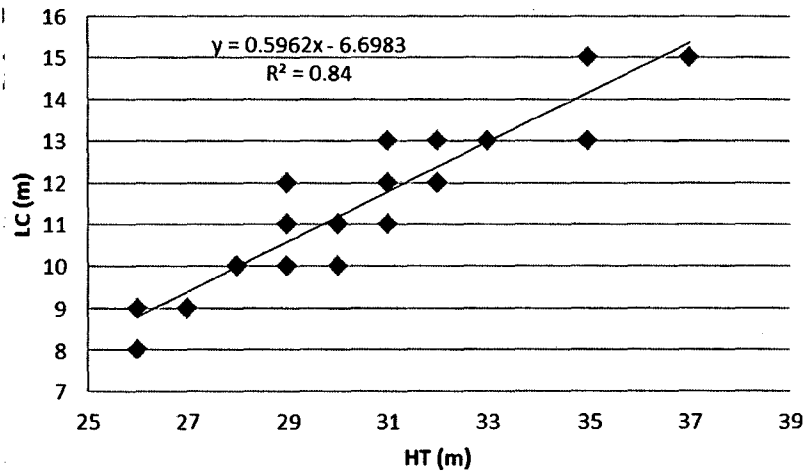
Se observa en la Figura 24 el índice de copa presento relación medianamente significativa ( $\rho = -0,771^{**}$ ;  $p = 0,000$ ) con el diámetro de copa así mismo hubo variación entre los individuos (Figura 24), este índice es útil ya que nos ayuda a conocer la calidad y la productividad. Arias (2005) señala que en lugares de baja fertilidad los árboles pueden presentar copas en forma de plato es decir más circulares sin embargo en lugares óptimos los árboles presentan copas más delgadas.



**Figura 25. Relación HT y Diámetro de Copa**

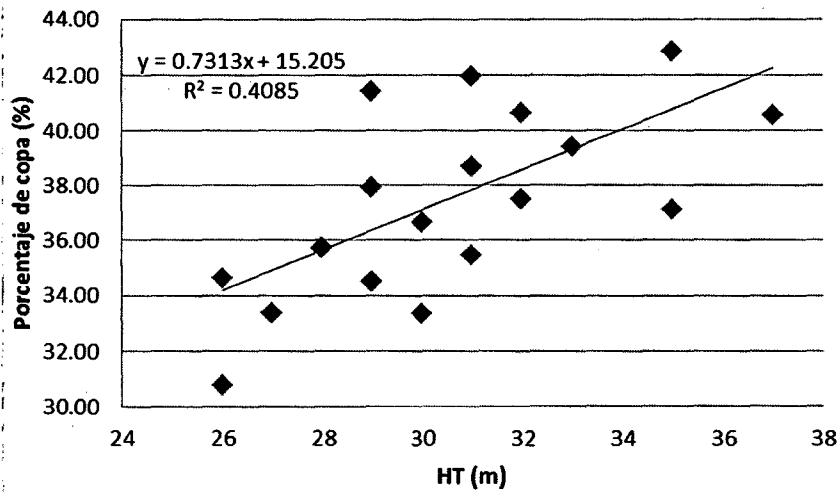
Respecto a la altura total, en la Figura 25 se observa que existe una baja relación significativa ( $\rho = 0,387^{*}$ ;  $p = 0,022$ ) con el diámetro de copa. Tonini & Arco-Verde

(2005) presento en la castaña valores superiores con respecto a la altura y diámetro de copa en una evaluación de copa en cuatro especies forestales. Este resultado indica que el 24,45% de los valores de ambos índices presentaron relación alguna.



**Figura 26. Relación HT y Longitud de Copa**

La Figura 26 muestra que la longitud de copa presento una alta relación significativa con la altura total del árbol ( $\rho = 0,909^{**}$ ;  $p = 0,000$ ). Arias (2005) afirma lo mismo respecto a la relación y que en cualquier posición social. La longitud de copa o altura de inserción de copa, el diámetro de copa y el porcentaje de copa crecen a medida aumenta la altura y se relacionan significativamente con el diámetro a la Altura del Pecho.



**Figura 27. Relación HT y Porcentaje de Copa**

Se observa en la Figura 27 que el porcentaje de copa tiende a aumentar con el DAP del árbol o sea menor altura de inserción de las ramas, es mayor la longitud de la copa. Durlo & Denardi (1998) consideran que el porcentaje de copa es un buen indicador de

las capacidades del árbol de utilizar los recursos disponibles para el crecimiento. Este índice presento una alta relación significativa ( $\rho = 0,666^{**}$ ;  $p = 0,000$ ).

### 3.3 Caracterización del fruto

En el presente estudio se recolecto 10 cocos de castaña por árbol plus en los diferentes sectores.

#### 3.3.1 Forma del fruto

En la Tabla 18 y 19 podemos observar las características fenotípicas de las formas del fruto, a través de la evaluación de 350 cocos de castañas provenientes de los 35 árboles plus de castaña.

Tabla 18. Diámetro polar de los cocos de castaña

CÓDIGO	DIÁMETRO POLAR (mm)										PROMEDIO	VARIANZA	C.V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
RLA-EMAVISJUG-A02	94	99	99	98	91	87	91	89	89	88	92,5	21,83	5,05
RLA-EMAVISJUG-A04	98	96	103	98	103	98	96	105	99	96	99,2	10,84	3,32
RMa-MHH-A01	110	105	105	102	100	95	95	104	100	95	101,1	25,88	5,03
RMa-MHH-A02	100	100	95	90	84	86	95	95	99	85	92,9	38,77	6,70
RMa-MHH-A03	95	91	95	89	97	100	90	91	82	82	91,2	35,07	6,49
RMa-MHH-A04	90	100	99	91	100	104	105	98	110	100	99,7	36,23	6,04
RMa-MHH-A05	102	115	103	106	109	115	105	101	105	93	105,4	43,16	6,23
RMa-MHH-A06	111	105	104	101	102	113	102	102	104	101	104,5	17,61	4,02
RMa-MHH-A07	110	111	102	90	100	102	112	111	108	115	106,1	56,77	7,10
RMa-MHH-A08	115	95	89	105	110	109	113	104	112	104	105,6	67,60	7,79
RMa-MHH-A09	114	108	115	115	112	121	107	119	115	112	113,8	18,84	3,81
RM-EPa-A01	99	103	107	105	96	97	98	90	89	88	97,2	44,40	6,86
RM-RP-A05	102	102	106	113	97	104	109	112	109	101	105,5	26,94	4,92
RM-RP-A06	109	102	101	102	111	100	103	101	109	105	104,3	15,79	3,81
LR-CI-A05	87	100	93	92	98	83	73	97	96	88	90,7	67,57	9,06
VC-MTC-A01	105	99	106	104	102	100	103	93	83	90	98,5	56,28	7,62
VC-MTC-A03	107	98	102	93	95	104	102	102	99	107	100,9	21,88	4,64
VC-MTC-A04	101	94	92	103	94	97	98	97	91	90	95,7	18,23	4,46
BA-JMA-A01	101	94	95	92	97	97	92	98	110	97	97,3	27,57	5,40
BA-JMA-A02	105	101	102	91	88	101	96	97	92	111	98,4	48,93	7,11
BA-JMA-A03	109	95	95	98	95	101	110	100	102	93	99,8	34,84	5,91
BA-PHA-A01	107	107	97	101	103	100	106	105	102	100	102,8	11,51	3,30
BA-PHA-A02	105	105	104	117	117	106	112	112	102	104	108,4	31,38	5,17
BA-PHA-A03	103	97	95	94	95	95	94	94	104	95	96,6	14,04	3,88
RP-SCT-A01	111	104	105	95	102	110	98	102	99	81	100,7	72,90	8,48
RP-SCT-A02	113	105	113	113	114	111	109	105	109	107	109,9	11,66	3,11
RP-EHQ-A01	137	131	121	112	120	133	128	127	120	121	125	56,44	6,01
RP-EHQ-A02	110	117	112	113	106	101	104	115	111	102	109,1	30,77	5,08
RP-EHQ-A03	102	109	109	104	100	102	105	111	104	98	104,4	17,60	4,02
RP-EMA-A01	94	101	97	102	95	101	101	99	97	98	98,5	7,61	2,80
RP-CNBP-A01	107	115	102	111	111	103	98	102	105	101	105,5	28,94	5,10
RP-CNBP-A02	102	111	103	109	106	102	98	101	101	102	103,5	15,83	3,84
RH-DCV-A01	96	93	94	94	94	94	93	97	95	94	94,4	1,60	1,34
RH-DCV-A02	108	111	106	110	102	99	100	105	100	98	103,9	22,54	4,57
RM-RNT-A02	104	102	97	97	90	90	99	95	105	101	98	27,78	5,38

Fuente: Elaboracion propia



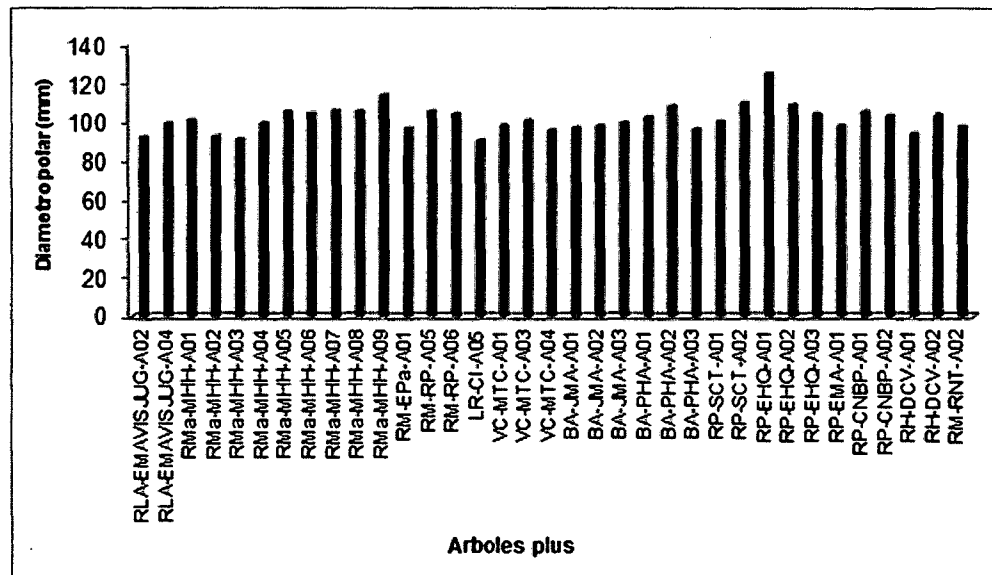


Figura 68. Diámetro polar de los cocos de castaña

El diámetro polar de los cocos de castaña presento un valor promedio de 101,4 mm y un rango mínimo de 90,7 mm para el árbol LR-CI-A05 y un rango máximo de 125 mm que pertenece al árbol RP-EHQ-A01, siendo el coeficiente de variabilidad C.V de 5,24% la cual señala que existe una población homogénea. Valores más altos 91,4mm - 131,20 mm presento Peña (2008) con respecto al diámetro polar los frutos así mismo encontró homogeneidad dentro de la población (Figura 28).

Tabla 19. Diámetro ecuatorial de los cocos de castaña

CÓDIGO	DIÁMETRO ECUATORIAL (mm)										PROMEDIO	VARIANZA	C,V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
RLA-EMAVISJUG-A02	99	101	104	98	95	97	95	96	99	94	97,8	9,51	3,15
RLA-EMAVISJUG-A04	122	126	124	129	120	119	115	132	120	116	122,3	30,01	4,48
RMa-MHH-A01	112	104	108	102	104	98	110	100	107	110	105,5	21,61	4,41
RMa-MHH-A02	103	109	106	99	97	95	95	98	91	85	97,8	49,73	7,21
RMa-MHH-A03	95	92	93	90	97	92	97	89	92	86	92,3	12,01	3,75
RMa-MHH-A04	100	100	105	98	99	104	114	102	95	99	101,6	27,38	5,15
RMa-MHH-A05	104	104	98	98	100	101	97	98	101	83	98,4	35,38	6,04
RMa-MHH-A06	118	108	106	103	104	112	104	104	107	102	106,8	23,96	4,58
RMa-MHH-A07	106	105	95	104	98	103	113	103	104	107	103,8	23,73	4,69
RMa-MHH-A08	118	106	104	124	111	120	117	109	115	117	114,1	40,99	5,61
RMa-MHH-A09	120	130	107	112	115	112	105	108	118	109	113,6	56,27	6,60
RM-EPa-A01	85	92	101	93	87	85	85	80	83	89	88	36,44	6,86
RM-RP-A05	95	92	105	103	95	102	99	103	102	91	98,7	25,57	5,12
RM-RP-A06	106	103	104	106	104	106	101	103	110	107	105	6,44	2,42
LR-CI-A05	90	99	95	98	97	98	81	103	91	97	94,9	38,10	6,50
VC-MTC-A01	117	113	102	107	107	108	106	101	93	95	104,9	54,99	7,07
VC-MTC-A03	121	108	109	96	105	105	107	103	104	109	106,7	39,79	5,91
VC-MTC-A04	105	98	101	108	108	103	110	102	94	104	103,3	23,79	4,72
BA-JMA-A01	95	97	95	94	94	95	97	97	97	103	96,4	6,93	2,73
BA-JMA-A02	110	102	103	100	98	109	99	109	100	110	104	24,44	4,75
BA-JMA-A03	119	109	105	101	112	104	112	102	109	101	107,4	34,49	5,47

BA-PHA-A01	119	108	110	115	99	105	110	104	107	114	109,1	34,32	5,37
BA-PHA-A02	113	113	107	115	109	107	107	115	104	113	110,3	15,57	3,58
BA-PHA-A03	112	111	109	112	105	106	109	108	115	105	109,2	11,07	3,05
RP-SCT-A01	118	119	117	112	116	108	108	116	116	96	112,6	49,16	6,23
RP-SCT-A02	116	114	115	117	116	109	111	108	116	109	113,1	12,10	3,08
RP-EHQ-A01	133	125	116	109	111	112	109	125	115	111	116,6	68,04	7,07
RP-EHQ-A02	108	111	110	111	108	107	106	109	113	104	108,7	7,12	2,46
RP-EHQ-A03	105	104	107	106	103	99	107	109	106	104	105	7,56	2,62
RP-EMA-A01	116	118	117	116	115	116	121	116	118	114	116,7	3,79	1,67
RP-CNBP-A01	106	105	104	101	98	101	91	98	103	92	99,9	26,77	5,18
RP-CNBP-A02	106	106	111	102	105	104	96	92	100	111	103,3	36,68	5,86
RH-DCV-A01	104	108	91	106	98	106	96	102	103	98	101,2	28,40	5,27
RH-DCV-A02	99	101	95	98	105	95	95	93	97	95	97,3	12,90	3,69
RM-RNT-A02	106	98	99	96	93	95	105	101	99	100	99,2	16,84	4,14

Fuente: Elaboracion propia

Respecto al diámetro ecuatorial de los cocos de castaña presento un valor promedio de 104,73 mm y un rango mínimo de 88mm para el árbol RM-EPa-A01 y un rango máximo de 122,3 mm que pertenece al árbol RLA-EMAVISJUG-A04, siendo el coeficiente de variabilidad C.V de 4,76 la cual señala que existe una población homogénea.

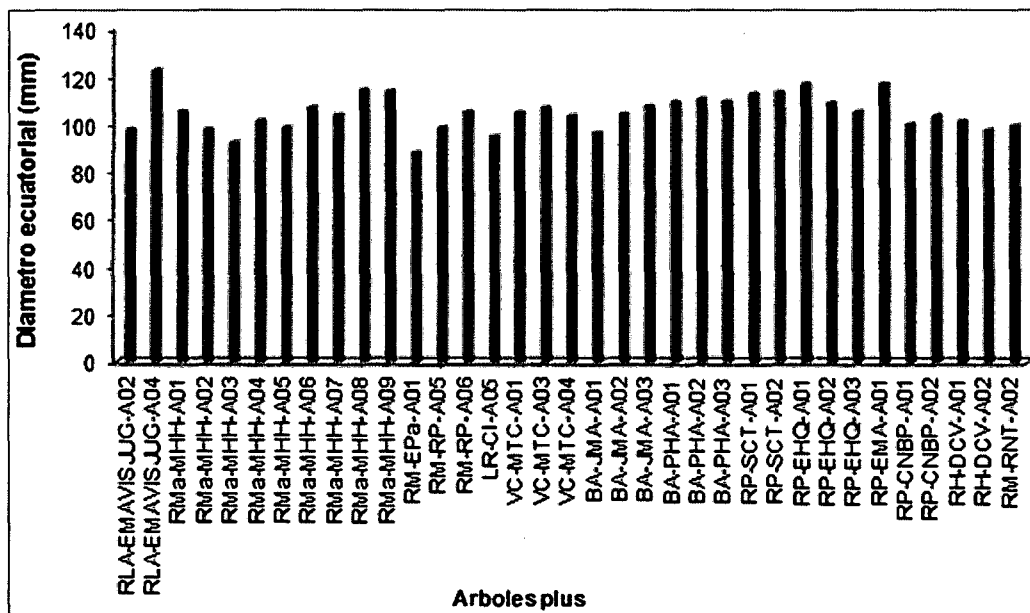


Figura 7. Diámetro ecuatorial de los cocos de castaña

Sin embargo Peña (2008) encontró valores entre 98,70 mm – 129 mm respecto al diámetro ecuatorial en cocos de castaña indicando superioridad en tamaño y homogeneidad dentro de la población estudiada (Figura 29).

