

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



Título: “CARACTERIZACIÓN DASO-FENOTÍPICA Y PRODUCTIVA DE ARBOLES PLUS DE *BERTHOLLETIA EXCELSA* H.B.K (CASTAÑA), PRESENTES EN UN RANGO DIAMÉTRICO RESTRINGIDO PROVENIENTES DE UNA CONCESIÓN CASTAÑERA DEL SECTOR DE VARSOVIA, DISTRITO DE LAS PIEDRAS TAMBOPATA- MADRE DE DIOS”

Tesis presentada por:

Bachiller: RAMIREZ BALAREZO,
Daniel Jhasmany

Bachiller: PORTOCARRERO
CACHIQUE, Paul Erik

Para optar al título profesional de:
Ingeniero Forestal y Medio Ambiente

Asesor: Dr. ALARCÓN AGUIRRE,
Gabriel

Co-Asesor: Blgo. Mtro. CORREA
NÚÑEZ, Germán Heber

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



Título: “CARACTERIZACIÓN DASO-FENOTÍPICA Y PRODUCTIVA DE ARBOLES PLUS DE *BERTHOLLETIA EXCELSA* H.B.K (CASTAÑA), PRESENTES EN UN RANGO DIAMÉTRICO RESTRINGIDO PROVENIENTES DE UNA CONCESIÓN CASTAÑERA DEL SECTOR DE VARSOVIA, DISTRITO DE LAS PIEDRAS TAMBOPATA- MADRE DE DIOS”

Tesis presentada por:

Bachiller: RAMIREZ BALAREZO,
Daniel Jhasmany

Bachiller: PORTOCARRERO
CACHIQUE, Paul Erik

Para optar al título profesional de:
Ingeniero Forestal y Medio Ambiente

Asesor: Dr. ALARCÓN AGUIRRE,
Gabriel

Co-Asesor: Blgo. Mtro. CORREA
NÚÑEZ, Germán Heber

Puerto Maldonado, 2018

DEDICATORIA

A nuestros padres por ser el pilar fundamental en todo lo que somos, en toda nuestra educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Así como también a nuestros familiares por haber mantenido su fe en nosotros a través del tiempo, la cual fue reflejada en todo momento al estar siempre atentos a nuestras necesidades y requerimientos que nos permitieron lograr cada día dar un paso más en nuestro desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTOS

- *A los Docentes de la Facultad de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, por haber compartido sus conocimientos y experiencias durante nuestra formación personal y profesional.*
- *A nuestros asesores Ing. MSc. Gabriel Alarcón Aguirre y Blgo. German Correa Núñez por la asesoría y sugerencias durante la elaboración y ejecución del proyecto de tesis.*
- *A don Paulino Quispe Ramírez, por habernos permitido realizar la tesis en su concesión, así como a su hijo Domingo Quispe Pinedo por el apoyo logístico y motivacional brindado durante la ejecución en campo para el desarrollo de la tesis.*
- *A Josep Quispe y el personal de trabajo de la concesión que nos brindó apoyo durante la ejecución en campo para el desarrollo de la tesis.*
- *A nuestros amigos que a través de su amistad permitieron un mutuo avance en nuestro desarrollo profesional, por medio de sus consejos y tiempo brindado, que hoy en día son parte responsable de llegar a una meta más como profesionales.*

RESUMEN

Este estudio caracterizó la dasometría, fenotipo y productividad de árboles plus de *Bertholletia excelsa* “castaña”, presentes en una concesión castañera ubicada en la Comunidad de Varsovia, distrito de Las Piedras, región de Madre de Dios. Con el propósito de demostrar si existen variables fenotípicas y/o dasométricas que determinan o limitan la productividad de esta especie, además de encontrar genotipos productivos, sanos y bien formados, que procuren garantizar una permanencia longeva como donadores de semilla.

Para cumplir con lo planteado, de enero a marzo de 2016, se juntó, contabilizó y se chanco los cocos de 101 árboles tentativamente productivos, de los cuales solo 55 produjeron ≥ 100 kg de masa fresca de almendra (MFA), y tuvieron copas circulares o elípticas, además de tener de 100-200 cm de dap. Estos fueron caracterizados en base a **variables productivas** (RP: Resistencia del pericarpio, (IB): Índice de barrica), **dasométricas** (Dap: diámetro a la altura del pecho, DC: diámetro de copa), y **fenotípicas** (PLB: presencia de lianas y/o bejucos, RF: rectitud de fuste y FF: fitosanidad del fuste). Luego se seleccionó árboles superiores en base a criterios productivos (IB y RP), y fenotípicos (RF, FF y PLB), obteniendo 10 árboles superiores, que nos reflejan que la dasometría y el fenotipo de un árbol no limitan su productividad, y que esta podría ser una atribución genética, a pesar de compartir un mismo ecosistema con los otros individuos, estos fueron más productivos, sanos y bien formados, características que garantizan el propósito de este estudio.

Palabras clave: Árbol plus, *Bertholletia excelsa*, productividad, fenotipo.

ABSTRACT

This study characterized the dasométria, phenotype and productivity of trees plus *Bertholletia excelsa* "chestnut", present in a chestnut concession located in the Community of Warsaw, district of Las Piedras in the region of Madre de Dios. In order to demonstrate if there are phenotypic and / or dasometric variables that determine or limit the productivity of this species, in addition to finding productive, healthy and well-formed genotypes that seek to guarantee a long-term permanence as seed donors.

To comply with the proposal, from January to March 2016, the coconuts of 101 trees were gathered, counted and crushed, of which only 55 produced ≥ 100 kg of fresh almond mass (MFA), and had circular or elliptical cups, in addition to having 100-200 cm of dap. These were characterized based on productive variables (RP: Pericarp resistance, (IB): Barrel index), dasometric (Dap: diameter at chest height, DC: cup diameter), and phenotypic (PLB: presence of lianas and / or vines, RF: straightness of stem and FF: phytosanity of the stem). Then superior trees were selected based on productive criteria (IB and RP), and phenotypic (RF, FF and PLB), obtaining 10 higher trees, which reflect that the tree's diameter and phenotype do not limit its productivity, and that This could be a genetic attribution, since despite sharing the same ecosystem with the other individuals, they were more productive, healthy and well-trained, characteristics that guarantee the purpose of this study.

Key words: Tree plus, *Bertholletia excelsa*, productivity, phenotype.

INTRODUCCIÓN

La *Bertholletia excelsa* es el producto forestal no maderero más importante de la región de Madre de Dios, ya que es el único sector geográfico del Perú, donde la densidad de árboles permite su aprovechamiento en grandes volúmenes para su exportación. Sin embargo, la sostenibilidad de la actividad se ve fuertemente amenazada por diferentes actividades antropogénicas. A esto se le suma los resultados de Rockwell et al. (2017) quien reporta que la regeneración natural de la castaña en madre de Dios es relativamente escasa, y que pese a la información existente acerca del manejo y domesticación de la especie, publicada por Corvera-Gomringer, Torres, Suri-Palomino, Auca, y Canal (2010), aun no existen registros de volúmenes comerciales provenientes de plantaciones comerciales.

Para empoderar esta realidad, es necesario incentivar actividades que promuevan la reforestación y enriquecimiento de esta especie en áreas deforestadas y en bosques donde se encuentra distribuido de manera natural, para así, en un futuro, obtener mayores volúmenes de producción, y por ende mayores ingresos y mejora de la calidad de vida de las personas inmersas en esta actividad.

Por estas razones es necesario identificar y caracterizar árboles plus de castaña, de manera productiva, dasométrica y fenotípica. Pretendiendo demostrar si existen variables fenotípicas y/o dasométricas de un árbol plus de *B. excelsa* que determinan o limitan su productividad, además de encontrar genotipos productivos, sanos y bien formados, para procurar obtener individuos que garanticen una permanencia longeva en el tiempo como donadores de semilla.