**Tabla 20. Relación Diámetro Polar y Diámetro Ecuatorial “DP/DE”**

CÓDIGO	RELACIÓN DP/DE (cm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLA-EMAVISJUG-A02	0,95	0,98	0,95	1,00	0,96	0,90	0,96	0,93	0,90	0,94
RLA-EMAVISJUG-A04	0,80	0,76	0,83	0,76	0,86	0,82	0,83	0,80	0,83	0,83
RMa-MHH-A01	0,98	1,01	0,97	1,00	0,96	0,97	0,86	1,04	0,93	0,86
RMa-MHH-A02	0,97	0,92	0,90	0,91	0,87	0,91	1,00	0,97	1,09	1,00
RMa-MHH-A03	1,00	0,99	1,02	0,99	1,00	1,09	0,93	1,02	0,89	0,95
RMa-MHH-A04	0,90	1,00	0,94	0,93	1,01	1,00	0,92	0,96	1,16	1,01
RMa-MHH-A05	0,98	1,11	1,05	1,08	1,09	1,14	1,08	1,03	1,04	1,12
RMa-MHH-A06	0,94	0,97	0,98	0,98	0,98	1,01	0,98	0,98	0,97	0,99
RMa-MHH-A07	1,04	1,06	1,07	0,87	1,02	0,99	0,99	1,08	1,04	1,07
RMa-MHH-A08	0,97	0,90	0,86	0,85	0,99	0,91	0,97	0,95	0,97	0,89
RMa-MHH-A09	0,95	0,83	1,07	1,03	0,97	1,08	1,02	1,10	0,97	1,03
RM-EPa-A01	1,16	1,12	1,06	1,13	1,10	11,41	1,15	1,13	1,07	0,99
RM-RP-A05	1,07	1,11	1,01	1,10	1,02	1,02	1,10	1,09	1,07	1,11
RM-RP-A06	1,03	0,99	0,97	0,96	1,07	0,94	1,02	0,98	0,99	0,98
LR-CI-A05	0,97	1,01	0,98	0,94	1,01	0,85	0,90	0,94	1,05	0,91
VC-MTC-A01	0,90	0,88	1,04	0,97	0,95	0,93	0,97	0,92	0,89	0,95
VC-MTC-A03	0,88	0,91	0,94	0,97	0,90	0,99	0,95	0,99	0,95	0,98
VC-MTC-A04	0,96	0,96	0,91	0,95	0,87	0,94	0,89	0,95	0,97	0,87
BA-JMA-A01	1,06	0,97	1,00	0,98	1,03	1,02	0,95	1,01	1,13	0,94
BA-JMA-A02	0,95	0,99	0,99	0,91	0,90	0,93	0,97	0,89	0,92	1,01
BA-JMA-A03	0,92	0,87	0,90	0,97	0,85	0,97	0,98	0,98	0,94	0,92
BA-PHA-A01	0,90	0,99	0,88	0,88	1,04	0,95	0,96	1,01	0,95	0,88
BA-PHA-A02	0,93	0,93	0,97	1,02	1,07	0,99	1,05	0,97	0,98	0,92
BA-PHA-A03	0,92	0,87	0,87	0,84	0,90	0,90	0,86	0,87	0,90	0,90
RP-SCT-A01	0,94	0,87	0,90	0,85	0,88	1,02	0,91	0,88	0,85	0,84
RP-SCT-A02	0,97	0,92	0,98	0,97	0,98	1,02	0,98	0,97	0,94	0,98
RP-EHQ-A01	1,03	1,05	1,04	1,03	1,08	1,19	1,17	1,02	1,04	1,09
RP-EHQ-A02	1,02	1,05	1,02	1,02	0,98	0,94	0,98	1,06	0,98	0,98
RP-EHQ-A03	0,97	1,05	1,02	0,98	0,97	1,03	0,98	1,02	0,98	0,94
RP-EMA-A01	0,81	0,86	0,83	0,88	0,83	0,87	0,83	0,85	0,82	0,86
RP-CNBP-A01	1,01	1,10	0,98	1,10	1,13	1,02	1,08	1,04	1,02	1,10
RP-CNBP-A02	0,96	1,05	0,93	1,07	1,01	0,98	1,02	1,10	1,01	0,92
RH-DCV-A01	0,92	0,86	1,03	0,89	0,96	0,89	0,97	0,95	0,92	0,96
RH-DCV-A02	1,09	1,10	1,12	1,12	0,97	1,04	1,05	1,13	1,03	1,03
RM-RNT-A02	0,98	1,04	0,98	1,01	0,97	0,95	0,94	0,94	1,06	1,01

Fuente: elaboración propia

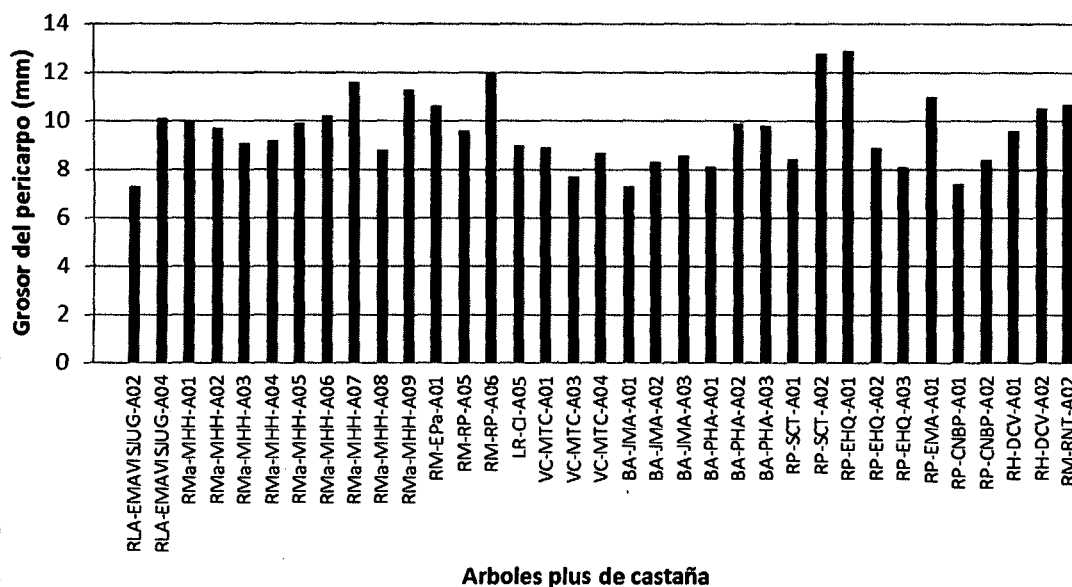
La Tabla 20 presenta los valores entre la relación DP/DE, se observa que existe diversas formas de fruto dentro de la población. Los valores obtenidos entre la relación del DP/DE mostraron que existe gran variabilidad entre árboles con respecto a la forma del fruto en cada árbol seleccionado, en el estudio que realizó Peña (2008) encontró los mismos resultados.

**Tabla 21. Grosor del pericarpo de los cocos de castaña**

CÓDIGO	ESPEJOR DEL PERICARPO (mm)										PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RLA-EMAVISJUG-A02	9	7	7	6	8	7	8	8	7	6	7,3
RLA-EMAVISJUG-A04	13	9	11	9	9	9	11	9	11	10	10,1
RMa-MHH-A01	10	10	12	9	11	9	10	10	10	9	10
RMa-MHH-A02	10	8	11	10	10	10	10	9	10	9	9,7
RMa-MHH-A03	10	8	8	9	10	10	9	8	10	9	9,1
RMa-MHH-A04	9	8	9	9	9	9	10	9	10	10	9,2
RMa-MHH-A05	11	11	9	11	10	8	10	10	10	9	9,9
RMa-MHH-A06	10	11	11	11	10	10	10	9	10	10	10,2
RMa-MHH-A07	12	11	11	10	11	11	14	14	11	11	11,6
RMa-MHH-A08	10	12	6	10	12	6	7	9	8	8	8,8
RMa-MHH-A09	11	10	10	12	12	11	11	13	12	11	11,3
RM-EPa-A01	8	9	9	12	12	12	12	10	11	11	10,6
RM-RP-A05	11	11	9	11	8	9	11	8	9	9	9,6
RM-RP-A06	12	13	12	13	12	13	10	12	13	10	12
LR-CI-A05	9	9	9	9	9	8	7	11	10	9	9
VC-MTC-A01	10	11	10	9	8	9	8	9	9	6	8,9
VC-MTC-A03	9	7	9	7	7	7	7	8	9	7	7,7
VC-MTC-A04	10	9	9	9	7	10	9	8	10	6	8,7
BA-JMA-A01	7	7	8	7	6	8	7	7	9	7	7,3
BA-JMA-A02	11	10	8	7	8	7	8	7	8	9	8,3
BA-JMA-A03	10	9	7	7	8	8	10	9	9	9	8,6
BA-PHA-A01	9	7	13	8	7	7	8	7	9	6	8,1
BA-PHA-A02	10	10	11	10	11	11	8	9	9	10	9,9
BA-PHA-A03	11	11	10	10	7	9	8	11	11	10	9,8
RP-SCT-A01	10	9	10	8	9	12	8	5	7	6	8,4
RP-SCT-A02	13	13	14	14	13	11	12	13	13	12	12,8
RP-EHQ-A01	16	14	13	13	12	11	12	13	12	13	12,9
RP-EHQ-A02	10	9	8	11	9	6	12	8	9	7	8,9
RP-EHQ-A03	7	9	8	9	8	6	8	10	7	9	8,1
RP-EMA-A01	11	10	10	11	10	11	14	10	13	10	11
RP-CNBP-A01	10	7	8	7	10	8	7	9	8	0	7,4
RP-CNBP-A02	11	10	11	11	12	11	9	9	0	0	8,4
RH-DCV-A01	10	11	8	9	12	10	9	10	9	8	9,6
RH-DCV-A02	12	10	10	10	11	11	11	9	10	11	10,5
RM-RNT-A02	13	11	10	10	11	10	11	11	11	9	10,7

Fuente: elaboracion propia

La Tabla 21 presenta los valores del grosor del pericarpo de los frutos obtenidos en campo de cada árbol plus identificado y seleccionado. Los datos obtenidos del grosor del pericarpo mostraron que existe variabilidad dentro de la población estudiada. Estos valores son superiores a lo encontrado por Peña (2008).



Arboles plus de castaña

Figura 30. Grosor del pericarp de los cocos de castaña

Se observa en la Figura 30 Los valores del grosor del pericarp se encontraban dentro del rango establecido, es decir que estos alcanzaron valores un rango mínimo 7,3 mm y máximo de 12,9 mm que se encuentra dentro de la categoría del grosor normal.

Tabla 22. Dureza, Forma y Tamaño de los cocos de castaña

CÓDIGO	DUREZA	FORMA	TAMAÑO
	CATEGORÍA		
RLA-EMAVISJUG-A02	2	1	2
RLA-EMAVISJUG-A04	3	2	3
RMa-MHH-A01	1	2	1
RMa-MHH-A02	2	2	2
RMa-MHH-A03	2	1	2
RMa-MHH-A04	2	1	2
RMa-MHH-A05	2	1	2
RMa-MHH-A06	2	1	2
RMa-MHH-A07	2	1	2
RMa-MHH-A08	2	1	1
RMa-MHH-A09	2	1	2
RM-EPa-A01	3	2	3
RM-RP-A05	3	1	2
RM-RP-A06	1	1	1
LR-CI-A05	3	1	2
VC-MTC-A01	3	1	2
VC-MTC-A03	3	1	2
VC-MTC-A04	3	1	2
BA-JMA-A01	3	1	2
BA-JMA-A02	2	1	1
BA-JMA-A03	3	1	2
BA-PHA-A01	3	1	1
BA-PHA-A02	3	1	2
BA-PHA-A03	3	1	2
RP-SCT-A01	2	1	1

RP-SCT-A02	2	1	1
RP-EHQ-A01	2	2	1
RP-EHQ-A02	2	2	2
RP-EHQ-A03	3	1	2
RP-EMA-A01	2	2	1
RP-CNBP-A01	2	3	2
RP-CNBP-A02	2	3	2
RH-DCV-A01	2	1	2
RH-DCV-A02	1	3	2
RM-RNT-A02	1	1	2

En la Tabla 22 se muestra que la categoría de la dureza, presentó el 54,3% de los cocos evaluados se encuentran dentro de la categoría normal; sin embargo el 37,1% de los cocos se encontraba dentro de la categoría suave y el 8,6% eran dentro de la categoría duros. Así mismo la forma de los cocos mostro que el 71,4% eran redondos, sin embargo el 20% presentaron forma ovalada y el 8,6% presentaron forma elipsoide y el tamaño en los cocos mostro que el 68,6% se encuentran dentro de la categoría mediano, el 25,7% dentro de la categoría grande y el 5,7% fueron cocos pequeños.

**Tabla 23. Numero de semilla por coco de castaña**

CÓDIGO	NUMERO DE SEMILLA/COCO										PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RLA-EMAVISJUG-A02	21	25	17	24	19	15	18	17	16	15	18,7
RLA-EMAVISJUG-A04	19	20	21	24	23	27	23	20	20	24	22,1
RMa-MHH-A01	26	28	23	24	21	21	22	22	24	21	23,2
RMa-MHH-A02	17	25	16	13	13	18	13	20	17	15	16,7
RMa-MHH-A03	21	18	12	15	19	22	23	15	15	17	17,7
RMa-MHH-A04	20	15	16	15	17	22	21	16	13	14	16,9
RMa-MHH-A05	16	18	14	18	16	20	19	15	16	12	16,4
RMa-MHH-A06	24	16	18	20	17	20	20	19	18	18	19
RMa-MHH-A07	17	19	12	13	10	18	16	17	15	17	15,4
RMa-MHH-A08	27	23	21	27	25	20	26	16	22	23	23
RMa-MHH-A09	21	19	18	21	17	17	16	21	18	17	18,5
RM-EPa-A01	13	16	19	16	10	13	12	10	10	10	12,9
RM-RP-A05	17	15	16	20	16	16	17	19	20	18	17,4
RM-RP-A06	23	19	19	21	21	18	21	13	22	26	20,3
LR-CI-A05	13	20	18	16	15	14	12	19	12	15	15,4
VC-MTC-A01	20	16	16	15	17	16	23	14	17	15	16,9
VC-MTC-A03	16	24	21	17	24	18	16	16	17	22	19,1
VC-MTC-A04	26	16	21	19	24	17	23	19	21	17	20,3
BA-JMA-A01	18	15	13	15	17	10	16	14	15	14	14,7
BA-JMA-A02	23	17	21	16	17	24	16	20	21	22	19,7
BA-JMA-A03	21	19	19	22	20	15	23	19	14	18	19
BA-PHA-A01	21	21	17	20	16	24	18	19	15	21	19,2
BA-PHA-A02	20	18	15	24	18	19	19	22	14	21	19
BA-PHA-A03	17	19	17	16	17	18	16	17	19	13	16,9
RP-SCT-A01	25	26	21	26	22	20	27	22	23	24	23,6
RP-SCT-A02	26	22	24	25	24	23	19	20	19	19	22,1
RP-EHQ-A01	27	24	18	12	24	19	19	15	16	15	18,9
RP-EHQ-A02	21	27	21	22	22	22	18	20	24	18	21,5
RP-EHQ-A03	20	23	22	18	17	18	18	23	20	14	19,3
RP-EMA-A01	21	17	21	26	24	17	21	23	23	22	21,5
RP-CNBP-A01	24	24	24	23	22	17	22	24	25	21	22,6
RP-CNBP-A02	17	16	17	15	14	18	13	14	15	17	15,6

RH-DCV-A01	20	20	14	18	14	21	13	18	23	19	18
RH-DCV-A02	17	15	12	20	21	16	18	19	19	17	17,4
RM-RNT-A02	17	18	18	12	12	13	17	16	20	17	16

Fuente: elaboracion propia

Se observa en la Tabla 23 los valores del número de semillas obtenidas de cada coco de los diferentes sectores estudiados. Este cuadro muestra que existe una población heterogénea respecto a la producción de semillas de cada individuo.

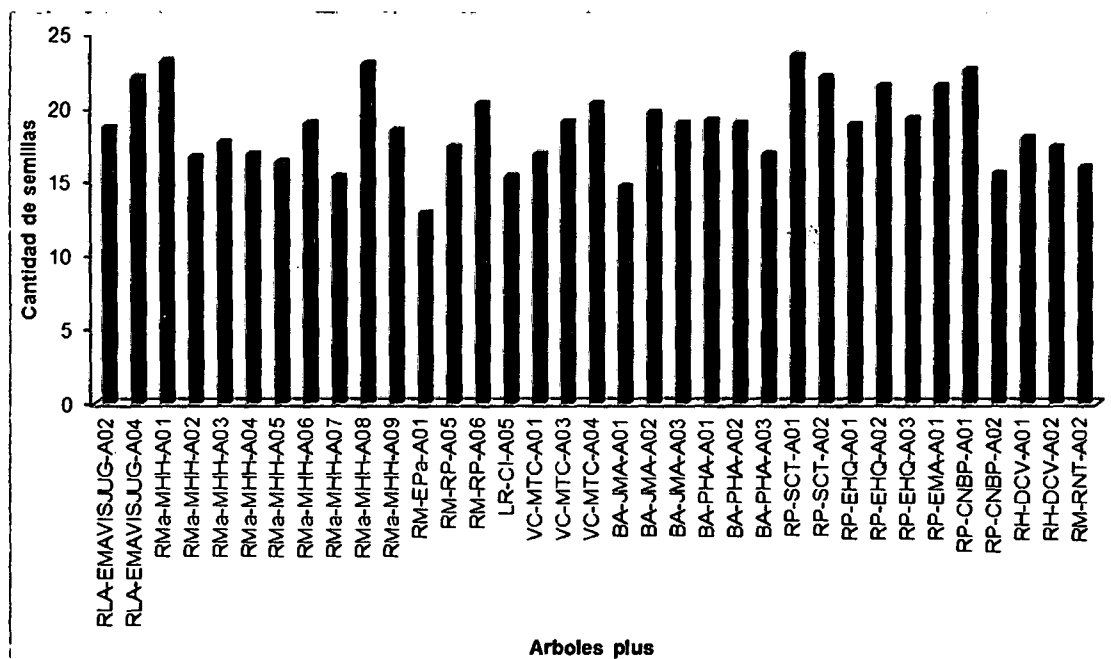


Figura 31. Numero de semillas por coco de castaña

Existe variabilidad (Figura 31) con respecto al número de semillas por coco se muestra los promedios de la cantidad de semillas encontrada en cada coco y las diez repeticiones alcanzando un promedio de 18,7 almendras por coco y así mismo un rango mínimo de 12,9 para el árbol RM-EPa-A01 y un rango máximo de 23,6 para el árbol RP-SCT-A01.

Tabla 24. Longitud de las semillas de castaña

CÓDIGO	LONGITUD (cm)										PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RLA-EMAVISJUG-A02	3,61	3,75	3,76	3,68	3,61	3,45	3,86	3,55	3,63	3,45	3,63
RLA-EMAVISJUG-A04	5,18	5,08	5,25	5,14	4,78	5,06	4,71	4,56	4,82	4,73	4,93
RMa-MHH-A01	3,95	4,16	4,10	4,06	3,93	4,05	4,34	4,09	4,08	4,01	4,08
RMa-MHH-A02	4,22	4,34	4,40	4,30	4,12	3,66	4,22	4,14	4,11	3,81	4,13
RMa-MHH-A03	4,25	4,22	4,20	4,21	4,21	4,20	4,17	4,37	4,01	3,97	4,18
RMa-MHH-A04	4,47	4,25	4,36	4,22	4,32	4,97	4,72	4,38	4,33	4,39	4,44
RMa-MHH-A05	4,57	4,62	4,23	4,32	4,31	4,19	4,43	4,47	4,35	3,90	4,34
RMa-MHH-A06	4,85	4,84	4,98	4,58	4,75	5,20	4,63	5,15	4,76	4,92	4,87
RMa-MHH-A07	4,50	4,41	4,27	4,19	4,36	4,18	4,62	4,42	4,46	4,71	4,41
RMa-MHH-A08	4,51	4,12	3,89	4,55	4,56	4,85	4,67	4,75	4,54	4,48	4,49

RMa-MHH-A09	4,49	4,36	4,48	4,30	4,33	4,52	4,19	4,57	4,39	4,38	4,40
RM-EPa-A01	4,09	4,19	4,39	3,99	4,15	3,75	3,53	4,13	4,16	4,00	4,04
RM-RP-A05	4,51	4,74	4,84	4,83	4,39	4,68	4,80	4,41	4,52	4,50	4,62
RM-RP-A06	4,01	4,08	4,01	4,06	3,88	4,18	5,49	4,00	4,17	4,12	4,20
LR-CI-A05	3,35	4,02	4,00	4,05	3,91	3,34	3,42	3,96	3,83	3,87	3,78
VC-MTC-A01	5,02	5,24	5,04	5,14	4,59	4,94	4,82	4,82	4,44	4,29	4,83
VC-MTC-A03	5,09	4,59	4,77	4,64	4,68	5,02	4,61	4,51	4,60	4,85	4,74
VC-MTC-A04	4,52	4,60	3,92	4,09	4,33	4,42	4,56	4,23	3,80	4,38	4,29
BA-JMA-A01	3,99	4,05	4,25	4,25	4,25	4,22	4,08	4,15	4,09	4,36	4,17
BA-JMA-A02	4,67	4,70	4,45	4,80	4,29	4,67	4,49	4,82	4,53	4,73	4,62
BA-JMA-A03	4,22	4,17	4,25	4,20	4,35	4,29	4,26	4,34	4,21	4,09	4,24
BA-PHA-A01	4,61	4,42	4,36	4,59	4,34	4,50	4,44	4,47	4,37	4,60	4,47
BA-PHA-A02	4,26	4,84	4,74	4,60	4,76	4,39	4,72	4,57	4,54	4,46	4,59
BA-PHA-A03	4,16	4,11	3,95	4,12	4,09	3,94	3,99	4,13	4,22	4,25	4,10
RP-SCT-A01	4,67	4,52	4,52	4,21	4,43	4,48	3,90	4,45	4,07	3,73	4,30
RP-SCT-A02	4,17	4,04	4,15	4,59	5,93	4,40	4,29	4,24	4,59	4,22	4,46
RP-EHQ-A01	4,91	5,05	5,12	5,24	4,78	4,92	4,94	4,96	4,76	4,99	4,97
RP-EHQ-A02	4,46	4,71	4,89	4,88	4,39	4,44	4,54	4,76	4,77	4,58	4,64
RP-EHQ-A03	4,31	4,33	4,58	4,51	4,59	4,69	4,71	4,70	4,23	4,52	4,52
RP-EMA-A01	4,24	4,64	4,38	4,01	4,28	4,59	4,14	4,18	3,97	4,12	4,26
RP-CNBP-A01	4,31	4,53	4,42	4,26	4,21	4,12	3,88	4,00	4,28	4,42	4,24
RP-CNBP-A02	4,38	4,74	4,89	4,95	4,87	4,45	4,35	4,30	4,20	4,90	4,60
RH-DCV-A01	4,04	4,05	4,06	4,06	4,39	4,10	3,97	4,21	4,06	4,11	4,11
RH-DCV-A02	3,48	3,77	3,62	3,37	3,45	3,51	3,05	3,27	3,29	3,45	3,43
RM-RNT-A02	4,03	4,03	3,89	3,95	3,87	3,82	3,90	4,32	3,83	4,05	3,97

Fuente: elaboracion propia

La Tabla 24 presenta los valores de la longitud de los cocos de castaña en promedio. Se puede observar que existe homogeneidad dentro de la población estudiada. Peña (2008) encontró valores inferiores y una población homogénea al presente estudio.

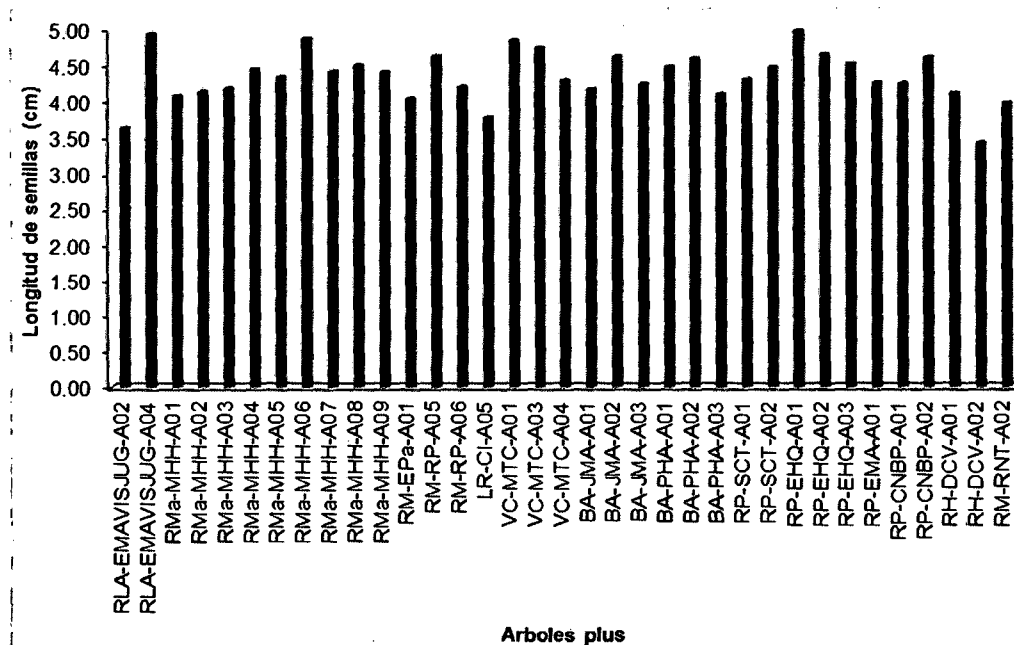


Figura 32. Longitud de las semillas de castaña



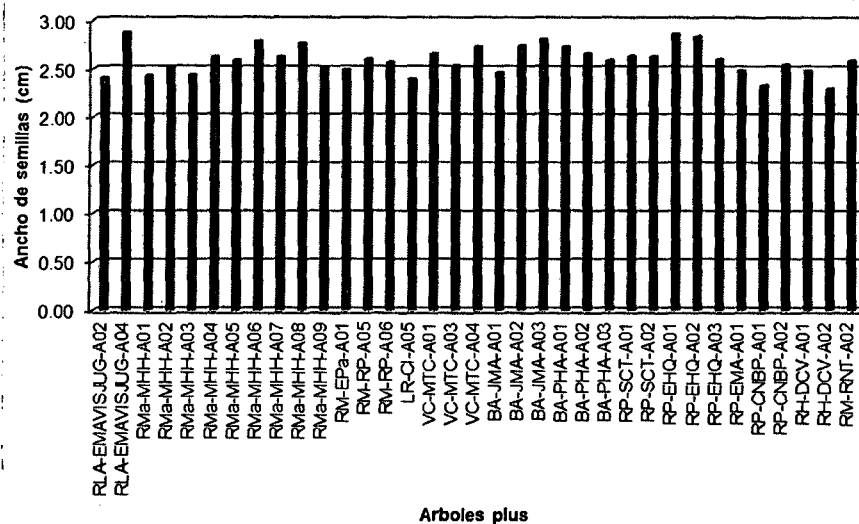
Los valores de la longitud de las semillas de castaña alcanzó un valor promedio 4,34 cm y un rango mínimo de 3,43 cm que pertenece al árbol RH-DCV-A02 y un rango máximo de 4,97cm que pertenece árbol RP-EHQ-A01 (Figura 32).

**Tabla 25. Ancho de las semillas de castaña**

CÓDIGO	ANCHO (cm)										PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RLA-EMAVISJUG-A02	2,22	2,29	2,45	2,23	2,29	2,39	2,36	2,26	3,44	2,23	2,42
RLA-EMAVISJUG-A04	2,99	3,12	3,12	2,90	2,78	2,93	2,82	2,60	2,87	2,70	2,88
RMa-MHH-A01	2,35	2,40	2,43	2,42	2,47	2,42	2,59	2,42	2,39	2,42	2,43
RMa-MHH-A02	2,52	2,56	2,64	2,48	2,69	2,23	2,58	2,55	2,57	2,50	2,53
RMa-MHH-A03	2,37	2,47	2,50	2,53	2,45	2,51	2,39	2,45	2,34	2,41	2,44
RMa-MHH-A04	2,57	2,49	2,59	2,72	2,68	2,72	2,82	2,69	2,44	2,55	2,63
RMa-MHH-A05	2,67	2,83	2,57	2,55	2,58	2,58	2,61	2,54	2,66	2,36	2,60
RMa-MHH-A06	2,77	2,83	2,78	3,00	2,71	2,85	2,71	2,77	2,71	2,80	2,79
RMa-MHH-A07	2,72	2,62	2,61	2,52	2,55	2,47	2,77	2,64	2,57	2,82	2,63
RMa-MHH-A08	2,80	2,40	2,47	2,82	2,94	2,90	2,85	2,95	2,89	2,70	2,77
RMa-MHH-A09	2,59	2,41	2,50	2,62	2,49	2,56	2,43	2,55	2,60	2,49	2,52
RM-EPa-A01	2,53	2,48	2,58	2,72	2,65	2,50	2,24	2,42	2,42	2,44	2,50
RM-RP-A05	2,62	2,59	2,74	2,66	2,58	2,63	2,59	2,59	2,56	2,52	2,61
RM-RP-A06	2,61	2,59	2,64	2,58	2,50	2,71	2,46	2,52	2,63	2,50	2,57
LR-CI-A05	2,25	2,53	2,57	2,50	2,52	2,16	2,18	2,58	2,39	2,33	2,40
VC-MTC-A01	2,77	2,95	2,59	2,85	2,76	2,66	2,62	2,54	2,47	2,43	2,66
VC-MTC-A03	2,69	2,42	2,54	2,40	2,52	2,59	2,53	2,54	2,53	2,64	2,54
VC-MTC-A04	2,92	3,04	2,51	2,73	2,81	2,66	2,87	2,67	2,40	2,71	2,73
BA-JMA-A01	2,46	2,43	2,39	2,50	2,48	2,44	2,48	2,50	2,43	2,59	2,47
BA-JMA-A02	2,73	2,85	2,62	2,74	2,74	2,73	2,81	2,86	2,69	2,68	2,75
BA-JMA-A03	2,82	2,67	2,83	2,75	2,80	2,87	2,97	2,89	2,71	2,81	2,81
BA-PHA-A01	2,80	2,77	2,74	2,92	2,61	2,69	2,71	2,72	2,71	2,71	2,74
BA-PHA-A02	2,58	2,67	2,69	2,65	2,74	2,70	2,66	2,67	2,68	2,62	2,67
BA-PHA-A03	2,59	2,58	2,49	2,63	2,56	2,54	2,64	2,57	2,62	2,72	2,59
RP-SCT-A01	2,82	2,82	2,72	2,64	2,68	2,52	2,52	2,75	2,60	2,35	2,64
RP-SCT-A02	2,53	2,45	2,57	2,68	2,59	2,72	2,65	2,71	2,78	2,68	2,64
RP-EHQ-A01	2,99	2,89	2,84	2,93	2,75	2,87	2,91	2,87	2,69	2,94	2,87
RP-EHQ-A02	2,79	2,99	2,96	2,88	2,67	2,75	2,71	2,96	2,88	2,81	2,84
RP-EHQ-A03	2,71	2,50	2,59	2,61	2,46	2,71	2,62	2,63	2,59	2,64	2,61
RP-EMA-A01	2,73	2,56	2,55	2,33	2,64	2,52	2,42	2,33	2,35	2,45	2,49
RP-CNBP-A01	2,53	2,53	2,38	2,35	2,38	2,23	2,15	2,29	2,30	2,22	2,34
RP-CNBP-A02	2,45	2,58	2,66	2,63	2,81	2,52	2,32	2,46	2,45	2,65	2,55
RH-DCV-A01	2,45	2,45	2,38	2,51	2,65	2,52	2,40	2,53	2,45	2,55	2,49
RH-DCV-A02	2,32	2,36	2,48	2,40	2,40	2,28	2,20	2,11	2,17	2,32	2,30
RM-RNT-A02	2,71	2,51	2,68	2,58	2,63	2,41	2,66	2,68	2,41	2,65	2,59

Fuente: elaboracion propia

Se observa en la Tabla 25 los valores del ancho de las semillas de castaña obtenidas de cada fruto de los arboles plus. Existe variabilidad dentro de la población con respecto al ancho este resultado concuerda a lo encontrado por Peña (2008).