Debido a esto el presente estudio tiene como objetivo principal caracterizar de manera productiva, dasométrica y fenotípica, los árboles plus de *B. excelsa*, presentes en una concesión castañera del sector de Varsovia, distrito de Las Piedras, provincia de Tambopata, región de Madre de Dios. Toda esta información permitió seleccionar genotipos que podrían ser aptos para una producción eficiente de plántulas, con propósitos de reforestación, enriquecimiento y/o mejoramiento genético de la especie.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Variables.....	3
1.6 Hipótesis	5
1.7 Justificación	5
1.7.1 Social	5
1.7.2 Económica	6
1.7.3 Ambiental	6
1.7.4 Investigación	7
1.8 Consideraciones éticas.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes de estudio	8
2.1.1 Antecedentes internacionales	8
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	9
2.1.3 Antecedentes regionales.....	10
2.2 Marco teórico	11
2.2.1 Descripción de la especie	11
2.2.2 Volúmenes de exportación al mundo	13
2.2.3 La actividad castañera en Madre de Dios	13
2.3 Definición de términos	14
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.1 Tipo de estudio	15
3.2 Diseño del estudio	15
3.3 Población y muestra	15
3.4 Métodos y Técnicas	16
3.4.1 Materiales, Equipos y Herramientas.....	16

3.4.2	Materiales, Equipos y Herramientas	19
3.4.3	Requisitos previos de Evaluación.....	20
3.4.4	Caracterización dasométrica, fenotípica y productiva	20
3.4.5	Selección de árboles	23
3.5	Tratamiento de los datos	26
CAPITULO IV: RESULTADOS		27
4.1	Distribución diamétrica poblacional e Identificación de los árboles plus en la concesión castañera.....	27
4.2	Caracterización daso-fenotípica, productiva de los árboles plus de <i>B. excelsa</i>	28
4.2.1	Producción de almendras de los árboles plus identificados	29
4.2.2	Producción de almendras Vs número de cocos	30
4.2.3	Producción de almendras Vs índice de barrica	33
4.2.4	Resistencia del pericarpio	34
4.2.5	Producción de almendras Vs Dap	36
4.2.6	Producción de almendras Vs Diámetro de copa	38
4.2.7	Rectitud del fuste.....	40
4.2.8	Infestación de lianas y/o bejucos.....	41
4.2.9	Fitosanidad del fuste	42
CONCLUSIONES		46
RECOMENDACIONES.....		48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		49
ANEXOS		55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Detalle del porte del árbol (izquierda)	12
Figura 2: Mapa de ubicación de la concesión castañera	18
Figura 3: Infestación de lianas y/o bejucos	21
Figura 4: Distribución diamétrica de la población de árboles (N = 1069) de castaña presentes en la concesión castañera.....	27
Figura 5: Producción de almendras (kg) de los arboles identificados	29
Figura 6: Producción de almendras (kg) y numero de cocos de los arboles identificados.....	31
Figura 7: Producción de almendras (kg) e índice de barrica de los arboles identificados.....	33
Figura 8: Resistencia del pericarpio de los arboles plus identificados.	36
Figura 9: Producción de almendras (kg) y dap (cm) de los arboles identificados.....	36
Figura 10: Relación DC y la masa fresca de las almendras.....	38
Figura 11: Rectitud del fuste de los árboles plus identificados.....	40
Figura 12: Infestación de los árboles plus identificados	41
Figura 13: Fitosanidad del fuste de los árboles plus identificados	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables e indicadores del estudio.....	4
Tabla 2: Exportaciones totales de castaña 2008-2012 (Kg).....	13
Tabla 3: Áreas de extracción de B. excelsa en Madre de Dios.....	13
Tabla 4: Coordenadas UTM (Zona 19, WGS 84), de los vértices (V) de la concesión.....	16
Tabla 5: Caracterización del Fuste respecto a su rectitud	22
Tabla 6: Criterio de evaluación para el índice de barrica	22
Tabla 7: Categorías de resistencia del pericarpio	23
Tabla 8: Parámetros de evaluación para la selección de los árboles plus	24
Tabla 9: Características de los arboles plus seleccionados.....	25
Tabla 10: Árboles seleccionados en base a criterios fenotípicos y productivos.	44

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

El aprovechamiento de la *Bertholletia excelsa* “castaña”, además de ser una actividad rentable en la región, conlleva a una responsabilidad ecológica, ya que esta actividad permite la conservación del bosque en pie. Sin embargo Correa y Quiñones (2012); Peres et al. (2003) y Rockwell et al. (2017), reportan una escases de individuos juveniles que reemplazarían a los longevos fustales sobremaduros, lo que provocaría con el tiempo una disminución de la población. Asimismo según Tuck Hugaasen, Hugaasen, Peres, Gribel, Wegge (2012) reportan que esta este problema es consecuencia de la misma actividad, ya que la cosecha intensiva de la almendra de *B. excelsa*, ocasiona una reducida disponibilidad de semilla para los dispersores, los cuales al ver poca abundancia del recurso estacionario sucumben a una predación pre-dispersión, afectando de esta manera la regeneración natural de la *B. excelsa*, y por ende su producción a través del tiempo, impidiendo así la sostenibilidad de esta actividad.

Otros factores antropogénicos también forman parte de la disminución de la población de la castaña en la región, ya que según Cornejo (2003) reporta que hasta el año 1987 se destruyó entre Puerto Maldonado a Quincemil, 20,000 árboles y hacia Iberia 40,000 árboles, situación que continua hasta la fecha, debido a la conversión de boques, para realizar actividades agropecuarias, aparentemente rentables, sin embargo no sostenibles.

Del mismo modo Duchelle, Cronkleton, Kainer, Guanacoma, Gezan (2011), menciona que en los últimos 10 años, el desarrollo de megaproyectos como el asfaltado del Corredor Vial Interoceánico Sur (CVIS), la construcción del Puente Continental, y el alza en el precio del oro, han determinado que se incremente la migración, principalmente andina, lo que ha repercutido en el desarrollo desordenado de la minería aurífera aluvial (informal e ilegal) y ocupación desordenada del territorio, pasando por la deforestación y cambio de uso de la tierra no solamente para la actividad minera en sí misma, sino también para el desarrollo de la actividad ganadera y agrícola en bosques anteriormente ricos en árboles de *B. excelsa* buscando mayor rentabilidad en tales actividades.

Ante estas evidentes realidades, es necesario incentivar actividades que ayuden a mitigar estos efectos, con el propósito de salvaguardar la población de esta especie, ya sea dentro de sus áreas de distribución natural o fuera de estas, en pro de mantener la sostenibilidad de esta actividad. Por estas razones es que es necesario identificar genotipos productivos, sanos y bien formados, para tener donadores de germoplasma que permitan una producción eficiente y permanente de plántulas a través del tiempo.

1.2 Formulación del problema

Problema general

¿Los árboles plus de *B. excelsa*, provenientes de una concesión castañera del sector de Varsovia, distrito de Las Piedras, región de Madre de Dios, tendrán buena productividad, atributos fenotípicos deseables y un patrón diamétrico de producción?

Problemas específicos

- ¿Los árboles plus de *B. excelsa* tendrán buen índice de barrica y resistencia del pericarpio?
- ¿La presencia de lianas y/o bejucos en fuste y copa, forma de fuste y fitosanidad del fuste determinarán la producción de un árbol plus de *B. excelsa*?

- ¿El tamaño del diámetro a la altura del pecho y/o diámetro de copa serán directamente proporcional a la producción de los arboles plus de *B. excelsa*?
- ¿Existirán arboles plus que tengan buena productividad y excelentes atributos fenotípicos?

1.3 Objetivos

Objetivo general

Caracterizar la productividad, dasométrie y fenotipo de los árboles plus de *B. excelsa* presentes en un rango diamétrico restringido, provenientes de una concesión castañera del sector de Varsovia, distrito de Las Piedras, región de Madre de Dios.

Objetivos específicos

- Evaluar la productividad de árboles plus de *B. excelsa* en base a la masa fresca de las almendras, índice de barrica y resistencia del pericarpio.
- Evaluar la dasométrie de árboles plus de *B. excelsa* en base al DAP y diámetro de copa.
- Evaluar el fenotipo de árboles plus de *B. excelsa* en base a la presencia de lianas y/o bejucos en fuste y copa, rectitud del fuste y fitosanidad del fuste.
- Seleccionar arboles plus de *B. excelsa* que tengan superioridad productiva, y mejores atributos fenotípico.