**Figura 33. Ancho de las semillas de castaña**

Se observa en la Figura 33 respecto al ancho de las semillas se obtuvo un valor promedio de 2,60 cm y un rango mínimo de 2,30 cm que pertenece al árbol RH-DCV-A02 y un rango máximo de 2,88cm que pertenece al árbol RLA-EMAVISJUG-A04.

### 3.4 Producción de frutos

#### 3.4.1 Índice dasométricos y morfométricos

Aplicando el coeficiente de correlación Spearman se obtuvo la relación de índices mostrados en la Tabla 26:

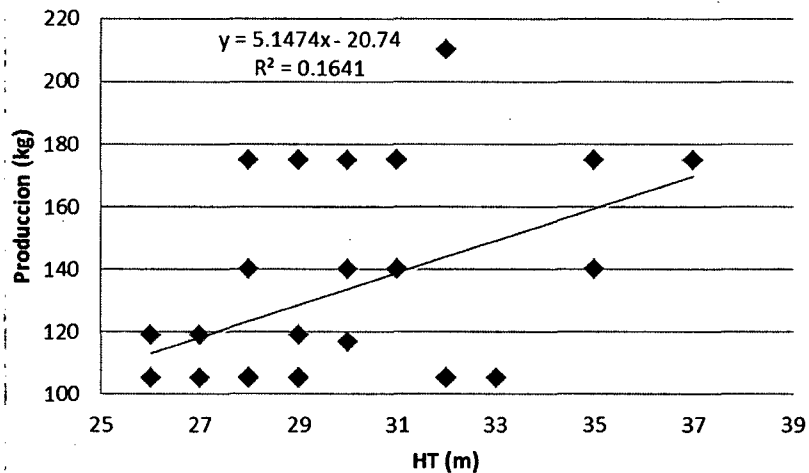
**Tabla 26. Relación entre los índices dasométricos - morfométricos con la producción de frutos.**

Variable		DAP	HT	DC	LC	IEV	GE	IA	FC	PC	IC
Producción	Rho	0,313	0,363*	0,309	0,308	-0,167	-0,375*	0,182	0,045	0,210	-0,036
	<i>p</i> =	0,067	0,032	0,071	0,072	0,337	0,026	0,294	0,799	0,227	0,839
Producción	Pearson	0,214	0,405*	0,264*	0,353*	-0,099	-0,326	0,218	0,111	0,224	-0,124
	<i>p</i> =	0,218	0,016	0,031	0,038	0,571	0,056	0,209	0,527	0,195	0,475

DAP: diámetro a la altura de pecho; HT: altura total; DC: diámetro de copa; LC: longitud de copa; IEV: índice de espacio vital; GE: grado de esbeltez; IA: índice de abrangencia; FC: forma de copa; PC: porcentaje de copa; IC: índice de copa, \* y \*\* significativo al 5 % y 1 %

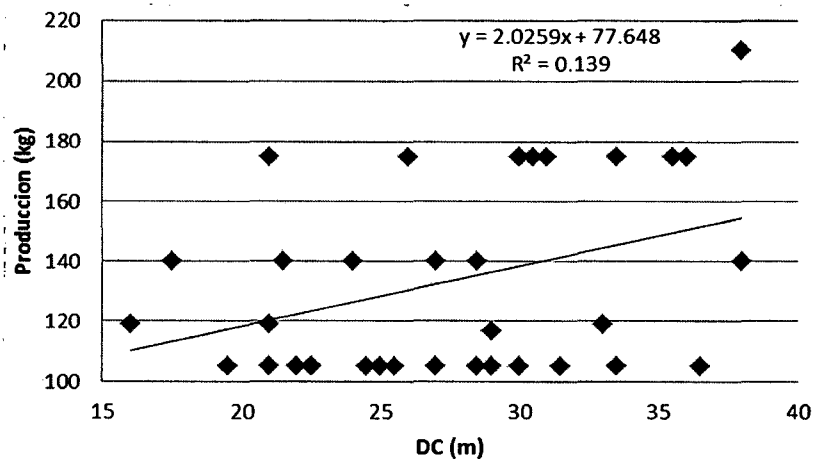
Para evaluar la relación entre los índices dasométricos - morfométricos y la producción de semillas en kilos se aplicó el coeficiente de correlación Spearman, utilizado también por Tonini, Kaminski & Da Costa (2008). En la Tabla 26 la altura total de los arboles plus presentó relación significativa con la producción ( $\rho = 0,363^*$ ;  $p = 0,032$ ) esta relación podría referirse al dominio que tiene en altura ya que presenta copas emergentes y superiores que reciben directamente la luz solar como fuente de energía para realizar el

proceso de la fotosíntesis dentro del sotobosques, según Tonini & Arco-Verde (2005). En un estudio de producción de semillas de la castaña Tonini & Arco-Verde (2005) & Tonini, Kaminski & Da Costa (2008) encontró los mismos resultados respecto a la relación de la altura.



**Figura 34. Altura total y la producción de frutos**

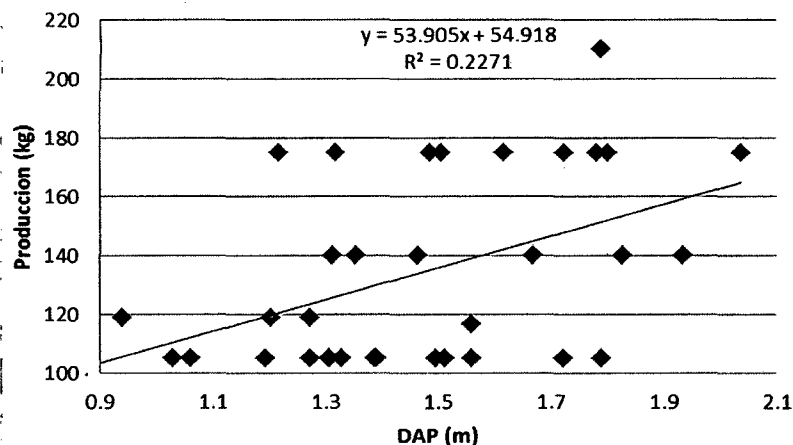
Se observa en la Figura 34 una baja relación significativa entre las variables; así mismo los árboles con tamaño intermedio 30 – 35 metros fueron los más productivos, este resultado también se observó en Kainer, Wadt, Gomes-Silva *et al.* (2006) & Tonini, Da Costa & Kaminski (2008).



**Figura 35. Relación, diámetro de copa y la producción de frutos**

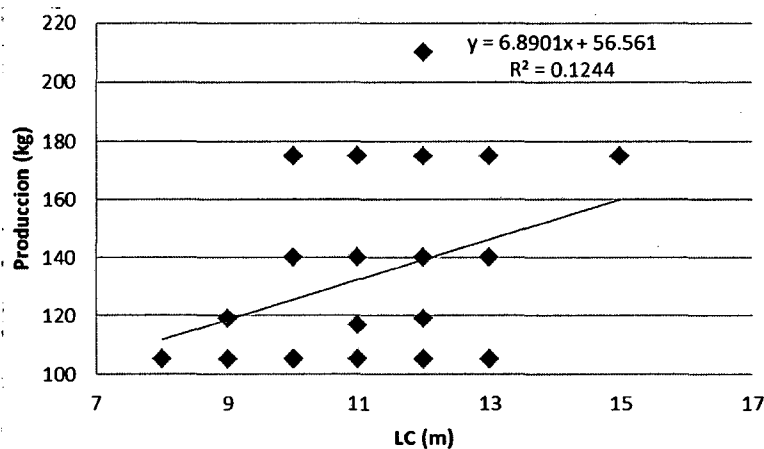
La relación entre el diámetro de copa de castaña y la producción presentó una baja influencia significativa dentro de la población, sin embargo la producción más alta se registró en copas que superan los 30 m de diámetro (Figura 35) este resultado concuerda a lo hallado por Tonini & Arco-Verde (2005). En un estudio de producción de semillas

de castaña realizado por Tonini & Pedrozo (2014) encontró relación significativa con este índice en una población de 239 árboles en el estado de Roraima.



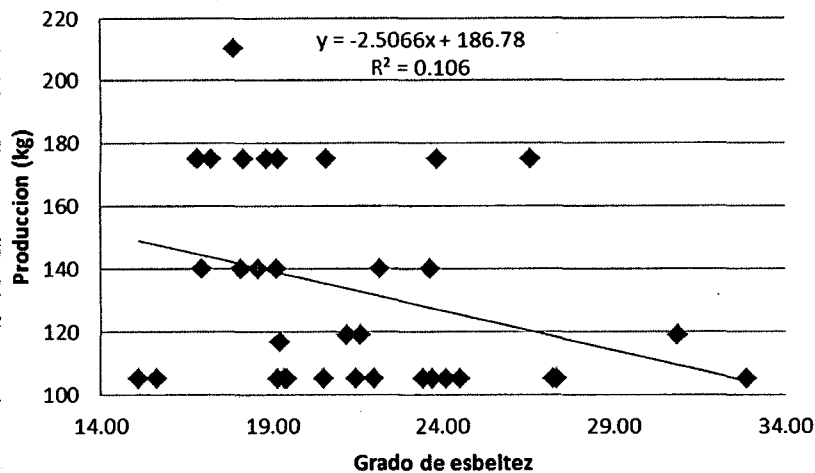
**Figura 36. Relación diámetro a la altura del pecho y la producción de frutos**

Se observa en la Figura 36 que la mayor producción se encuentra en árboles que presentan diámetros de fuste superiores, lo contrario sucedió con Tonini, Kaminski & Da Costa (2008) que los arboles más productivos se encontraron en arboles con DAP intermedios entre 80 cm – 150 cm. Este índice presentó una baja relación significativa con la producción de frutos este resultado concuerda con lo hallado por Tonini, Da Costa & Kaminski (2008).



**Figura 37. Relación, longitud de copa y la producción de frutos**

Según la Figura 37 la mayor producción se encontró en valores intermedios con respecto a la longitud de castaña, sin embargo este índice presentó una baja relación significativa entre las variables dentro de la población para la producción de frutos la cual es diferente a lo hallado por Tonini, Da Costa & Kaminski (2008).



**Figura 38. Relación, grado de esbeltez y la producción de frutos**

El grado de esbeltez con la producción de frutos presento una baja relación significativa, así mismo se observa en la Figura 38 que los arboles más productivos se encuentran en aquellos individuos con valores menores de esbeltez estos resultados concuerdan a lo hallado por Tonini, Da Costa & Kaminski (2008).

#### 3.4.1.1 Fitosociología de los arboles plus

Los árboles plus de castaña se encuentran en poblaciones naturales, en densidades considerables. Según Hanco (2012) la castaña está asociada con especies de importancia ecológica. Existen muchos factores que pueden influir en la producción de frutos en especies tropicales, sin embargo estos influyen con más fuerza en algunos individuos dentro de la población (Tonini & Pedrozo, 2014)

La producción de frutos varía entre individuos dentro de la misma población de castaña, existen periodos altos donde la producción es 52 veces más que del año bajo de producción. En el presente estudio se identificó que pocos individuos presentaron mayor producción dentro de las poblaciones naturales de castaña, (Figura 32) concuerda con lo hallado por Tonini & Pedrozo (2014). La castaña presenta variaciones en la producción de frutos donde existen picos altos de producción en poblaciones de naturales. Kainer, Wadt, Gomes-Silva *et al.* (2006) encontró reducción significativa en la producción de frutos en épocas de sequía en años prolongados, sin embargo Zuidema (2003) halló lo mismo en época del fenómeno del niño en poblaciones naturales de castaña. Las precipitaciones pueden favorecer a la estimulación de los árboles para la producción de las flores, (Tonini, 2011)

Zuidema (2003), Kainer, Wadt, Gomes-Silva *et al.* (2006) y Tonini & Pedrozo (2014) señalan que una de las causas de las variaciones en la producción de frutos de castaña

puede ser el factor del clima la cual también podría afectar la densidad, estructura poblacional, relieve, composición florística, abundancia de polinizadores, dispersadores de semillas, entre otros.

**Tabla 27. Árbol plus de castaña y sus colindantes**

N°	Código del árbol seleccionado	Coordenadas UTM		Este	Norte
		Este	Norte		
				506698	8659459
				506688	8659324
				506620	8659333
				506780	8659488
17	VC-MTC-A03	506668	8659398	506826	8659489
				506872	8659423
				506950	8659527
				506967	8659557
				506981	8659595

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 27 se puede observar al árbol plus de castaña y los arboles colindantes. Hanco (2012) señala que la castaña crece en sociedad con su misma especie y con otras especies de gran importancia ecológica dentro del bosque.

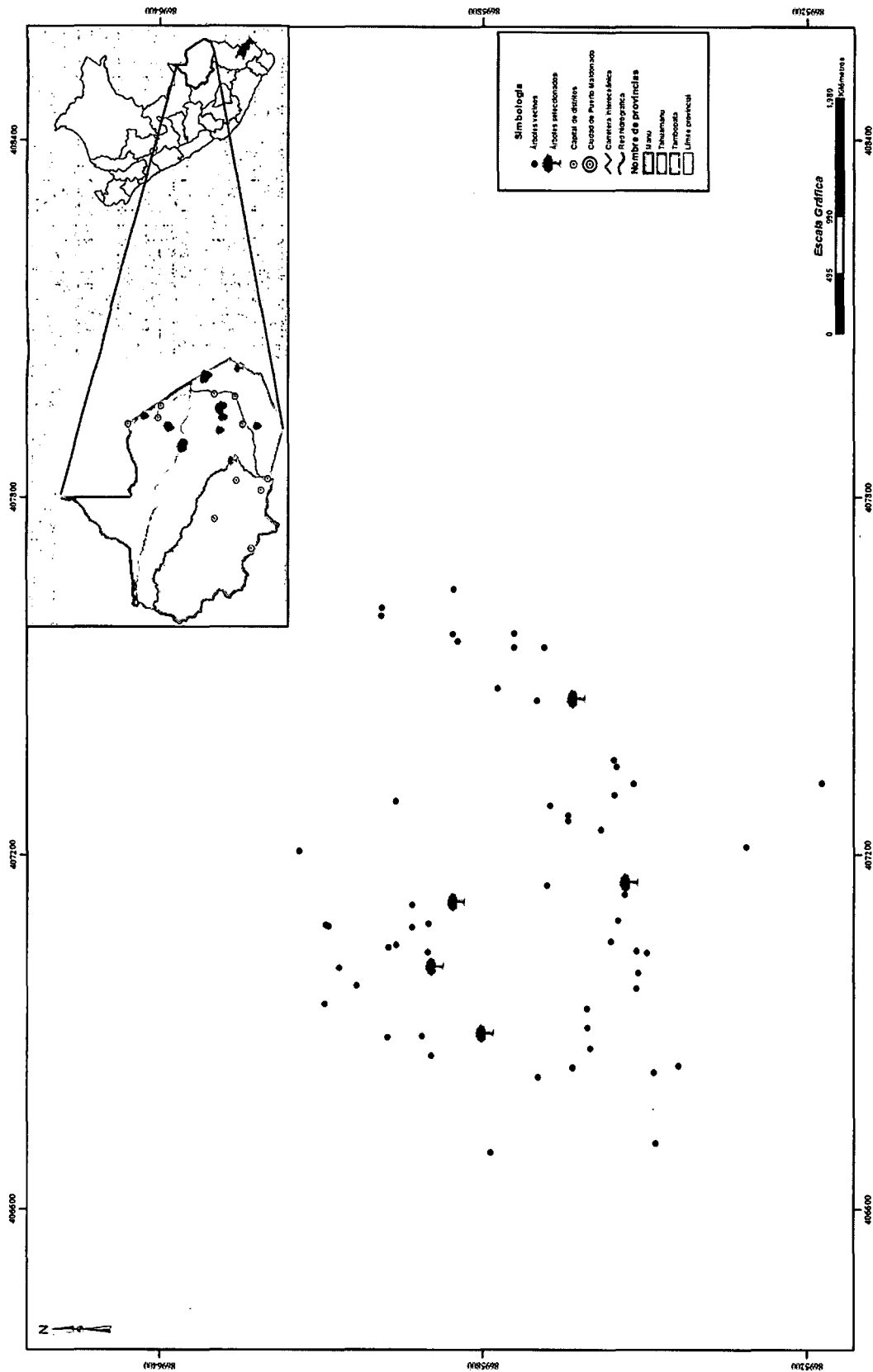
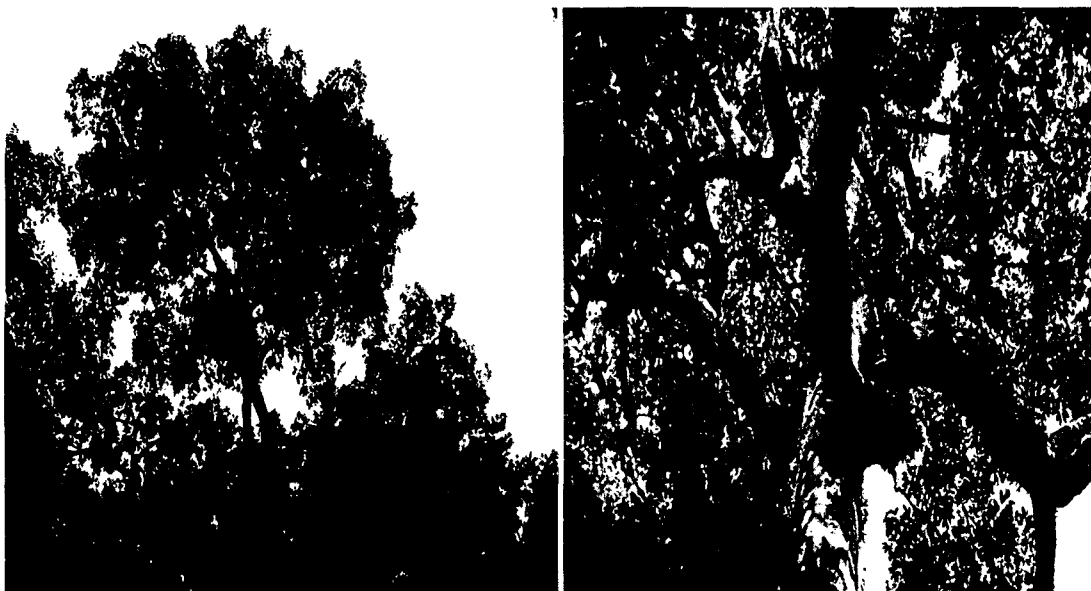


Figura 39. Arboles plus de castaña y sus colindantes

### 3.4.2 Características fenotípicas



**Figura 40. Posición, forma de copa y ramas de los árboles plus de castaña**

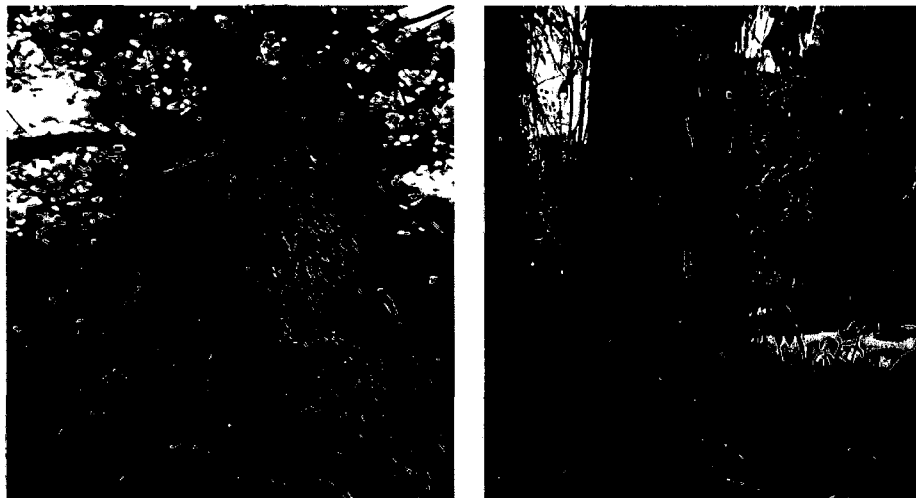
En la Tabla 28 podemos observar las características fenotípicas de los 35 individuos identificados y seleccionados como árboles plus de castaña. Respecto a la verticalidad del fuste se encontró que 21 árboles presentaron el fuste recto y 4 árboles ligeramente rectos. Por lo general la mayoría de los árboles presentaron fuste circular a excepción de uno cuya circularidad es cónico (Figura 41). Peña (2008) encontró que los árboles identificados presentaban estas mismas características del fuste de la castaña descrito por Arias & Rondón (2010) y Zuidema (2003).

Según la clasificación de Dawkins con respecto a la forma de copa; 4 árboles presentaron copa con círculo completo así también 29 árboles presentaron copas irregulares y 2 árboles presentaron copa de medio círculo (Figura 40). La posición de copa alcanzada por los árboles plus de castaña presento que 33 árboles alcanzaron copas emergentes, es decir superiores al dosel totalmente expuestas a la luz vertical y libre de competencia lateral, seguido por 1 árbol con plena iluminación vertical, es decir que la copa está plenamente expuesta a la iluminación vertical, pero está adyacente a otras copas de igual o mayor tamaño dentro del cono de 90° y 1 árbol con alguna iluminación superior es decir la parte superior de la copa está expuesta a la luz vertical, o parcialmente sombreada por otras copas; según Kainer, Wadt, Gomes-Silva *et al.* (2006) la posición de la copa y la capacidad de acceder a la luz solar es un factor importante para la producción de frutos.





**Figura 41. Forma de fuste de los arboles plus de castaña**



**Figura 42. Lianas y estado fitosanitario del fuste**

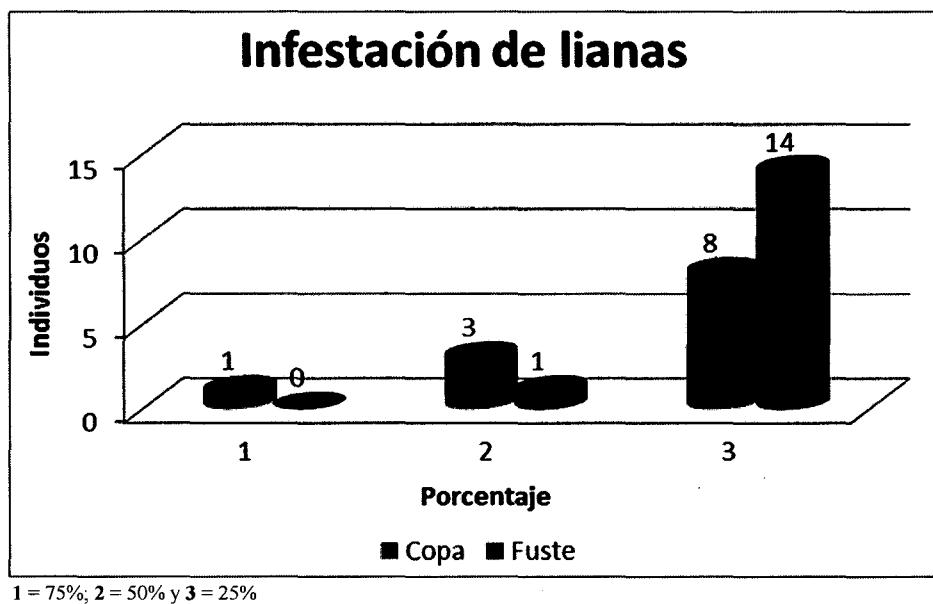
Respecto a las ramas de los arboles plus de castaña 5 árboles presentaron 4 ramas; seguido por 11 árboles que presentaron 3 ramas y 19 árboles 2 ramas respectivamente, sin embargo Zuidema (2003) señala que las ramas podrían ser una limitación para la fructificación del árbol ya que el desarrollo de estos frutos a menudo dura un año y por consiguiente las flores de los frutos para el próximo año se encuentran con los frutos maduros de este año, es decir esto puede generar competencia por el espacio, donde las flores se ubican al extremo de la copa.

Tabla 28. Características Fenotípicas de los arboles plus

SECTOR	CODIGO	FORMA DE FUSTE		FORMA DE COPA	POSICIÓN DE COPA	RAMAS	LIANAS			ESTADO SANITARIO	
		Verticalidad	Circularidad				Copa	Fuste	Presencia	Numero	
Rio Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A02	Recto	Cilíndrico	Círculo completo	Emergente	4	No	No		Si	2
Rio Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A04	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	Si	50	Si	25	No
Rio Manuripe	RMa-MHH-A01	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	3	No		Si	25	Si
Rio Manuripe	RMa-MHH-A02	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	4	No		Si	25	No
Rio Manuripe	RMa-MHH-A03	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	4	No		No		Si
Rio Manuripe	RMa-MHH-A04	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	No		No		Si
Rio Manuripe	RMa-MHH-A05	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	3	Si	75	No		Si
Rio Manuripe	RMa-MHH-A06	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	Si	25	No		Si
Rio Manuripe	RMa-MHH-A07	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Plena iluminación vertical	2	No		SI	25	Si
Rio Manuripe	RMa-MHH-A08	Recto	Cilíndrico	Círculo completo	Emergente	2	Si	25	No		No
Rio Manuripe	RMa-MHH-A09	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	No		No		No
Alerta	RM-EPa-A01	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	3	No		No		No
Alerta	RM-RP-A05	Recto	Cilíndrico	Círculo completo	Emergente	2	Si	25	Si	25	No
Alerta	RM-RP-A06	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	No		No		No
La republica (Iberia)	LR-CI-A05	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	Si	50	Si	50	No
Virgen del Carmen	VC-MTC-A01	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	No		No		No
Virgen del Carmen	VC-MTC-A03	Inclinado	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	No		No		No
Virgen del Carmen	VC-MTC-A04	Inclinado	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	No		No		Si
Bajo Alegría	BA-JMA-A01	Inclinado	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	No		Si	25	Si
Bajo Alegría	BA-JMA-A02	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	No		No		No
Bajo Alegría	BA-JMA-A03	Inclinado	Cilíndrico	Medio círculo	Emergente	3	No		No		No
Bajo Alegría	BA-PHA-A01	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	Si	25	Si	25	Si
Bajo Alegría	BA-PHA-A02	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	3	No		No		No
Bajo Alegría	BA-PHA-A03	Recto	Cilíndrico	Círculo completo	Emergente	2	Si	50	Si	25	Si
Rio Pariamanu	RP-SCT-A01	Recto	Cónico	Círculo irregular	Emergente	2	No		Si	25	Si
Rio Pariamanu	RP-SCT-A02	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	3	Si	25	Si	25	Si
Rio Pariamanu	RP-EHQ-A01	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	3	Si	25	Si	25	Si
Rio Pariamanu	RP-EHQ-A02	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Alguna iluminación superior	3	No		No		No
Rio Pariamanu	RP-EHQ-A03	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	4	No		No		No
Rio Pariamanu	RP-EMA-A01	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	3	Si	25	Si	25	No
Rio Pariamanu	RP-CNBP-A01	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	3	No		No		No
Rio Pariamanu	RP-CNBP-A02	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	Si	25	Si	25	Si
Rio Heath	RH-DCV-A01	Recto	Cilíndrico	Medio círculo	Emergente	4	No		No		No
Rio Heath	RH-DCV-A02	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	3	No		No		No
Rio Malinowsky	RM-RNT-A02	Recto	Cilíndrico	Círculo irregular	Emergente	2	No		Si	25	Si

Fuente: elaboración propia

La presencia de lianas fue notoria en las partes del fuste y la copa de algunos árboles (Figura 42) así como el árbol RMa-MHH-A05 mostro la presencia de lianas con un 75% de infestación en la copa, sin embargo 3 árboles presentaron el 50% de infestación de liana y 8 árboles con un 25% de infestación de lianas en la copa. La presencia de lianas en el fuste fue menor a comparación de la copa, solo se pudo presenciar que 1 árbol presentó en un 50% de infestación de lianas en el fuste y 14 árboles presentaron el 25% de infestación de lianas (Figura 43) estos valores demuestran que dueños de concesiones de castaña descuidan el mantenimiento de la limpieza de sus estradas y árboles.



**Figura 43. Infestación de lianas**

La presencia de lianas en la castaña afectan al árbol haciendo pobres las copas y afecta directamente al crecimiento y a la producción de frutos. Kainer, Wadt, Gomes-Silva *et al.* (2006) encontró influencia significativa en la producción de frutos con la presencia de lianas en la copa de los árboles de castaña. El estado fitosanitario de los arboles plus de castaña mostro que los árboles no presentaron daño alguno en la copa y fuste, sin embargo fue posible observar la presencia de algunos insectos y exudaciones.

### 3.4.3 Características del suelo

#### 3.4.3.1 Fisiografía, pendiente y altitud

Se observa en la Tabla 29 los sitios donde se encontraron los 35 árboles seleccionados e identificados presentaron una fisiografía de terraza alta con una pendiente ligeramente inclinada y la altitud vario desde 208 – 378 m.s.n.m. Suri (2007) señala que esta especie prospera en áreas de tierra firme no inundables.

Tabla 29. Características del sitio

SECTOR	CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL SITIO			ALTITUD msnm
		FISIOGRAFIA	PENDIENTE	RANGO (%)	
Rio Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A02	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	294
Rio Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A04	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	279
Rio Manuripe	RMa-MHH-A01	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	370
Rio Manuripe	RMa-MHH-A02	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	363
Rio Manuripe	RMa-MHH-A03	Terrazas altas moderadamente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	352
Rio Manuripe	RMa-MHH-A04	Terrazas altas moderadamente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	345
Rio Manuripe	RMa-MHH-A05	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	357
Rio Manuripe	RMa-MHH-A06	Terrazas altas moderadamente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	340
Rio Manuripe	RMa-MHH-A07	Terrazas altas moderadamente disectadas	Fuertemente inclinada	4 - 15	350
Rio Manuripe	RMa-MHH-A08	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	378
Rio Manuripe	RMa-MHH-A09	Terrazas altas moderadamente disectadas	Fuertemente inclinada	4 - 15	324
Alerta	RM-EPa-A01	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	367
Alerta	RM-RP-A05	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	377
Alerta	RM-RP-A06	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	375
La republica (Iberia)	LR-CI-A05	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	348
Virgen del Carmen	VC-MTC-A01	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	262
Virgen del Carmen	VC-MTC-A03	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	266
Virgen del Carmen	VC-MTC-A04	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	265
Bajo Alegría	BA-JMA-A01	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	245
Bajo Alegría	BA-JMA-A02	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	252
Bajo Alegría	BA-JMA-A03	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	248
Bajo Alegría	BA-PHA-A01	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	240
Bajo Alegría	BA-PHA-A02	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	242
Bajo Alegría	BA-PHA-A03	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	243
Rio Pariamanu	RP-SCT-A01	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	274
Rio Pariamanu	RP-SCT-A02	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	277
Rio Pariamanu	RP-EHQ-A01	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	283
Rio Pariamanu	RP-EHQ-A02	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	282
Rio Pariamanu	RP-EHQ-A03	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	280
Rio Pariamanu	RP-EMA-A01	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	279
Rio Pariamanu	RP-CNBP-A01	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	280
Rio Pariamanu	RP-CNBP-A02	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	282
Rio Heath	RH-DCV-A01	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	213
Rio Heath	RH-DCV-A02	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	208
Rio Malinowsky	RM-RNT-A02	Terrazas altas ligeramente disectadas	Plana a ligeramente inclinada	0-4	217