1.4 Variables

Debido a que en esta investigación no existió manipulación de las variables de estudio, ni una relación de causa y efecto, por ende no existe una relación de dependencia entre estas. Las variables son 3:

- Productividad de árboles plus de *B. excelsa*
- Fenotipo de árboles plus de *B. excelsa*
- Dasométrie de árboles plus

1.5 Operacionalización de variables

Tabla 1: Variables e indicadores del estudio

N°	Dimensión	Indicador	Definición operacional	Criterios
1	Dasometría	Diámetro a la altura del pecho (DAP)	Medida de la circunferencia del árbol a una altura de 1.30 m de la base entre π (PI).	cm
2		Diámetro de copa (DC)	Promedio de 2 mediciones hechas en cruz de la proyección de copa en el suelo.	m
3	Características fenotípicas	Presencia de lianas y/o bejucos (PLB)	Grado de infestación de lianas y/o bejucos en el individuo	Ausencia, presencia solo en el fuste, presencia leve en el fuste y copa, presencia exagerada en fuste y copa
4		Rectitud del fuste (RF)	Nivel de rectitud	Recto, inclinado hasta 10° , inclinación $>10^\circ$
5		Fitosanidad del fuste (FF)	Referido a la presencia de insectos o nido de estos, huecos y chancros.	Ausencia, presencia.
6	Productividad	Masa fresca de las almendras (MFA)	Masa de almendras frescas producidas por cada árbol plus.	kg
7		Índice de barrica (IC)	Cantidad de cocos necesarios para producir una barrica (70kg) de almendra fresca con tegumento.	n
8		Resistencia del pericarpio (RP)	Resistencia que posee el pericarpio ante el chancado	Muy suave, suave, normal y duro

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.6 Hipótesis

H₀: Existirá al menos un árbol plus de *B. excelsa*, provenientes de una concesión castañera del sector de Varsovia, distrito de Las Piedras, región de Madre de Dios, que tenga a su vez superioridad productiva, atributos fenotípicos deseables y una superioridad diamétrica.

H₁: Los arboles plus de *B. excelsa*, provenientes de una concesión castañera del sector de Varsovia, distrito de Las Piedras, región de Madre de Dios, no tendrán a su vez superioridad productiva, atributos fenotípicos deseables y una superioridad diamétrica.

1.7 Justificación

1.7.1 Social

La región de Madre de Dios, que es parte de la Amazonía sur-oriental del Perú, es el único sector geográfico, donde la densidad de árboles de *B. excelsa*, permite su aprovechamiento en grandes volúmenes para su exportación, producidos por gran parte de la población rural, haciendo así de la actividad castañera una de las principales actividades económicas en la región, la cual beneficia a un gran número de familias, beneficiando de forma directa a 1168 familias (presentes en 1 014 598, 70 ha) de concesionarios castañeros (DICFFS-DGFFS 2012; citado de CESVI-DIRCETUR 2014), cifra que se incrementaría drásticamente si es que consideramos a otras áreas donde se encuentra presente la *B. excelsa*, pero destinados a otros usos como, las comunidades nativas, concesiones madereras, concesiones shiringueras, áreas de concesiones con fines de forestación y reforestación, predios agrícolas con bosque en pie, etc., por esta razón es que el presente estudio se pretende realizar con el fin de contribuir a un mejor manejo de esta actividad, para la mejora de la calidad de vida de este grupo de personas.

1.7.2 Económica

Debido a que en la región, en los últimos años el precio de este producto ha ido en aumento, sobrepasando así los S/.100 (cien nuevos soles) por barrica (1barrica=6latas≈72kg), y por encima de los S/.10/kg en almendra sin cascara, es que la actividad se vio más atractiva al incrementar su rentabilidad (CESVI-DIRCETUR 2014), sin embargo el aumento de la rentabilidad de esta actividad se ve frenada por diferentes factores inherentes a la naturaleza de esta actividad, y factores antropogénicos como la conversión de uso de suelos a otras actividades, por esta razón es que el presente estudio, pretende a través de sus resultados, proponer prácticas, que conduzcan hacia una mejor gestión de esta actividad, lo que produciría el incremento de los volúmenes de producción y por ende mayores ingresos a las personas inmersas a esta actividad.

1.7.3 Ambiental

se sabe que por versión de los castañeros, cada año van muriendo árboles maduros de castaña, que en el peor de los casos, resultan ser los denominados árboles barriqueros, ya sea por el viento, rayos, senectud, falta de prácticas silviculturales como la corta de lianas o por agentes patógenos, y que debido a la escasa ocurrencia de individuos juveniles, que reemplazarían en un futuro a estos longevos fustales maduros, esto provocaría de manera inmediata la disminución de las densidades de las poblaciones naturales de la misma, con un efecto tal vez no significativo si es comparado año a año por parte de los concesionarios, al no sentir una disminución considerable en sus ingresos.

Si sumamos a esto la muerte de muchos árboles en áreas que experimentaron una conversión de uso de suelo, con el pasar del tiempo la especie estaría tendiendo a su extinción, o al menos la actual actividad castañera, que es considerada la más rentable entre las actividades extractivitas entre los PFNMs, correría el riesgo de no seguir siendo ejercida, debido a la merma considerable del volumen de producción que ofertarían en un futuro las concesiones castañeras, además de ser reemplazada por otras actividades

que no permiten el manejo de la conservación del bosque en pie, incrementando así las áreas deforestadas. Por estas razones es que el presente estudio pretende ser parte de una de las acciones iniciales que permita la conservación *in situ* y *ex situ* de las *B.excelsa*, buscando promover el enriquecimiento de las áreas de concesiones castañeras, y a su vez reducir las áreas degradadas pero aptas para el cultivos de la misma, además de evitar a futuro el incremento de la deforestación que se esperaría si no se toman acciones como estas, que solo buscan la sostenibilidad de la actividad.

1.7.4 Investigación

Según Reategui et al. (2009), mencionan que existe poca diferenciación genética entre las poblaciones de castaña ubicadas en las diferentes localidades del departamento de Madre de Dios, sin embargo existe una mayor diferenciación genética dentro de estas localidades. En base a esto, al realizar el estudio dentro de una sola concesión de castaña, se estaría procurando seleccionar genotipos con una mayor variabilidad genética entre estos individuos, minimizando así posibles riesgos futuros de endogamia al momento de usar el germoplasma para una producción masiva de plantones.

1.8 Consideraciones éticas

Antes de realizar la investigación, se informó al apoderado del título habilitante, y a su personal, las acciones a ejecutarse durante la fase de campo en la concesión, y los fines de dicho trabajo, respetando así con interés por el estudio, la afirmación del apoderado, así como la voluntariedad de los colaboradores, los cuales tenían toda la libertad de negar su colaboración en cualquier etapa del proceso, ante posibles incomodidades o inconvenientes. Asimismo es de mencionar que pese a la distancia y la época lluviosa se pudo completar con la recolección de toda la información necesaria para responder a los objetivos de investigación, siendo testigos los colaboradores, y reflejándose en los resultados aquí presentados

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

2.1.1 Antecedentes internacionales

Costa, Tonini y Mendes (2017) al realizar un estudio entre la relación que existe entre los atributos del suelo y la producción de frutos de *B. excelsa*, determinaron que no existe diferencia entre los contenidos foliares de N, P, K, entre árboles de diferentes tipos de producción (alta, media, baja y muybaja), sin embargo el contenido de Ca, Mg y pH, era menor entre los arboles más productivos, asimismo constataron que los indicadores de acides (Al y AL + H), fueron mayores en los suelos de los arboles más productivos.

de Souza Neves, Guedes, y Rodrigues (2015) reportaron que existe mayor potencial productivo en un bosque primario (hasta 1034 cocos/árbol), que en un bosque secundario (hasta 500 cocos/árbol), y que la producción de cocos se encuentra ligeramente relacionada al tamaño de copa y la infestación de lianas y/o bejucos.

Kainer, Wadt, y Staudhammer (2014) reportaron que el corte de lianas en los árboles de *B. excelsa* reduce la competencia con árboles individuales, lo que permite copas anfitrionas maduras para recuperarse de tal forma que después de 9-10 años de corte de lianas, árboles tratados produjeron en promedio tres veces más frutas que los árboles no tratados.