Fuente: elaboracion propia

Tabla 30. Análisis de Suelos

Nº	SECTOR	CODIGO	PH (1:1)	MO %	P ppm	K ppm	TEXTURA			CIC me/100 gr	CATIONES CAMBIABLES me/100 gr				
							Arena %	Limo %	Arcilla %		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
1	Río Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A02	4,08	0,37	0,35	9,40	60,00	22,00	18,00	2,89	0,31	0,13	0,02	0,10	2,33
2	Río Los Amigos	RLA-EMAVISJUG-A04	4,18	0,35	0,29	22,20	48,00	28,00	24,00	3,85	0,21	0,13	0,03	0,11	3,38
3	Río Manuripe	RMa-MHH-A01	4,01	0,32	0,53	19,00	70,00	10,00	20,00	3,64	1,14	0,14	0,01	0,11	2,23
4	Río Manuripe	RMa-MHH-A02	4,22	0,20	1,05	9,20	70,00	10,00	20,00	3,70	1,81	0,15	0,01	0,11	1,62
5	Río Manuripe	RMa-MHH-A03	4,00	0,19	0,64	6,80	60,00	16,00	24,00	3,07	0,26	0,13	0,01	0,11	2,57
6	Río Manuripe	RMa-MHH-A04	4,31	0,20	0,69	22,20	60,00	20,00	20,00	2,33	0,27	0,16	0,02	0,12	1,76
7	Río Manuripe	RMa-MHH-A05	4,21	0,21	0,74	30,00	68,00	8,00	24,00	3,43	1,60	0,14	0,01	0,13	1,55
8	Río Manuripe	RMa-MHH-A06	4,55	0,22	0,66	37,60	60,00	21,44	18,56	1,18	0,25	0,16	0,05	0,12	0,61
9	Río Manuripe	RMa-MHH-A07	4,66	0,18	0,65	85,60	60,00	25,44	14,56	1,23	0,39	0,19	0,13	0,12	0,41
10	Río Manuripe	RMa-MHH-A08	4,27	0,19	0,75	19,80	56,00	21,44	22,56	3,51	1,39	0,14	0,02	0,13	1,83
11	Río Manuripe	RMa-MHH-A09	4,02	0,21	0,91	14,80	40,00	47,44	12,56	1,14	0,28	0,14	0,01	0,10	0,61
12	Alerta	RM-EPa-A01	4,26	0,18	0,01	48,60	50,00	17,44	32,56	3,26	0,53	0,15	0,11	0,11	2,37
13	Alerta	RM-RP-A05	4,29	0,21	0,95	22,00	56,72	15,28	28,00	2,64	0,35	0,15	0,02	0,10	2,03
14	Alerta	RM-RP-A06	4,68	0,18	0,71	41,80	56,72	15,28	28,00	1,70	0,30	0,21	0,07	0,10	1,01
15	La republica (Iberia)	LR-CI-A05	5,16	0,20	0,91	19,80	58,72	19,28	22,00	1,36	0,59	0,21	0,04	0,11	0,41
16	Virgen del Carmen	VC-MTC-A01	4,32	0,26	0,20	19,80	58,00	20,72	21,28	3,74	0,48	0,17	0,05	0,15	2,91
17	Virgen del Carmen	VC-MTC-A03	4,16	0,46	0,55	77,80	52,00	26,72	21,28	4,26	0,71	0,23	0,09	0,05	3,18
18	Virgen del Carmen	VC-MTC-A04	4,47	0,37	0,76	46,00	64,00	14,72	21,28	4,09	0,64	0,23	0,10	0,08	3,04
19	Bajo Alegría	BA-JMA-A01	4,42	0,29	0,92	96,40	54,00	18,72	27,28	6,53	0,62	0,20	0,23	0,08	5,41
20	Bajo Alegría	BA-JMA-A02	4,20	0,24	0,68	25,60	60,00	18,72	21,28	4,52	0,58	0,25	0,06	0,09	3,55
21	Bajo Alegría	BA-JMA-A03	4,21	0,18	0,45	42,00	60,00	20,72	19,28	3,85	0,64	0,23	0,09	0,07	2,82
22	Bajo Alegría	BA-PHA-A01	4,26	0,18	0,47	56,00	64,00	18,72	17,28	3,37	0,50	0,23	0,09	0,07	2,47
23	Bajo Alegría	BA-PHA-A02	4,22	0,32	0,38	30,20	64,00	20,72	15,28	3,53	0,44	0,23	0,07	0,09	2,70
24	Bajo Alegría	BA-PHA-A03	4,08	0,26	0,36	37,40	60,72	20,00	19,28	3,68	0,46	0,23	0,07	0,07	2,84
25	Río Pariamanu	RP-SCT-A01	4,14	0,18	0,43	30,20	64,72	16,00	19,28	2,75	0,46	0,22	0,06	0,06	1,96
26	Río Pariamanu	RP-SCT-A02	4,12	0,22	0,38	24,00	70,72	14,00	15,28	2,32	0,57	0,23	0,05	0,06	1,42
27	Río Pariamanu	RP-EHQ-A01	4,28	0,21	0,43	56,00	50,72	26,00	23,28	3,66	0,65	0,33	0,10	0,04	2,53
28	Río Pariamanu	RP-EHQ-A02	4,23	0,18	0,34	30,40	60,72	20,00	19,28	1,96	0,47	0,28	0,05	0,06	1,10
29	Río Pariamanu	RP-EHQ-A03	3,94	0,24	0,19	31,00	64,72	16,00	19,28	3,17	0,60	0,28	0,07	0,04	2,18
30	Río Pariamanu	RP-EMA-A01	3,86	0,25	0,26	33,60	52,72	20,00	27,28	3,88	0,69	0,30	0,07	0,05	2,77
31	Río Pariamanu	RP-CNBP-A01	3,80	0,24	0,34	30,60	56,72	24,00	19,28	4,08	0,45	0,28	0,06	0,05	3,24
32	Río Pariamanu	RP-CNBP-A02	3,88	0,18	1,10	68,00	64,72	18,00	17,28	3,24	0,58	0,27	0,07	0,09	2,23
33	Río Heath	RH-DCV-A01	4,59	0,29	0,53	55,40	40,00	48,72	11,28	6,61	0,79	0,27	0,13	0,06	5,37
34	Río Heath	RH-DCV-A02	4,39	0,24	0,45	34,40	40,00	40,72	19,28	5,46	0,62	0,27	0,08	0,04	4,46
35	Río Malinowsky	RM-RNT-A02	4,26	1,12	0,79	39,60	40,00	50,72	9,28	4,59	0,73	0,18	0,09	0,07	3,52
	Máximo		5,16	1,12	1,10	96,40	70,72	50,72	32,56	6,61	1,81	0,33	0,23	0,15	5,41
	Mínimo		3,80	0,18	0,01	6,80	40,00	8,00	9,28	1,14	0,21	0,13	0,01	0,04	0,41
	Promedio		4,25	0,27	0,57	36,38	57,62	22,03	20,35	3,38	0,61	0,21	0,06	0,09	2,41
	Varianza		0,07	0,03	0,07	447,86	71,57	103,64	23,77	1,69	0,13	0,00	0,00	0,00	1,46
	Coefficiente de Variabilidad		6,20	61,02	46,22	58,18	14,68	46,22	23,95	38,48	59,57	27,93	68,75	32,68	50,17

Fuente: elaboracion propia.

### 3.4.3.2 Análisis de suelo

La Tabla 30 presenta los resultados del análisis de suelo físico y químico de las muestras obtenidas a una profundidad de 20 cm a 40 cm donde se ubican cada árbol plus de castaña, Las muestras fueron enviadas al laboratorio de análisis de suelo de la UNALM.

Los resultados del análisis químico realizado a las muestras de suelo se encontró las siguientes características; a, pH extremadamente ácido; M,O, materia orgánica a un nivel muy bajo; P, Fósforo a un nivel muy bajo; K, Potasio a un nivel alto; CIC capacidad de intercambio catiónico baja; Al, Aluminio a un nivel muy alto, produciendo toxicidad, esto hace que los suelos de la amazonia peruana presenten una serie de limitación de orden química que le confieren una fertilidad muy baja, sin embargo la castaña es una especie que puede prosperar en este tipo de suelos (Corvera & Cusi,, 2012) es decir en suelos no inundables y de reacción ácida a muy ácida dicho por Arias & Rondón (2010). Según la clasificación taxonómica (IIAP, 1995) de suelos de la amazonia peruana la castaña ocurre en bosques con suelos acrisoles, lo mismo hallado por Peña (2008) o ultisoles (Zuidema, 2003). Las características de estos suelos son pobres en nutrientes y bien drenados. Peña (2008) encontró que la castaña prospera en suelos cambisoles y fluvisoles ya que relativamente son suelos ácidos que puede ser una alternativa de reforestación en suelos degradados por la actividad minera ya que presenta una fácil adaptación.

**Tabla 312. Correlación entre la producción de frutos y grosor del pericarpo con las características del suelo.**

Las muestras de suelos fueron obtenidas del lugar mismo donde se ubicaba cada árbol plus a una profundidad de 20 – 40 cm, para luego ser preparadas y enviadas al laboratorio de análisis de suelo de la UNALM.

Variable		Ph	M,O %	P ppm	K ppm	Are %	Lim %	Arc %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
Producción	rho =	0,034	0,142	0,171	0,128	0,238	-0,181	-0,097	0,067	0,103	0,128	-0,125	0,256
	p =	0,847	0,417	0,326	0,464	0,168	0,298	0,580	0,701	0,557	0,462	0,474	0,137
Grosor	rho =	0,185	-0,059	-0,019	0,045	-0,174	0,288	-0,277	-0,140	-0,141	0,051	0,106	-0,104
	p =	0,289	0,737	0,914	0,795	0,317	0,093	0,108	0,423	0,419	0,771	0,545	0,551

La Tabla 31 podemos relacionar las características edáficas del suelo con la producción y el grosor del pericarpo del fruto, utilizando el coeficiente de correlación de Spearman no se encontró ninguna relación significativa con ambas variables. Este resultado puede estar influenciado con la profundidad y la baja calidad de los elementos del suelo, sin embargo Kainer, Wadt, Gomes-Silva *et al.* (2006) halló relación significativa (positiva) con la Capacidad de Intercambio Catiónico CIC, mientras que en los niveles de fósforo P presentaron relación débilmente significativa (negativa) aplicando correlación simple

en muestras de suelos obtenidas en una profundidad de 0 cm – 20cm. Así mismo el grosor del pericarpo de los cocos de castaña no mostro relación alguna con las características edáficas del suelo sin embargo sucedió lo contrario en el trabajo de Peña (2008) donde encontró relación significativa con el grosor del pericarpo que está afectado por el contenido de k, Ca y Mg del suelo y responde estadísticamente a la siguiente ecuación:  $GP=5,084803+0,017849K+6,678084Ca-9,601552Mg$ .

## CONCLUSIONES

- ✓ Se seleccionó e identificó 35 árboles plus de castaña *Bertholletia excelsa* HBK de los sectores del presente estudio, así mismo estos árboles presentaron relación altamente significativa entre los índices dasométricos - morfométricos presentando una amplia variabilidad morfológica dentro de las poblaciones naturales que por lo general eran sanos y vigorosos, llegando a obtener un valor en promedio con respecto a la altura total entre 26 m – 37m,; el diámetro a la altura del pecho 0,9 m – 2,0m,; diámetro de copa 15 m – 38 m; y longitud de copa y 6 m -12 m respectivamente.
- ✓ La producción de los árboles plus de castaña presentó en promedio 134 kg, así mismo se pudo determinar que la mayor producción de semillas de castaña se encuentran en los sectores de Bajo alegría y Virgen del Carmen, ambos dentro de la provincia del tambopata.
- ✓ La producción de los árboles plus de castaña mostraron relación significativa con los índices dasométricos y morfométricos aplicando la correlación de Spearman.
- ✓ Los árboles identificados y seleccionados generalmente presentaron características fenotípicas sobresalientes tales como el fuste recto, con copas emergentes en el dosel y con círculo completo, círculo irregular y medio círculo, Las ramas de los árboles plus por lo general fueron vigorosos, y el número de ramas por árbol se encuentran en un rango de 4 – 2. La presencia de lianas ocurrió en partes de la copa y el fuste; así mismo el estado fitosanitario de los árboles fue leve considerando que hubo poca presencia de insectos.
- ✓ Las características edáficas del suelo no presentaron relación significativa con la producción de frutos en los 35 árboles plus de castaña, Este resultado podría variar con muestras de suelos obtenidas a menor profundidad. Los árboles plus de castaña fueron hallados en zonas de terrazas altas con una pendiente ligeramente inclinada en una altura de 208 msnm hasta los 378 m.s.n.m., Las características edáficas del suelo que presentaron estas zonas son: pH: muy ácido con una alta concentración de



aluminio y baja fertilidad, El 46% de los árboles se encontraban sobre suelos franco arenoso, el 40% sobre arena arcillo arenoso, el 11% sobre suelos franco y el 3% sobre suelo franco limoso, Según el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana estas pertenecen al grupo de los Acrisoles y Cambisoles.

## RECOMENDACIONES

- Conservar los 35 árboles plus para estudios genéticos y la extracción de clones para utilizarlos en la reforestación de claros en concesiones castañeras, maderables y zonas degradadas por la actividad minera. Así mismo continuar con la evaluación de la producción de frutos de castaña por periodos más largos y el análisis de muestras de suelos a una profundidad de 0 cm – 20 cm.
- Realizar tratamientos silviculturales a los 35 árboles plus de castaña tales como; la poda de lianas en los fustes y copas, la limpieza de estradas y bordes de cada árbol para evitar la propagación de agentes patógenos.
- Realizar mediciones (índices dasométricos) anuales a los árboles plus, considerando otras características organolépticas tales como las hojas; agentes polinizadores; influencia fitosociológica con otras especies, competitividad en la posición de las copas; variables ecológicas a fin de comprobar la variabilidad de la producción con el tiempo.
- Pesar los cocos y las semillas de castaña para precisar la productividad de cada árbol plus y utilizarlos para la producción de plantones.
- Evaluar los árboles colindantes de los 35 árboles plus identificados considerando los índices dasométricos para estudiar la influencia de los individuos en la producción.

## BIBLIOGRAFIA

- Acosta H., Luna R., Noa J., Galindo J., Vázquez S., Morales Z., et. al. (2011). Caracterización Morfológica y Dasométrica de la Especie Amenazada *Juglans pyriformis* Liebm. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17(1): 59-67.
- Aguirre, A. & Dolly, F. (2012). Arboles Semilleros Arboles Plus, Consideraciones básicas para la selección y manejo de árboles semilleros, Boletín de Divulgación Técnica - Octubre 2012, 6p.
- Anderson, W. (1958). Agricultural Geography of Latin America, FAS/USDA – Superintendent of Documents U.S.A. Government Printing Office – *Miscellaneous Publication* No, 743, Washington D.C. USA.
- Arcos, M. (2005). Identificación y Evaluación de Arboles semilleros de castaña (*Bertholletia excelsa* H, B, K,) en concesiones castañeras de la Región Madre de Dios. Reporte no publicado IIAP Puerto Maldonado, 12 p.
- Arias, D. (2005). Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. Kurú: Revista Forestal 1(2), (Costa Rica) 2(5).
- Arias, E. & Rondón, J. (2010). Manejo Forestal de *Bertholletia excelsa* HBK (castaña o nuez de Brasil). Revista Forestal Latinoamericana, 25(1):93-113, 2010.
- Arias, N. & Mamani, A. (2002). Productividad de castañas (*Bertholletia excelsa* HBK) cultivadas en la provincia de Tambopata – Madre de Dios. Artículo científico, Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP).
- Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica – ACCA (2010). Manual para la Elaboración del Plan General de Manejo para el Aprovechamiento de Castaña *Bertholletia excelsa* del Programa - Conservando Castaños PCC de ACCA, Período 1993 – 2010, 42p.
- Bravo, F. (2011) Números y Bosques: Selvicultura Cuantitativa; recuperado de <http://numerosybosques.blogspot.pe/2011/01/productividad-forestal-b.html>
- Camacho, M. (2000). Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical, Guía para el establecimiento y medición. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza – CATIE. Unidad de manejo de bosques naturales. Costa Rica. 14p.
- Center for International Forestry Research - CIFOR (2012). Superposición espacial en la zonificación de bosques en Madre de Dios. Implicaciones para la sostenibilidad del recurso castaño. Diciembre de 2012. ([http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/infobrief/4034-infobrief.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/infobrief/4034-infobrief.pdf)).

- Cleto de la Torre D. (2009). Estadística para la Investigación Científica. Cusco. 15p.
- Corvera, R. & Cusi E. (2012). Respuesta de las Plantas de Castaña Amazónica *Bertholletia Excelsa* a cuatro niveles de fertilización con Nitrógeno, Fosforo y Potasio en la Amazonia Peruana, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Programa PROBOSQUES – Folia Amazónica.
- Corvera, R., Castillo D., Suri W., Cusi E. & Canal A. (2010). La Castaña Amazónica (*Bertholletia excelsa* K.B.K). Manual de cultivo. Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana, 12pp.
- Corvera, R., Arcos, M. & Canal (2006). Manual Técnico: Buenas Practicas de cultivo de castaña. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, 32, p (en revisión).
- Corvera, R. & Suri, W. (2008). Base tecnológica y genética del germoplasma de castaña (*Bertholletia excelsa* H,B,K) en la Región de Madre de Dios. Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana, 5p.
- Corvera, R. 2006. Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana, “Manual Técnico Buenas Prácticas de Cultivos en Castaña.” Pag, 15.
- Duchelle, A. E. (2009). Conservation and livelihood development in Brazil nut producing communities in a tri-national amazonian frontier. Tesis doctoral. University of Florida, Gainesville, FL, USA.
- Durlo, M. & Denardi. L. (1998) Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. Ciência Florestal. v,8, p,55-56, 1998.
- Ferreira, F., Brito, R., Deon, M., Rodriguez, R., Brianez, N., Vivaldini, L., et, at. (2010). Variabilidade genética para caracteres morfométricos de matrizes de castanha-do-brasil da Amazônia Mato-grossense. Acta amazónica. VOL. 40(4) 2010: 705 – 710.
- 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.
- Gobierno Regional de Madre de Dios - GOREMAD (2010). Meso Zonificación Ecológica Económica de la Provincia de Tambopata – Distrito de Laberinto – Inambari. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente 44p.