Tonini y Pedrozo (2014) al analizar las variaciones anuales de producción de frutos y semillas de *B. excelsa* en tres localidades durante 7 años (2006-2012), determinaron que existen diferencias entre localidades y dentro de la misma

localidad, así mismo reportaron que el máximo número de cocos/árbol para ese estudio fue de 1 340 y el peso máximo de semillas/árbol fue de 173,8 kg. Licona Vasquez et al. (2010) al realizar un monitoreo a los árboles de *B. excelsa* determinaron que los árboles más productivos eran árboles que se encontraban entre 90-200 cm de dap. Por otro lado en cuanto a los atributos de copa, como el grado de iluminación y forma tuvieron una correlación positiva con la producción de frutos, mas no con la variable presencia de lianas en la copa.

Kainer, Wadt y Staudhammer (2007) al analizar la variación anual de la producción de frutos de *B. excelsa* a nivel individual y poblacional, y que factores explicarían estas variaciones centrándose en variables espaciales y temporales, dap, atributos de la copa, presencia de lianas, y atributos del suelo, determinaron que existe mayor variación de producción de frutos a nivel individual que a nivel poblacional , así mismo encontraron que los árboles productores se encontraban vagamente agrupados espacialmente, y que el dap solo explicaría el 50 % de la variación de la producción, encontrando mayor producción a aquellos individuos que se encuentran en el intervalo de 100-150 cm de dap, la variable copa si es altamente significativa, mientras que la carga de lianas no tiene una significancia directa; sin embargo, posee una significancia indirecta a través del tiempo al influir en la forma de copa. La capacidad de intercambio catiónico y de P también explicaron la variación de la producción de frutos.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

INIA (2014) reporta que tras trece años de investigación se puede decir que se ha logrado desarrollar una tecnología que introduce la *B. excelsa* endémica de Madre de Dios en otros territorios de la selva baja del país, ya que en la región de Ucayali a los 12 años de edad de plantación los castaños ya producían entre 40-60 frutos por árbol. Además alcanzaron en promedio 35 cm de dap y 15 m de altura, así mismo reportan que la producción de frutos

empezó a los 9 años de edad, variando mucho de individuo a individuo, habiéndose observado que este rendimiento se incrementa cada año.

2.1.3 Antecedentes regionales

Choque Condori (2015) al evaluar la producción de 170 árboles de *B. excelsa*, que se encontraron distribuidos en 9 sectores del departamento de Madre de Dios, encontró un total de 35 árboles plus, o árboles que superaban los 100 kg de producción de almendra con cascara, encontrándose así a Bajo Alegría como el sector más productivo por encontrarse la producción más alta, la cual es de aproximadamente en promedio de 169,2 kg con 6 individuos seleccionados.

Rockwell et al. (2015) al evaluar el efecto del aprovechamiento de madera sobre la producción de la *B. excelsa*, a través de las distancias e intensidades de los claros, con un total de 499 árboles muestreados y distribuidos en 5 concesiones. Se encontró que la distancia a claro de tala más cercana no influyó estadísticamente ni en la producción de frutos ni en el peso total de semillas de castaña por árbol cuando las intensidades de madereo no sobrepasaron los 1–2 árboles por hectárea.

IIAP (2014) reporta la identificación de 164 árboles plus de *B. excelsa* en 7 subcuencas de Madre de Dios, así mismo reporta el establecimiento de 2 hectáreas de jardín clonal de *B. excelsa*, con 7 clones establecidos y 32 clones en injertación.

Peña (2008) reportó que al evaluar los frutos de 50 árboles plus de *B. excelsa*, el peso de las semillas contenidas en los frutos, vario de 60-300 g. En cuanto al peso total de las semillas producidas por árbol, vario de 105-280 kg. Los 50 árboles, por lo general, eran sanos y vigorosos, con el fuste recto y la copa circular.

Trivedi, Cornejo y Watkinson (2004) al investigar el impacto causado por guacamayos (*Ara spp*) en la depredación de cocos de *B. excelsa* en una concesión castañera en Madre de Dios. A través de una muestra de 50 árboles contó el número de frutos afectados por guacamayos encontrados en el suelo.

Los resultados mostraron que alrededor del 10 % de la producción total del área de aprovechamiento ha sido eliminada por acción de los guacamayos.

Arcos (2006) al realizar un estudio acerca de la producción de *B. excelsa*, con el propósito de identificar árboles semilleros de *B. excelsa* dentro de siete concesiones castañeras, situados en el distrito de Las Piedras y Tambopata. Logro determinar 21 árboles de *B. excelsa*; el 47 % de los árboles evaluados se encuentran en suelos de textura franco arenoso (F°-Ar°), 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°-Arc°), igual que los anteriores, suelos permeables, poco profundos, topografía ligeramente plana y de color amarillo. 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.

Cornejo (2003), al evaluar la producción de *B. excelsa* durante 6 años en el sector de Oculito, observo que la producción se mantuvo en forma cíclica, es decir después de un año bueno siempre siguió un año malo, alcanzando promedios tan bajos, como 20 frutos/árbol en el año 2000 y 300 frutos/árbol en el 2001, sin embargo, en la misma zona y en 3 castañales con más de 1 000 árboles evaluados por 4 años consecutivos la máxima producción de un solo árbol fue de 1 540 frutos.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Descripción de la especie

La *B. excelsa* (Lecythidaceae) es un árbol nativo de la amazonia, emergente (ver figura 1), que suele alcanzar alturas entre los 40-50 m y 3 m o más de dap, y se distribuye en los bosques de tierra firme en la cuenca del Amazonas y las Guianas (Mori y Prance 1990).

La polinización de esta especie es entomófila (Cavalcante, Oliveira, Maués, y Freitas 2012), realizada por abejas de la familia APIDAE; *Bombus*, *Centris*, *Epicharis*, *Eulaema* y *Xylocopa*, las cuales son robustas y capaces de volar

grandes distancias (Santos y Absy 2010; Santos y Absy 2012) teniendo como principales polinizadores a *E. mocsaryi* y *X. frontalis* (Cavalcante et al. 2012). El patrón de fecundación es alógama (Cavalcante et al. 2012), florea entre los meses de noviembre y febrero (Santos y Absy, 2010) fructificando de enero-diciembre, madurando entre octubre-diciembre, y diseminando entre enero-abril, con mayor pico en febrero (Campos et al. 2013). La Zoocoria es el patrón de dispersión de los frutos de la *B. excelsa*, teniendo como principal dispersor al añuje “*Dasyprocta fuliginosa*” (Haugaasen et al. 2010).



Figura 1: Detalle del porte del árbol (izquierda), hojas, frutos e inflorescencias (derecha).

Fuente: Elaboración propia, 2018

Según Schöngart et al. (2015) este longevo árbol tiene un variado patrón de crecimiento, el cual depende de sus edades diamétricas y disponibilidad luz, encontrando así IMA_s entre 0,03-1,78 cm al año. Según Licon Vasquez et al. (2010) el proceso productivo se inicia cuando la especie supera un dap de 30cm. Sin embargo, en plantaciones se registró una precocidad de hasta 8 años cuando la planta era proveniente de semillas, y 3,5 años en caso de injerto (Corvera et al. 2010).

En Madre de Dios, Reategui et al. (2009), al estimar la diversidad genética poblacional de *B. excelsa* de 164 árboles, distribuidos en siete sectores castañeros (Río Piedras, Pampa Hermosa, lago Valencia, Manuripe, Muyumanu, Pariamarca y Pariamanu). Concluyeron que cada localidad presenta una amplia variabilidad genética con pocas diferencias entre ellas.

2.2.2 Volúmenes de exportación al mundo

Según los registros de los volúmenes de exportación de castaña con y sin cascara, entre el año 2008-2012 para el Perú este vario de 2 920 916 – 3 139 132 kg respectivamente, cifras que se encuentran por debajo de las exportaciones Brasileñas y Bolivianas (ver tabla 2).

Tabla 2: Exportaciones totales de castaña 2008-2012 (Kg)

	2008	2009	2010	2011	2012
Brasil	4 451 720	3 279 690	3 054 340	2 856 550	3 493 150
Perú	2 920 916	3 067 551	2 645 412	3 172 105	3 139 132
Bolivia	19 645 312	21 158 717	18 218 762	18 410 285	20 761 222

Fuente: INEI / SUNAT / TRADEMAP (Citados por CESVI-DIRCETUR 2014)

2.2.3 La actividad castañera en Madre de Dios

La actividad castañera es permitida mediante la aprobación de instrumentos de gestión como declaraciones de manejo (DEMA) o Planes de Manejo Forestal Intermedio (PMFI), sobre contratos de productos forestales diferentes a la madera “castaña”, que tienen una duración de 40 años y con carácter renovable (Ley forestal 29763), cuyas extensiones se encuentran distribuidos en las 3 provincias de la región, tal y como se presenta en la tabla 3.

Tabla 3: Áreas de extracción de *B. excelsa* en Madre de Dios.

Provincia	Concesionarios (C)	Hectáreas (ha)	Proporción (%)	Promedio (ha/C)
Tambopata	938	829 287,52	81,70	884,1
Tahuamanu	227	178 503,00	17,60	786,36
Manu	3	6 808,18	0,70	2 269,39
Total	1 168	1 014 598,70	100%	868,66

Fuente: DRFFS (Citado de (CESVI-DIRCETUR 2014)

El proceso productivo de la *B. excelsa* comprende de 4 fases, las cuales son:

- a) **Pre-aprovechamiento**, consiste, en la limpieza de estradas, mantenimiento de infraestructura, y otras prácticas silviculturales.
- b) **Aprovechamiento**, consiste en la recolección y juntado de cocos, que luego son chancados para obtener almendras que serán almacenadas en

sacos de 1 barrica de aproximadamente 70 kg, los cuales a su vez son almacenados en el almacén o payoles.

- c) **Transformación**, consiste en el secado, remojo de semillas y pelado de nueces, estas actividades se realizan bien en el área de acopio de cada concesión o en las empresas que compraron la almendra con cascara.
- d) **Comercialización**: comprende la selección y almacenamiento de semillas, y la venta del producto de acuerdo a la presentación, es decir si se vende en barrica o se vende como castaña pelada.

2.3 Definición de términos

Árbol plus: Individuo fenotípicamente superior pero que no se ha probado su valor genético. (Prüller *et al.* 2003).

Productividad: Relación entre cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener producción. (Casanova 2002).

Barrica: Unidad comercial que contiene seis latas (1 lata = 18 L) de almendra con cascara de *B. excelsa*, equivalente a 70 kg promedio. Puede variar, de acuerdo al tamaño y la humedad de la semilla. (ACCA 2010).

Coco: Es el fruto maduro de la *B. excelsa*, tipo pixidio incompleto, es esférico y ligeramente achatado, con cáscara dura y leñosa. Pesa entre 200 y 2000 g, con diámetro de 10 a 15 cm. (ACCA 2010).

Concesión de castaña: áreas otorgadas por el estado peruano a favor de personas que se dedican a la actividad castañera, con el fin de que realicen un aprovechamiento sostenible y comercialización del producto castaña "*B. excelsa*", como otros productos del bosque, ya sean maderables o no (ACCA 2010).

Mejoramiento genético forestal (MGF): Consiste en el desarrollo de poblaciones mejoradas o individuos mejorados genéticamente superiores, a partir de poblaciones base de especies forestales y su uso operacional como semillas, a partir de poblaciones de producción o clones mediante multiplicación agámica (Norverto, 2005).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de estudio

La investigación es descriptiva, donde se describe los aspectos productivos, dasométricos y fenotípicos

3.2 Diseño del estudio

El diseño de estudio corresponde al tipo no experimental-transeccional-descriptivo, ya que el propósito de este estudio es describir variables y analizar su influencia e interrelación en un momento dado, a través de la recolección de datos sobre cada variable y reportar los datos que se obtienen.

3.3 Población y muestra

Debido a que el presente estudio obedece a un patrón de muestreo no probabilístico-intencional, ya que la cantidad de casos a seleccionar está limitada a ciertas características (Otzen y Manterola, 2017), como en este caso, en que la evaluación estuvo limitada a individuos que producen ≥ 100 kg de almendras frescas con tegumento y que tiene copas circulares o elípticas, y que están presentes en un rango diamétrico de 100 a 200 cm de dap. La población se consideró a la cantidad total de árboles con esas características presentes en toda la concesión, llegando a seleccionar en un primer momento de forma tentativa a 101 árboles, y de forma definitiva en un segundo momento a 55 árboles, los cuales fueron considerados como la población, y debido a la posibilidad operacional sobre todos estos individuos, se consideró el tamaño de la muestra igual a la población.

3.4 Métodos y Técnicas

3.4.1 Materiales, Equipos y Herramientas

a. Aspectos generales:

Representante legal : Paulino Quispe Ramírez
 N° de contrato : 17-TAM/C-OPB-J-290-03
 Área (ha) : 1 442,61
 Perímetro (m) : 19 878,658

- b. **Ubicación del área de estudio:** El área se localiza en la Selva Sur Oriental del Perú en la Región de Madre de Dios, provincia de Tambopata, Distrito de Las Piedras, en el sector de Varsovia, y ubicada geográficamente entre los 12° 04' 20'' y 12° 08' 00'' de latitud Sur y entre los 69° 21' 40'' y 69° 19' 00'' de longitud Oeste. En la tabla 4 se muestran las coordenadas UTM del área.

Tabla 4: Coordenadas UTM (Zona 19, WGS 84), de los vértices (V) de la concesión.

V	Este	Norte	V	Este	Norte	V	Este	Norte
V1	465603	8662025	V17	462050	8660900	V33	463358	8664228
V2	465600	8662000	V18	462050	8660450	V34	463446	8664470
V3	465500	8661020	V19	460700	8660450	V35	464200	8664470
V4	465500	8660220	V20	460700	8661000	V36	464200	8664620
V5	465500	8660000	V21	460504	8661000	V37	464400	8664620
V6	464760	8659660	V22	460504	8661425	V38	464400	8664470
V7	464440	8660200	V23	460775	8661425	V39	465000	8664470
V8	464300	8660200	V24	460940	8661070	V40	465000	8664000
V9	464300	8660250	V25	461270	8661070	V41	465379	8663797
V10	464100	8660250	V26	461350	8661140	V42	465700	8663626
V11	464100	8660120	V27	461350	8661840	V43	465700	8663400
V12	463950	8660120	V28	462075	8663000	V44	465500	8662700
V13	463720	8660550	V29	462278	8663230	V45	465500	8662040
V14	463850	8660550	V30	462982	8663716	V46	465502	8662040
V15	463850	8660800	V31	463143	8663880	V47	465598	8662026
V16	462272	8661000	V32	463244	8663998	V48	465603	8662025

Fuente: Elaboración Propia, 2018, en base al contrato n° 17-TAM/C-OPB-J-290-03.

- c. **Accesibilidad:** Se parte desde la ciudad de Puerto Maldonado, hasta el centro poblado de Alegría (km 58, una hora en moto), o por Planchon (km 39), luego por el margen izquierdo se ingresa hasta el campamento por una trocha carrozable a 27 km o 30 km respectivamente, que conlleva un tiempo de 30-60 minutos, según la estación y estado de la vía.
- d. **Clima:** Clima tropical húmedo, con precipitaciones pluviales anuales superiores a 1500 mm. Se distinguen dos estaciones climáticas una seca entre mayo y octubre y otra lluviosa entre diciembre y abril. En ciertas épocas del año, llegan súbitamente masas de aire frío, denominadas *surazos o Frijas*, masas de aire con temperaturas relativamente bajas que proceden de la Antártida que pasa por todo el sur de Sudamérica, frecuentemente entre los meses de mayo y septiembre. La temperatura promedio anual es de 26.5°C, con una temperatura mínima de 9°C y una máxima de 39.5°C (INADE, 2007).
- e. **Hidrografía:** El sistema hídrico de la concesión castañera está conformada por dos quebradas sin nombres, de las cuales una de ellas desemboca en la quebrada Mavila, que a su vez desemboca en el río Manuripe, mientras que la otra quebrada desemboca en la quebrada Malecón.
- f. **Zonas de vida:** El área de estudio según el sistema de clasificación de Holdridge (INRENA, 1995) corresponde a la zona de vida Bosque Húmedo de Terrazas Altas (Bh-ta).
- g. **Cobertura vegetal:** Según el mapa nacional forestal, este se ubica en un bosque de terraza alta con rodales de castaña, los cuales se caracterizan por ubicarse en las terrazas aluviales antiguas sobre suelos ultisoles (arriba de los 10 m sobre el nivel hídrico local) y en menor proporción sobre terrazas recientes o bajas (< 10 m sobre el nivel hídrico local) y sobre colinas bajas (MINAM 2015).