- Hanco, E. (2012). Evaluación Fitosociológica de la castaña, *Bertholletia excelsa* Bonpl, en el Fundo “El Bosque” – Tambopata – Madre de Dios. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Facultad de Ingeniería. Puerto Maldonado, departamento de Madre de Dios.
- Hutchinson D. (1993). Puntos de partida y muestreo silvicultural para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica: Informe técnico No. 204 Colección Silvicultura y manejo de bosques naturales. No. 7, 32p.
- Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana - IIAP (2001). Madre de Dios camino al desarrollo sostenible: propuesta de zonificación económica ecológica como base para el ordenamiento territorial, Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), Lima, Perú.
- Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana – IIAP (2006). Evaluación económica de la extracción de castaña (*Bertholletia excelsa* H,B,K) – departamento de Madre de Dios. Programa de ordenamiento ambiental, 20p.
- Instituto Nacional de Desarrollo - INADE (2007). Estudio de Meso Zonificación Ecológica-Económica Del Corredor Interoceánico Sur Tramo Iñapari – Inambari. Proyecto Especial de Madre de Dios 305p.
- Iturre M. & Araujo P. (2006). Crecimiento y producción del rodal regular, Facultad de ciencias forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Serie didáctica N° 23, 26p.
- Jara, L. (1995). Identificación, Selección Manejo de Fuentes Semilleros, Santafé de Bogotá, Diciembre de 1995. Programa de Investigación en Semillas de Especies Forestales Nativas, 63p.
- Kainer K., Wadt L., Gomes-Silva, D. & Capanu, M (2006). Liana loads and their association with *Bertholletia excelsa* fruit and nut production, diameter growth and crown attributes, *Journal of Tropical Ecology*. (<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=392948>),
- Kanashiro, M., Harris, S., Simons, A. (1997). RAPD diversity in Brazil nut *Bertholletia excelsa* (Hunb. & Bonpl.: Lecythidaceae). *Silvae Genetica*, 46: 219–223.
- Lawrence, A., Phillips, O., Reategui, A., Lopez, M., Rose, S., Wood, D., Farfan, A. (2005). Local values for harvested forest plants in Madre de Dios, Peru: towards a more contextualized interpretation of quantitative ethnobotanical data, *Biodiversity and Conservation* 14: 45-79.

- Licona, J. C., Mostacedo, B., Villegas Z., Rodríguez O., Bustamante Y., (2010). Monitoreo de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) a través de Parcelas Permanentes en la Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi, Pando – Bolivia.
- López C. 2008. Morfología dasométricas, Medición de la copa, Medición de diámetros, Espesor de corteza, Medición de distancias, señalización de árboles, Universidad Politécnica de Madrid, 9p.
- Mamani J. (2010). Evaluación de Tres Métodos de Injertación y su Influencia en el Prendimiento de la Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) en Madre de Dios. Tesis de pre-grado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ciencias Forestales y Medio Ambiente. Puerto Maldonado, departamento de Madre de Dios. Pag. 30.
- Ministerio del Ambiente - MINAM (2011). Minería aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio, Informe preparado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP y El Ministerio del Ambiente, 15p.
- Murillo, O. (2000). Índices de calidad para la reforestación en costa rica, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Sistema de Información Científica Agronomía Costarricense 24(2): 41-47.
- Nájera, J. A. y Hernández, E. (2010). Relaciones morfométricas de un bosque coetáneo de la región del salto, Durango, Ra Ximhai Vol. 4, Número 1, enero – abril 2008, 69 - 81p.
- Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre – OSINFOR (2010) Manual de Procedimiento de Supervisión de Concesiones y Permisos para Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK), Dirección de Supervisión de Concesiones Forestales y de Fauna Silvestre, 6p.
- Pastor, S. (2004). Manejo de la Biotecnología Apropriada para Pequeños Productores: Estudio de Caso – Perú, REDBIO Perú - REDBIO / FAO Lima – Noviembre 2004, 43p.
- Peña, J. 2008. “Identificación y Caracterización Fenotípica de Árboles Plus de “castaña”, *Bertholletia excelsa* H.B.K. (Lecythidaceae) en el Departamento de Madre de Dios”. Tesis para optar el grado de: Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria la Molina, Especialidad de Bosques y Gestión de Recursos Forestales, departamento de Lima, Perú, 75p.
- Peres, C. A. & Baidar, C. 1997. Seed dispersal spatial distribution and population structure of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in southeastern Amazonia, Journal of Tropical Ecology 13:595-616.

- Reátegui, E., Reno, J-F., Carvajal F., Corvera, R., Castillo, D., Garcia, C., (2009). Evaluación de la Variabilidad Genética de la Castaña *Bertholletia Excelsa* en la Región de Madre de Dios (Perú), Mediante Marcadores Microsatélites. Instituto de la Investigaciones de la Amazonía Peruana, Folia Amazónica, VOL. 18 N° 1-2 2009: 41 – 50p.
- Scoles R., Gribel R. & Nicolau G., (2011). Population structure of Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythydaceae) stands in two areas with different occupation histories in the Brazilian Amazon, Human Ecology, v, 39, p, 455-64, 2011,
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental y Center For International Forestry Research. (2011). El aprovechamiento de madera en las concesiones castañeras (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en Madre de Dios, Perú. Un análisis de su situación normativa, Documento de trabajo 56, 15p.
- Suri W. (2008). Identificación de áreas potenciales para la instalación de plantaciones de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en áreas deforestadas – Madre de Dios. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Forestales y Medio Ambiente. Puerto Maldonado, departamento de Madre de Dios.
- Tratado de Cooperación Amazónica. (1997). Cultivos de frutales nativos amazónicos, Tratado de Cooperación Amazónico TCA – SECRETARIA PRO – TEMPORE, Lima, Perú, 195p.
- Thomson, C., Chisholm A., McLachlan, S. K., Campbell J. A. (2008). Brazil nuts: an effective way to improve selenium status Am J Clin Nutr 2008; 87:379–84, Printed in USA © 2008 American Society for Nutrition.
- Tonini, H. (2011). Fenología da-Castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb, & Bonpl., Lecythydaceae) No Sul do Estado de Roraima, Cerne, Lavras, v, 17, n, 1, p, 123-131, jan./mar, 2011.
- Tonini H., Da Costa, P. & Kaminski P. E., (2008). Estrutura e Produção de Duas Populações Nativas de Castanheira-Do-Brasil (*Bertholletia excelsa* O. Berg) EM RORAIMA, FLORESTA, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, jul./set. 2008.
- Tonini H., Kaminski P. E., & Da Costa, P., (2008). Relação da produção de sementes de castanha-do-brasil com características morfométricas da copa e índices de competição, Pesq, agropec, bras., Brasília, v,43, n,11, p,1509-1516, nov, 2008.
- Tonini, H. & Arco-Verde M. F., (2005). Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia, Pesq, agropec, bras., Brasília, v,40, n,7, p,633-638, jul.

- Tonini, H. & Pedrozo, C. A. (2014). Variações anuais na produção de frutos e sementes de Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) em Florestas Nativas De Roraima,<sup>1</sup> Revista Árvore, Viçosa-MG, v,38, n,1, p,133-144, 2014
- Turrialba 1994. Selección y Manejo de Rodales Semilleros, Costa Rica 1994, Danidad Forest Seed Centre, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, 37p.
- Universidad Nacional Agraria la Molina (1993). Estudio de mercado de la castaña, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales, Lima-Perú 16p.
- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., Murillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal, Agronomía Costarricense 34(1): 105-119, ISSN:0377-9424 / 2010.
- Zuidema, P. 2003, Ecología y manejo del árbol de la castaña (*Bertholletia excelsa*), PROMAB, Riberalta, Beni, Bolivia, 95p.



## ANEXO I. FORMATOS UTILIZADOS EN CAMPO

### DESCRIPCION DE SITIO DE ÁRBOLES NATIVOS PLUS DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*)

#### INFORMACIÓN GENERAL

Titular de la concesión :	Domingo Quispe Pinedo
Código de árbol <sup>1</sup> :	RPi-DQP-A01
Fecha :	19 / 03 / 08

#### UBICACIÓN

País:	Perú
Departamento:	Madre de Dios
Provincia:	Tambopata
Distrito:	Las piedras
Sub cuenca :	Piedras
Sector	Varsovia
Coordenadas UTM :	463520 -E 8656364 -N
Altitud (GPS):	311 m.s.n.m.

#### ASOCIACION DE ESPECIES<sup>2</sup>

N°	Nombre Común	DAP (cm.)	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

<sup>1</sup> Iniciales: Nombre de sub cuenca, nombre del concesionario y número del árbol

<sup>2</sup> Evaluación de árboles con DAP igual o mayor de 10 cm y un radio de 20 metros

### TOPOGRAFIA (% DE PENDIENTE)<sup>3</sup>

Clases de pendientes		
Rango ( % )	Descripción	
0 - 4	Plana a ligeramente inclinada	
4 - 15	Fuertemente inclinada	X
15 - 25	Moderadamente empinada	
25 - 50	Empinada	
Más de 50	Muy empinada	

### FISIOGRAFIA

Clases de fisiografía		
1. Terrazas Altas Ligeramente Disectadas		
2. Terrazas Altas Moderadamente Disectadas		
3. Terrazas Altas fuertemente Disectadas		
4. Lomadas		
5. Colinas Bajas Ligeramente Disectadas		
6. Colinas bajas Fuertemente Disectadas		X

### CARACTERIZACION DE SUELOS

Clases de drenaje		
1. Excesivo (rápido a muy rápido)		
2. Bueno (moderado)		X
3. Imperfecto (lento)		
4. Pobre (muy lento)		
5. Nulo (anegado)		

<sup>3</sup> La pendiente se refiere al grado de inclinación que presenta la superficie del suelo con respecto a la horizonte y esta expresada en porcentaje, en relación con la altura en metros por cada 100 metros horizontales

## ANEXO II. FORMATOS

### FORMATO DE EVALUACIÓN DE CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS DE ÁRBOLES NATIVOS PLUS DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*)

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

Titular de la concesión :	
Código de árbol <sup>4</sup> :	

#### 2. UBICACIÓN

País:		Departamento:	
Provincia:		Distrito:	
Sub cuenca :		Sector:	
Coordenadas UTM :		Altitud (GPS):	

#### 3. CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO (COCO)

Dureza <sup>5</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedio	
1. Duro																						
2. Normal																						
3. Suave																						
<b>Forma del coco</b>																						<b>Promedio</b>
1. Redondo																						
2. Ovalado																						
3. Elipsoide																						
4. Otros																						
<b>Diámetro y altura de los cocos<sup>6</sup> (cm)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>Promedio</b>	
1. Diámetro																						
2. Altura																						
<b>Espesor de los cocos (cm)</b>																						<b>Promedio</b>
Coco N°	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>		
Espesor																						

#### 4. CARACTERÍSTICAS DE LAS ALMENDRAS<sup>7</sup>

Almendras del coco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedio	
Largo (cm)																						4.35
Ancho (cm)																						1.73
N° de almendras por coco																						22.60

<sup>4</sup> Iniciales: Nombre de sub cuenca, nombre del concesionario y número del árbol

<sup>5</sup> La dureza estará determinada por experiencia del propietario de la concesión y/o persona con experiencia al chancado de cocos

<sup>6</sup> Se determinara con la medición de 05 cocos escogidos al azar, la medición será quitándole la casca del coco

<sup>7</sup> Se determinara al realizar el conteo y mediciones de los 05 cocos escogidos al azar, para determinar el ancho y largo de las almendras será una almendra por coco escogido al azar.

**ANEXO III. RECOLECCION DE MUESTRAS DE SUELOS Y DATOS DASOMETRICOS  
DE LOS ARBOLES DE CASTAÑA**

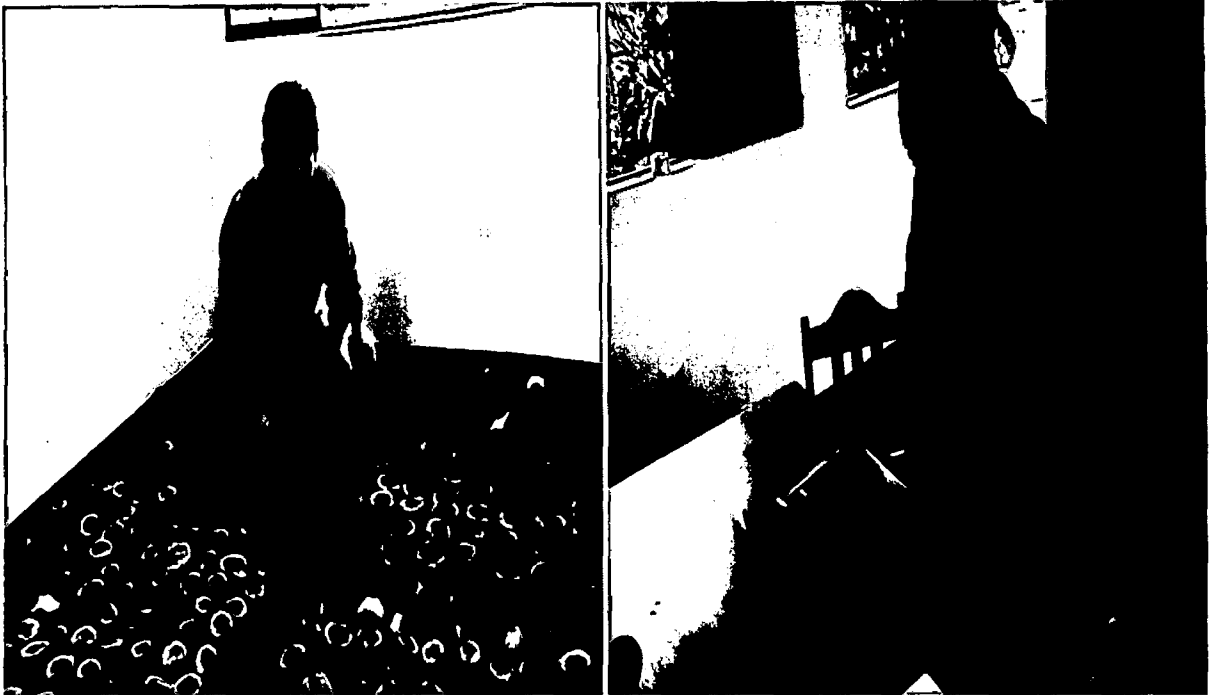


Proceso de medición del diámetro a la altura de pecho del fuste y medición del diámetro de copa.



Recolección de cocos de castaña en presencia del dueño de la concesion y Muestreo de suelo a profundidades 0cm – 20cm y 20cm – 40cm.

#### ANEXO IV. PROCESO DE MEDICION DE LOS COCOS Y SEMILLAS DE CASTAÑA



Cocos de castaña recolectados de los diferentes sectores y registro del número de semillas por coco.



Proceso de medicion del diametro ecuatorial y polar del coco de castaña utilizando el vernier profesional.



Proceso de medición del grosor del pericarpo y la longitud – ancho de la semilla del coco de castaña utilizando un vernier profesional.