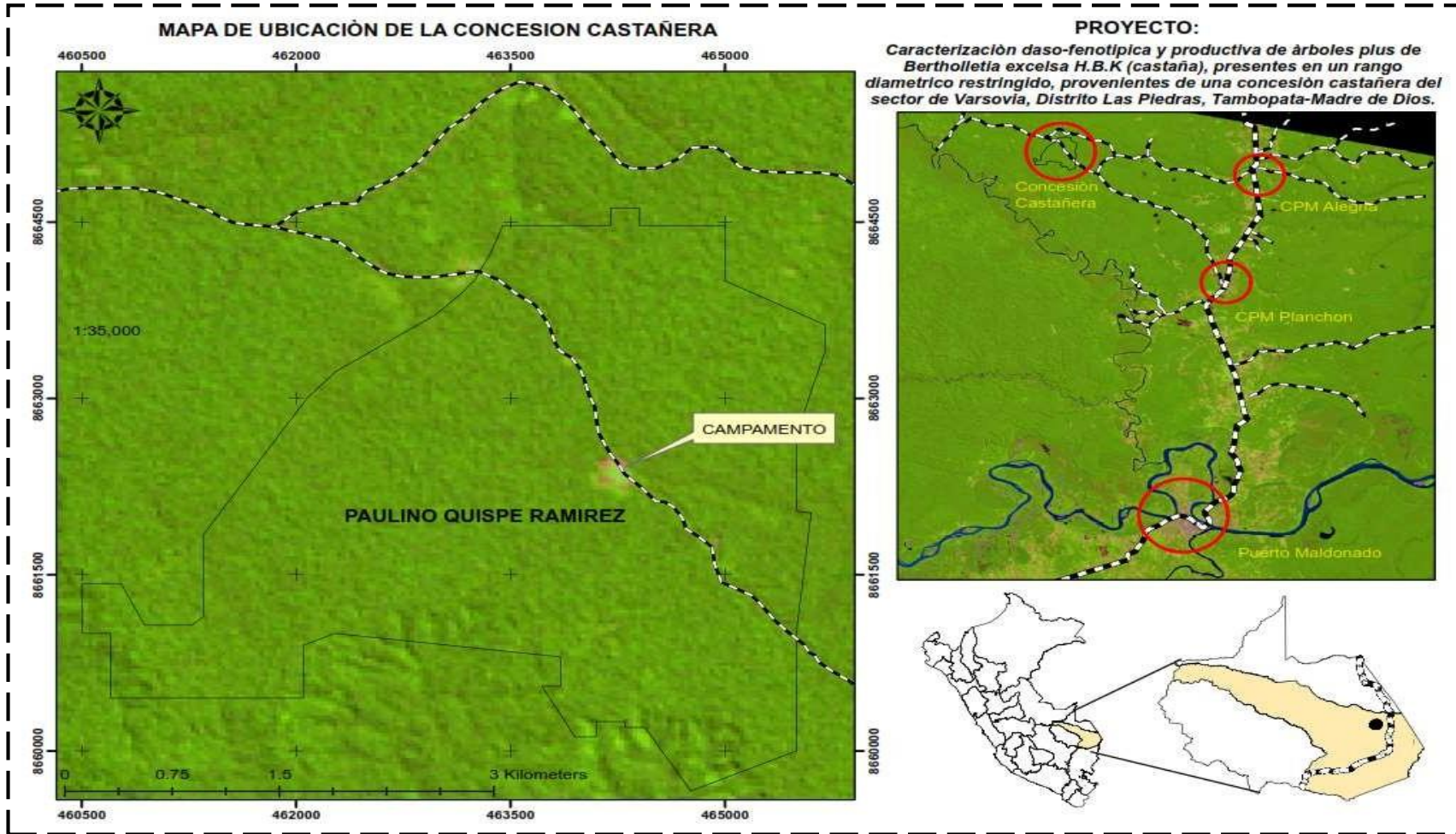


Figura 1: Mapa de ubicación de la concesión castañera

Fuente: elaboración propia, 2018

3.4.2 Materiales, Equipos y Herramientas

Materiales

Micas

Plumón indeleble delgado (Faber Castell)

Lápiz con borrador (Mongol)

Lapicero (Faber-Castell)

Libreta de apunte

Tablero de campo

Formatos de campo

Mapas

Planos

Sacos polietileno

Pintura spray

Cinta de agua

Poncho de plástico o impermeable

Pilas alcalinas AA (Duracell)

Bolsas herméticas

Equipos

GPS Map 76 CSx (Garmin)

Brújula SUUNTO

Wincha de 50 m

Wincha de 10 m

Cámara fotográfica digital (LUMIX-PANASONIC, DMC-LZ20, 16mpx-21X de Zoom)

Motocicleta (Honda-XR125)

Laptop (TOSHIBA-SATELLITE, P845-S4200, CORE i5, Windows 7, 6Gb RAM)

Impresora

Balanza de 150 kg

Balanza de 200g

Herramientas

Tijera

Machete

Lima triangular

3.4.3 Requisitos previos de Evaluación

Previamente a la caracterización dasométrica, fenotípica y productiva de los árboles de *B. excelsa*, inicialmente junto a la compañía y guía de los conocedores del área y de la productividad de los árboles, se procedió a realizar un recorrido por toda la concesión, en busca de individuos que cumplan con los siguientes requisitos:

- **Dasométrico:** Se marcó todos los árboles que tuvieron un dap de 100-200 cm, porque más del 90 % de árboles plus evaluados por Peña (2008) y Choque-Condori (2015), se encontraban en este rango diamétrico. Así mismo Licon-Vazquez et al. (2010) reporta que los árboles de 100-200 cm de dap presentan un mayor potencial productivo, y tienen menor variabilidad anual, que los individuos que sobrepasan estos diámetros.
- **Fenotípico:** Árboles cuyas copas fueron circulares o elípticas y que no se entrecrucen con la de otro árbol de castaña, para así asegurar que los frutos a contabilizar pertenezcan a un mismo individuo.
- **Producción:** Árboles que produzcan ≥ 100 kg de almendras frescas.

Debido a la variación anual inherente que experimenta esta especie, la versión del personal guía se vuelve subjetivo respecto a la producción anual de los árboles de castaña, por esta razón inicialmente se procedió a marcar un total de 101 individuos, lo que permitió identificar un total de 55 árboles con una producción ≥ 100 kg, los cuales fueron caracterizados de manera dasométrica, fenotípica y productiva.

3.4.4 Caracterización dasométrica, fenotípica y productiva

a) Caracterización dasométrica

Diámetro a la altura del pecho (DAP): Este valor fue medido a 1,3 m sobre el nivel del suelo a aquellos individuos con base regular, y a los que presentaron raíces tabulares prominentes ⁽¹⁾ se les midió 10 cm por encima de las aletas, o una proyección por encima de estas

⁽¹⁾ Excepcionalmente la especie presenta aletas prominentes, como la que se observa en el anexo 6 A.

Diámetro de copa (DC): Se consideró el promedio de 2 mediciones hechas en cruz de la proyección de la copa en el suelo, considerando la orientación Norte – Sur y Este – Oeste

b) Caracterización fenotípica:

Infestación de lianas y/o bejucos: Sera evaluada conforme a la clasificación de Lowew y Walkey (1997); citado por Licona-Vazquez et al. (2010) tal y como se ilustra en la figura 3:

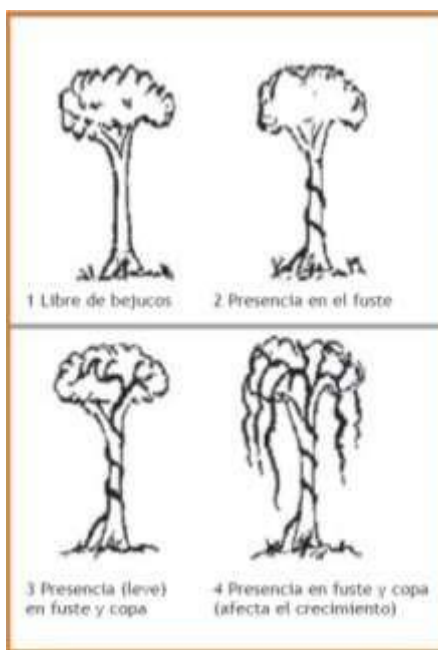


Figura 2: Infestación de lianas y/o bejucos

Fuente: Licona-Vazquez et al. (2010)

Fitosanidad del fuste (FSF): Se registró la fitosanidad en base a la presencia o ausencia de los siguientes organismos y/o daños ocasionados:

- ✓ Nudos y/o chancros
- ✓ Huecos
- ✓ Descortezado
- ✓ Nidos de insectos

Rectitud de fuste: se caracterizó conforme a los criterios de la tabla 5:

Tabla 5: Caracterización del Fuste respecto a su rectitud

Clase	Descripción
1	Rectos
2	Inclinación leve de hasta 10°
3	Inclinación >10°.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

c) Caracterización productiva

Masa fresca de las almendras/árbol (MFS-A): El cálculo de esta variable será realizada con una balanza romana de capacidad de 150 kg (Ver anexo 1J), cuya estimación ayudo a calcular el índice de barrica.