**ANEXO V. ARBOLES PLUS DE CASTAÑA Y SUS COLINDANTES**

Nº	CÓDIGO DEL ÁRBOL SELECCIONADO	COORDENADAS UTM		ESTE	NORTE	Nº	CÓDIGO DEL ÁRBOL SELECCIONADO	COORDENADAS UTM		ESTE	NORTE
		ESTE	NORTE					ESTE	NORTE		
1	RLA-EMAVISJUG-A02	379488	8612081	406823	8695699	17	VC-MTC-A03	506668	8659398	506698	8659459
				406839	8695635					506688	8659324
				406871	8695602					506620	8659333
				406907	8695607					506780	8659488
				406939	8695608					506826	8659489
				406858	8645689					506872	8659423
				406696	8695787					506950	8659527
				406859	8695898					506967	8659557
				406893	8695915					506981	8659595
				406891	8695979					507060	8659688
2	RLA-EMAVISJUG-A04	379959	8611100	407134	8695538	18	VC-MTC-A04	507010	8659626	506970	8659688
				407090	8695550					506949	8659620
				407054	8695563					506889	8659670
				407038	8695516					506289	8659759
				407035	8695496					506251	8659773
				407000	8695513					506247	8659797
				406974	8695517					506173	8659738
				406842	8695439					506219	8659695
				406831	8695484					506100	8659757
				406712	8695481					513004	8654452
3	RMa-MHH-A01	407121	8695851	407150	8695682	19	BA-JMA-A01	512993	8654511	501306	8654423
				407243	8695582					512912	8654250
				407291	8695964					512859	8654179
				407302	8695557					512695	8654499
				407350	8695553					513058	8654521
				407361	8695558					513027	8654589
				407320	8695522					513019	8654624
				407258	8695643					512950	8654730
				407267	8695643					512868	8654666
				407284	8695676					512935	8654759
407117	8695933	512032	8655266								
4	RMa-MHH-A02	406896	8695797	406823	8695699	20	BA-JMA-A02	512043	8655273	512072	8655229
				406839	8695635					511910	8655213
				406871	8695602					511898	8655169
				406907	8695607					511976	8655119
				406939	8695608					511866	8655075
				406858	8645689					511790	8655069
				406696	8695787					511772	8655098
				406859	8695898					511766	8655130

				406893	8695915					511675	8655230
				406891	8695979					511822	8655255
				407469	8695632					512201	8655154
				407550	8695743					512181	8655120
				407573	8695743					512183	8655124
				407550	8695687					512237	8655266
				407460	8695701					512308	8655243
5	RMa-MHH-A03	407462	8695627	407481	8695774	21	BA-JMA-A03	512196	8655220	512338	8655231
				407560	8695849					512417	8655249
				407572	8695858					512398	8655104
				407647	8695857					512431	8655155
				407602	8695991					512427	8655077
				407616	8695990					512451	8655066
				407134	8695538					513603	8657142
				407090	8695550					513469	8657209
				407054	8695563					513420	8657185
				407038	8695516					513465	8657225
6	RMa-MHH-A04	407154	8695530	407035	8695496	22	BA-PHA-A01	512360	8657177	513377	8657290
				407000	8695513					513362	8657371
				406974	8695517					513319	8657382
				406842	8695439					513286	8657486
				406831	8695484					513644	8657112
				406712	8695481					513609	8657105
				407036	8695904					513263	8657818
				407085	8695903					513107	8657802
				407078	8695933					513192	8657570
				407048	8695962					513241	8657628
				407044	8695977					513296	8657639
7	RMa-MHH-A05	407010	8695890	406979	8696037	23	BA-PHA-A02	513353	8657761	513328	8657659
				406947	8696095					513357	8657722
				407009	8696068					513395	8657683
				407083	8696093					513429	8657640
				407080	8696088					513472	8657660
				407207	8696143					513589	8657702
				407215	8695313					513604	8657709
				407321	8695174					513729	8657659
				407773	8695058					513816	8657682
8	RMa-MHH-A06	398866	8697232	407751	8694937	24	BA-PHA-A03	513744	8657665	513907	8657591
				408077	8694401					513863	8657594
				407847	8694945					513902	8657776
				407778	8695017					513885	8657768
				407505	8695082					513856	8657823
9	RMa-MHH-A07	399928	8698137	398835	8697301	25	RP-SCT-A01	447062	8626243	446973	8626287



				398776	8697388				446929	8626285	
				398797	8697431				446955	8626320	
				398831	8697199				446875	8626317	
				398664	8697211				446847	8626305	
				398587	8697206				447275	8626416	
				398866	8697149				446996	8626313	
				398865	8697153				446859	8626189	
				398872	8697111				447163	8626277	
				398963	8697106				447174	8626196	
				398999	8697012				447688	8626672	
				400038	8698112				447676	8626554	
				400062	8698091				447722	8626490	
				399908	8698117				447755	8626733	
				399941	8698214				447781	8626710	
				399987	8698205	26	RP-SCT-A02	447559	8626768	447560	8626749
10	RMa-MHH-A08	400861	8697608	399975	8698199				447834	8626788	
				400015	8697967				447863	8626780	
				400027	8697961				447842	8626807	
				399991	8697956				447488	8626839	
				400030	8697840				459877	8632409	
				400368	8698068				459882	8632298	
				400906	8697848				459971	8632268	
				400853	8697728				459997	8632253	
				400778	8697788	27	RP-EHQ-A01	459910	8632393	460010	8632239
				400754	8697868				459921	8632188	
				400965	8697591				456007	8632093	
11	RMa-MHH-A09	403045	8698816	400996	8697517				460348	8631803	
				400932	8697439				460324	8631772	
				400855	8697397				460563	8631685	
				400827	8697425				459488	8632946	
				400840	8697516				459410	8633116	
				400857	8697593				459361	8633159	
				434671	8720400				459345	8633177	
				434726	8720334	28	RP-EHQ-A02	459490	8632845	459400	8633229
				434734	8720321				459450	8633216	
				434767	8720329				459470	8633213	
				434785	8720265				459540	8633041	
12	RM-RP-A05	431578	8719170	434885	8720265				459556	5632885	
				434885	8720265				459585	8632783	
				434452	8720343				460839	8633904	
				434422	8720310	29	RP-EHQ-A03	461159	8633314	460780	8633632
				434467	8720302				460787	8633638	
13	RM-EPa-A01	434535	8720378	431546	8714060				460802	8633597	

				431505	8718993				460951	8633451	
				431503	8718947				460973	8633327	
				431595	8719058				460727	8633154	
				431577	8719137				460533	8633107	
				431440	8719206				460428	8633060	
				431410	8719059				460383	8633023	
				431406	8719059				427117	8631639	
				431393	8719063				427162	8631629	
				431702	8719100				427143	8631505	
				430688	8718342				427104	8631529	
				430671	8718391	30	RP-EMA-A01	426900	8631722	426878	8631746
				430655	8718447				426669	8631529	
				430750	8718485				426792	8631428	
				430737	8718470				426823	8631394	
14	RM-RP-A06	430602	8718321	430749	8718458				427061	8632162	
				430726	8718425				427147	8632366	
				430450	8718215				465130	8627944	
				430607	8718218				465251	8627951	
				430605	8718149				465332	8627944	
				449102	8760460	31	RP-CNBP-A01	465091	8628052	465490	8627933
15	LR-CI-A05	449058	8760459	449108	8760381				465644	8627760	
				449143	8760333				465477	8627572	
				507210	8659747				465405	8627407	
				507224	8659749				465455	8627370	
				507240	8659787				465157	8627157	
				507329	8659827				465065	8627144	
16	VC-MTC-A01	507126	8659803	507326	8659757	32	RP-CNBP-A02	465368	8627331	465000	8627147
				507378	8659740				464880	8627131	
				507027	8659757				464810	8627126	
				507014	8659772	33	RH-DCV-A01	522808	8600695	----	-----
				506895	8659640	34	RH-DCV-A02	523294	8600282	----	-----
				506843	8659763				433066	8567687	
				506698	8659459				433124	8567680	
				506688	8659324	35	RM-RNT-A02	433116	8567667	433168	8567699
				506620	8659333				433347	8567491	
				506780	8659488				433259	8667458	
17	VC-MTC-A03	506668	8659398	506826	8659489				433286	8667475	
				506872	8659423						
				506950	8659527						
				506967	8659557						
				506981	8659595						
18	VC-MTC-A04	507010	8659626	507060	8659688						
				506970	8659688						

506949	8659620
506889	8659670
506289	8659759
506251	8659773
506247	8659797
506173	8659738
506219	8659695
506100	8659757

**RESOLUCIÓN DE DECANATURA N° 034-2015-UNAMAD-DFI**

Puerto Maldonado, 10 de Abril de 2015

**VISTO:**

El Expediente N° 616 de fecha 10 de abril del 2015, Informe N° 001-2015-UNAMAD-GAA/ERRS, de fecha 09 de abril del 2015, el Estatuto de la UNAMAD, la Ley Universitaria N° 30220, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, fue creada mediante Ley N° 27297, de fecha 05 de julio del año 2000 y mediante Resolución N° 626-2009-CONAFU, se otorga la Autorización definitiva para su funcionamiento.

Que, el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, aprobado mediante Resolución N° 038 - 2012 -UNAMAD - COyG, de fecha 27 de Enero del 2012, establece la finalidad, criterios y regula el procedimiento para conferir Grados Académicos y Títulos profesionales en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Que, de acuerdo a lo establecido por el Artículo 101° del Estatuto de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, precisa que "Para optar el Título Profesional se requiere: a. Poseer el Grado Académico de Bachiller. b. Cumplir con los demás requisitos que establece la Ley y el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad. Haber cumplido con una de las siguientes modalidades de acuerdo a Ley y el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, como lo estipula el artículo 26° bajo la Modalidad A: Elaboración, sustentación, defensa y aprobación de un trabajo de investigación (Tesis), conforme al artículo 22° de la Ley Universitaria N° 30220, sus modificatorias y ampliatorias.

Que mediante RESOLUCIÓN DE DECANATURA N° 137-2014-UNAMAD-DFI, de fecha 20 de junio del 2014, se resuelve en su **ARTÍCULO PRIMERO; APROBAR**, el Proyecto de Investigación de Tesis intitulado "**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVIDAD DE ARBOLES PLUS DE CASTAÑA (BERTHOLLETIA EXCELSA H.B.K.) EN LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS**", presentado por el Bachiller **Elisban Choque Condori**, para optar al Título Profesional de **Ingeniero Forestal y Medio Ambiente**, para su ejecución respectiva y de acuerdo al Artículo 32° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNAMAD.

Que mediante RESOLUCIÓN DE DECANATURA N° 018-2015-UNAMAD-DFI, de fecha 24 de marzo del 2015, indica en su **ARTÍCULO PRIMERO; CONFORMAR**, el Jurado Calificador para la revisión y aprobación del Borrador de Tesis intitulado "**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVIDAD DE ARBOLES PLUS DE CASTAÑA (BERTHOLLETIA EXCELSA H.B.K.) EN LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS**", presentado por el Bachiller **Elisban Choque Condori**, el mismo que estará integrado por los siguientes docentes: Mtr. Emer Ronald Rosales Solórzano (Presidente), Ing. Mauro Vela Da-Fonseca (Secretario), Ing. Mishari Rolando García Roca (Vocal) y M.Sc. Telésforo Vásquez Zavaleta (Accesitario).

Que mediante Informe N° 001-2015-UNAMAD-OGAA/ERRS, de fecha 09 de abril del 2015, los Miembros del Jurado calificador, dan su conformidad a la naturaleza del trabajo de investigación, han emitido opinión favorable al Informe Final de Tesis "**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVIDAD DE ARBOLES PLUS DE CASTAÑA (BERTHOLLETIA EXCELSA H.B.K.) EN LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS**" presentado por el Bachiller **Elisban Choque Condori**.



**RESOLUCIÓN DE DECANATURA N° 034-2015-UNAMAD-DFI**

Puerto Maldonado, 10 de Abril de 2015

Estando dentro de las atribuciones conferidas a la Decana, por la Ley Universitaria N° 30220; el Estatuto de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios y en uso de las atribuciones conferidas mediante Resolución N° 037-2013-UNAMAD-C.I.-CU de fecha 12 de junio del 2013.

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO: CONFORMAR**, el Jurado Calificador para la revisión y aprobación del Borrador de Tesis intitulado "CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVIDAD DE ARBOLES PLUS DE CASTAÑA (*BERTHOLLETIA EXCELSA* H.B.K.) EN LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS", presentado por el Bachiller Elisban Choque Condori, el mismo que estará integrado por los siguientes docentes:

- |                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| • Mtr. Emer Ronald Rosales Solórzano | Presidente  |
| • Ing. Mauro Vela Da-Fonseca         | Secretario  |
| • Ing. Mishari Rolando García Roca   | Vocal       |
| • M.Sc. Telésforo Vásquez Zavaleta   | Accesitario |

**ARTÍCULO SEGUNDO: ESTABLECER FECHA**, para el "Acto de Sustentación" de la Tesis antes mencionada, el viernes 17 de abril del 2015 a las 5:00 horas, en el anfiteatro 01 de la UNAMAD.

**ARTICULO TERCERO: NOTIFICAR**, la presente resolución al interesado, Miembros del Jurado de Tesis y al asesor M.Sc. Gabriel Alarcón Aguirre y Co asesor M.Sc. Ronald Corvera Gomeringer, del Borrador de la Tesis respectivamente, para dar cumplimiento, conformidad y viabilidad de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la UNAMAD, y remita el informe de aprobación o recomendación a la Decanatura de la Facultad de Ingeniería, para los tramites y fines pertinentes.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE**



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MDD  
FACULTAD DE INGENIERIA

Dra. María Isabel Choque Pariona  
DECANA



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MDD  
FACULTAD DE INGENIERIA

M.Sc. Elton Miranda Castillo  
SECRETARIO ACADÉMICO (e)

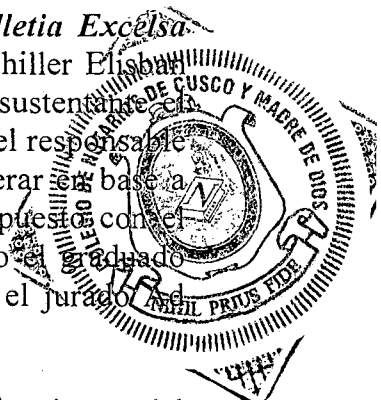
ACTA DE SUSTENTACION PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

En la ciudad de Puerto Maldonado, siendo las 17.00 horas del día 17 de Abril del año dos mil quince, en las instalaciones del anfiteatro N° 01 de la ciudad universitaria de la UNAMAD, dando cumplimiento de la Resolucion N° 018-2015-UNAMAD-DFI, se reunieron los miembros del jurado de Integrado de los siguientes docentes:


**Mtg. Emer Ronald Rosales Solórzano**  
**Ing. Mauro Vela Da-Fonseca**  
**Ing. Mishari Rolando Garcia Roca**  
**MSc. Telesforo Vásquez Zavaleta**

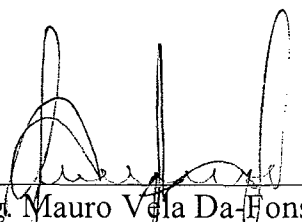
DOY FE Que esta Potestad es igual al documento original que tuve a la vista  
PTO MALDONADO MADRE DE DIOS  
12 NOV 2015  
GAVIN A. RIOS PICKMANN  
ABOGADO NOTARIO DE TAMBOPATA  
INS. N° 16 CNCMD

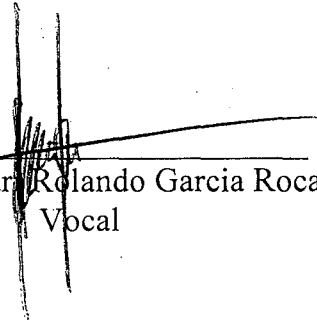
Con la finalidad de evaluar el Trabajo de Investigación titulado *"Caracterización Morfológica y Productividad de Arboles Plus de Castaña (Bertholletia Excelsa Bonpl) en la región de Madre de Dios-Perú"* presentado por el Bachiller Elisban Choque Condori. Seguido de la exposición de trabajo por parte del sustentante, el jurado procede al cuestionamiento del trabajo y el sustento por parte del responsable del trabajo de investigación. Acto seguido, el jurado procede a deliberar en base a discusión de forma reservada y libremente, declarando el trabajo expuesto con el calificativo como *... y una nota de 1.6.* previo a esto el jurado deberá realizar el levantamiento a las observaciones entregadas por el jurado ad hoc.

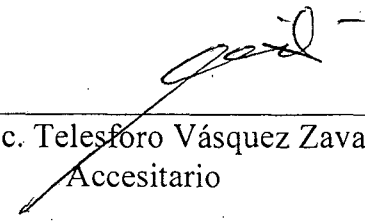


En fe de lo cual firmamos la presente acta, siendo las 19.00 horas con 00 minutos del día diecisiete de abril del 2015, se dio por culminada el presente acto de sustentación.

  
\_\_\_\_\_  
Mtr. Emer Ronald Rosales Solórzano  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Mauro Vela Da-Fonseca  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Mishari Rolando Garcia Roca  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Ing. M.Sc. Telesforo Vásquez Zavaleta  
Accesitario



## INFORME DE CONFORMIDAD DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

Puerto Maldonado, 23 de Octubre de 2015

Mediante el presente, los Docentes:

- Mtr. Emer Ronald Rosales Solórzano
- Ing. Mauro Vela Da-Fonseca
- Ing. Mishari Rolando Garcia Roca
- Msc. Telésforo Vásquez Zavaleta

Miembros del Jurado Calificador de la Tesis intitulada:

“Caracterización Morfológica y Productividad de Arboles Plus de Castaña (*Bertholletia excelsa* Bonpl en la región de Madre de Dios-Perú” sustentado el Bachiller **Elisban Choque Condori**, el 17 de abril de 2015 en la Universidad de la UNAMAD, emitimos el presente **INFORME DE CONFORMIDAD DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES**, con el cual el Señor (ita) Tesista ha cumplido con realizar las modificaciones a las observaciones realizadas durante la sustentación de la Tesis.

Es todo cuanto informamos a Usted Señor Decano, los fines correspondientes.

Es todo cuanto informamos a Usted Señor Decano,

Atentamente;

Mtr. Emer Ronald Rosales Solórzano  
Presidente

Ing. Mauro Vela Da-Fonseca  
Secretario

Ing. Mishari Rolando Garcia Roca  
Vocal

Msc. Telésforo Vásquez Zavaleta  
Accesitario

DOY FE Que esta Fotocopia es igual al documento original que tuve a la vista  
PTO MALDONADO MADRE DE DIOS

12 NOV 2015



GAVIN A. RIOS PICKMANN  
ABOGADO NOTARIO DE TAMBOPATA  
INS. N° 15 CNCMD