Índice de Barrica (IB): Considerado en este estudio como la cantidad de cocos necesarios para producir 70 kg de almendra fresca con tegumento, el cual será calculado de la siguiente manera:

$$IB = \frac{70}{MFS - C}$$

Dónde:

MFS-C: Masa fresca de las semillas (árbol)/nº de cocos, expresada en kg, el cual fue calculado por la siguiente expresión:

$$MFS - C = \frac{MFS - A}{NC}$$

Dónde:

NC: Número de cocos que produjo un determinado árbol.

Para evaluar para esta variable, se llegó a considerar los rangos de la tabla 6:

Tabla 6: Criterio de evaluación para el índice de barrica

Variable	Criterio	Puntaje	Calificación
Índice de Barrica	> 412	1	Deficiente
	350 < x ≤ 412	2	Buena
	≤ 350	3	Excelente

Fuente: Elaboración propia, 2018

Resistencia del pericarpio (RP). - la evaluación de este parámetro se realizará de manera práctica, de acuerdo a la facilidad al corte con machete del pericarpio del fruto, tal como lo realizan los castañeros, en el que se considerara cuatro categorías (ver tabla 7), considerando las recomendaciones de los mismos.

Tabla 7: Categorías de resistencia del pericarpio

Clase	Categoría	Descripción	Calificación
1	Muy suave	Aquellos cocos que se quiebran con uno o dos golpes con el machete, pero por el exceso de fuerza se blanquea almendras	Deficiente
2	Suave	Aquellos cocos que necesitan hasta 3 golpes firmes para ser quebrados, sin la presencia del blanqueo de almendras.	Excelente
3	Normal	Aquellos cocos que necesariamente necesitan ser golpeados en toda su circunferencia para ser quebrados.	Buena
4	Duro	Cocos que, a pesar de ser golpeados en toda su circunferencia, necesitan más de un golpe en un mismo sector para rajarse.	Excesiva

Fuente: Adaptación basada en Peña (2008)

3.4.5 Selección de arboles

El proceso de selección de los árboles plus consistió en la evaluación y valoración de criterios productivos y fenotípicos, basados en 5 variables que determinaron la idoneidad del estado actual y/o preliminar de estos árboles, que por sus aptitudes podrían ser usados como fuente de germoplasma. Cada parámetro se evaluó con la asignación de varias opciones que cuantifican su estado actual, donde las puntuaciones más altas presentan las mejores cualidades, tal y como se ilustra en la tabla 8.

Tabla 8: Parámetros de evaluación para la selección de los árboles plus

<i>Parámetro</i>	<i>Criterio</i>	<i>Puntaje</i>
<i>Índice de barrica</i>	<i>>412</i>	<i>1</i>
	<i>350 < x ≤ 412</i>	<i>2</i>
	<i>≤ 350</i>	<i>3</i>
<i>Resistencia del coco</i>	<i>Muy suave</i>	<i>1</i>
	<i>Duro</i>	<i>2</i>
	<i>Normal o suave</i>	<i>3</i>
<i>Rectitud del fuste</i>	<i>Inclinación >10°</i>	<i>1</i>
	<i>Inclinación leve de hasta 10°</i>	<i>2</i>
	<i>Recto</i>	<i>3</i>
<i>Fitosanidad del fuste</i>	<i>Presencia de insectos o nido de estos, huecos y chancros.</i>	<i>1</i>
	<i>Ausencia de insectos o nido de estos, huecos y chancros.</i>	<i>2</i>
<i>Presencia de lianas y/o bejucos</i>	<i>Presencia exagerada en fuste y copa</i>	<i>1</i>
	<i>Presencia leve en el fuste y copa</i>	<i>2</i>
	<i>Presencia solo de bejucos en el fuste</i>	<i>3</i>
	<i>Ausencia</i>	<i>4</i>

Fuente: Elaboración propia, y en base a datos de Peña (2008) y Licona-Vazquez et al. (2010)

En base a la matriz de la tabla 8 a continuación se presenta una descripción de las características aceptables y puntuaciones mínimas y máximas (ver tabla 9), para la selección de los arboles plus.

Tabla 9: Características de los arboles plus seleccionados

Parámetro	Descripción de aceptabilidad	Puntaje mínimo	Puntaje máximo
	<i>árboles que a lo mucho</i>		
<i>Índice de barrica</i>	<i>necesiten de 412 cocos para producir 70 kg de masa de semilla fresca por árbol</i>	2	3
<i>Resistencia del pericarpio</i>	<i>Aquellos cocos que tengan una resistencia normal o suave</i>	3	3
<i>Rectitud del fuste</i>	<i>Fustes completamente rectos</i>	3	3
<i>Fitosanidad del fuste</i>	<i>Ausencia de insectos, nidos, chancros y huecos</i>	2	2
<i>Presencia de lianas y/o bejucos</i>	<i>Árboles que a lo mucho tienen bejucos en el fuste</i>	3	4
	TOTAL	13	15

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.5 Tratamiento de los datos

El análisis estadístico que se emplea es de tipo descriptivo y comparativo, cuyas variables en estudio serán resaltadas en orden creciente mediante gráficos de representatividad, los cuales a su vez determinarán la relación entre las variables a representar. Por otro lado, la selección de los mejores árboles con producción ≥ 100 kg, se realizará a través de criterios de calificación en base a la asignación de puntuaciones que tendrán las variables, los cuales serán jerarquizados de mayor a menor, seleccionando así a los individuos que solo obtengan criterios aceptables en todas las variables evaluadas.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Distribución diamétrica poblacional e Identificación de los árboles plus en la concesión castañera

La concesión en sus 1442.61 ha tiene 1069 individuos de castaña, entre árboles productivos, no productivos y semilleros, haciendo una densidad de 0.74 árboles/ha, y distribuyéndose tal y como se muestra en la siguiente figura 4:

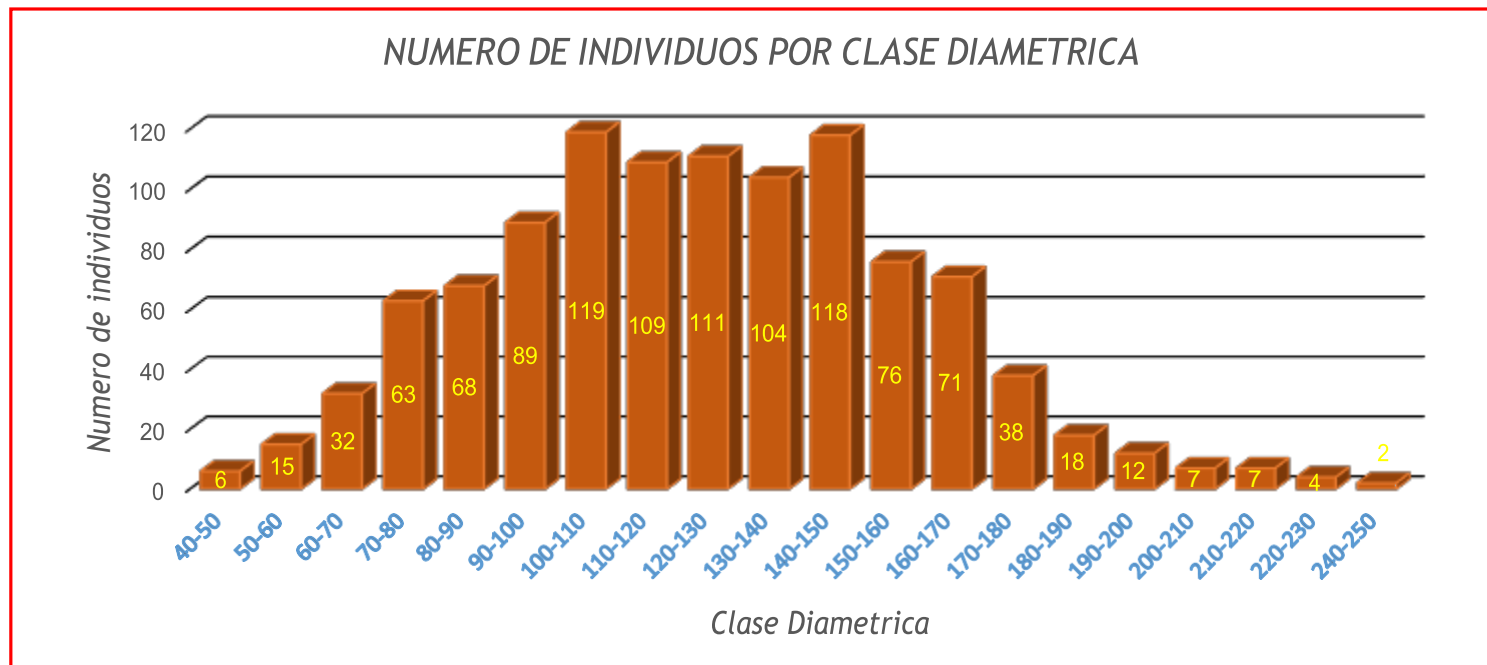


Figura 3: Distribución diamétrica de la población de árboles (N = 1069) de castaña presentes en la concesión castañera

Fuente: Elaboración propia, 2018, basado en los datos de campo (DEMA 2017-2018)

Claramente se puede apreciar en la figura 4, que de los 1069 individuos ≥ 40 cm de dap de castaña, la mayor cantidad se concentra entre los arboles de 70-170 cm de dap (87 % de la población), existiendo un pico entre los arboles de 100 -150 cm de dap (52 % de la población), lo que refleja claramente que la castaña a pesar de ser una especie esciofita parcial (Mostacedo y Fredericksen, 2000), su población en base a los criterios de Louman (2001) presenta una estructura horizontal coetánea, ya que su mayor concentración esta entre los individuos de categorías diamétricas intermedias, tal y como fue encontrada por Licona-Vasquez et al. (2010) y Correa y Quiñones (2012).

Por otro lado el rango diamétrico (100-200 cm de dap), que se empleó en el siguiente estudio, ocupa un 72,6 % (776 individuos, ver figura 4) de la población, siendo escaso los individuos que se encuentran superior a este rango, ocupando menos del 2% (20 individuos), mientras que por debajo de este rango se encuentra poco menos del 26 % (273 individuos), sin embargo se excluyó la selección tentativa como arboles plus a los individuos de este rango debido a que no poseen aun el potencial productivo como para producir 100 kg de almendra fresca, por lo que el criterio de una selección restringida dentro del rango utilizado se podría considerar como adecuado para el presente estudio. Además de que este criterio empleado, va de acuerdo a lo reportado por Kainer et al. (2007), y Licona-Vazquez et al. (2010), quienes concluyen que los individuos que poseen un diámetro mayor a 100 cm de dap, poseen mayor potencial productivo, además de esto Licona-Vasquez et al. (2010), reporta que los individuos que superan los 200 cm de dap, tienen una mayor variación anual en la producción.

4.2 Caracterización daso-fenotípica, productiva de los árboles plus de *B. excelsa*

Tal y como se explicó anteriormente, la concesión tiene un total de 1069 individuos ≥ 40 cm de dap, donde solo un poco más del 5% (55 individuos, ver anexo 3), lograron tener una producción ≥ 100 kg, cuyo valor exageradamente por las omisiones que hubieron y/o sesgos que pudieron existir, se extendería

hasta un 6%, esta cifra podría ser utilizada como referencia para el cálculo del tamaño de muestra para futuros estudios relaciones a arboles plus.

4.2.1 Producción de almendras de los árboles plus identificados

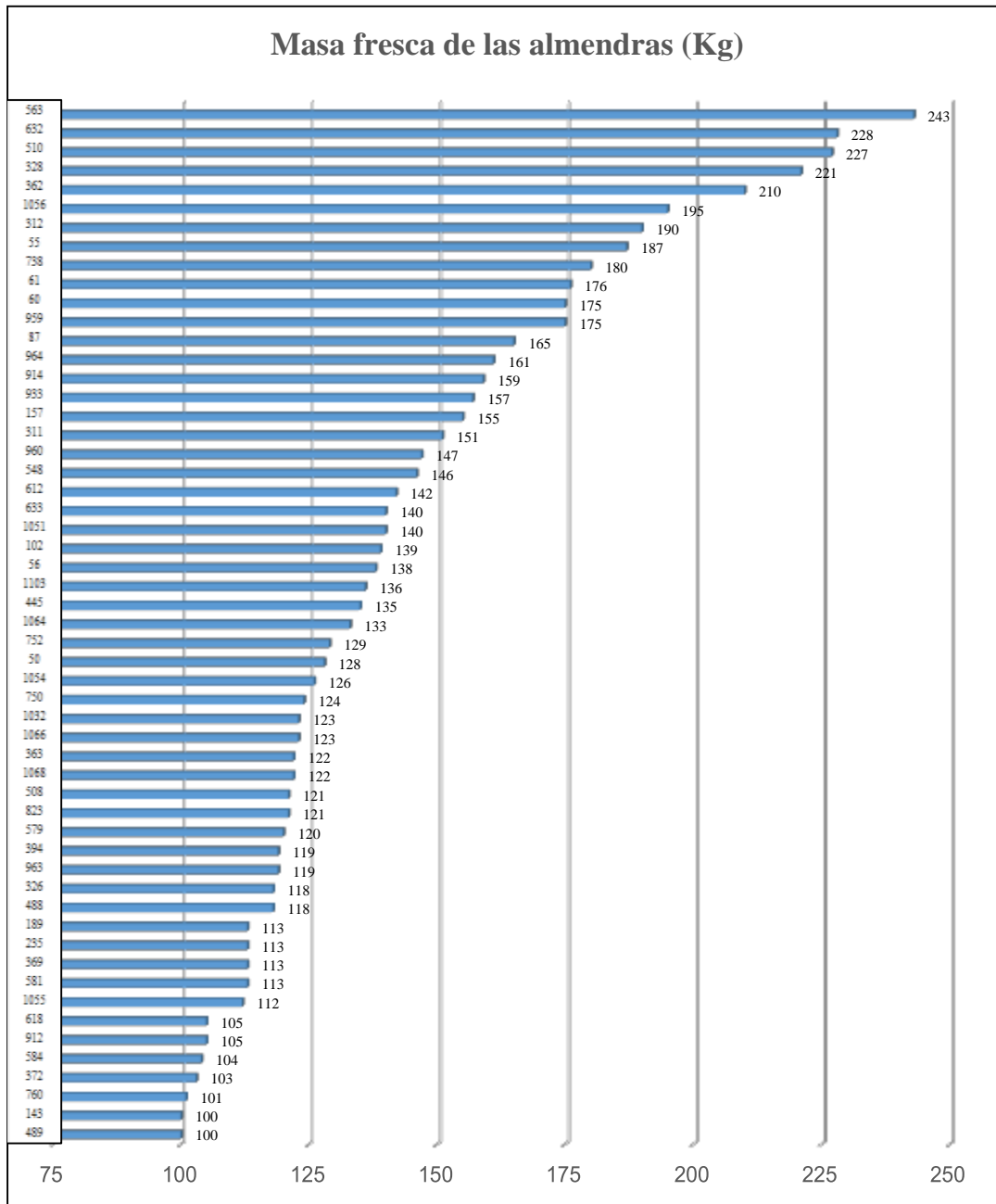


Figura 4: Producción de almendras (kg) de los arboles identificados

Fuente: Elaboración propia, 2018

Claramente se puede apreciar que de los 55 árboles identificados se obtuvo una producción mínima y máxima de 100 y 243 kg respectivamente, resultando en promedio 143 kg de almendra fresca (aproximadamente 2 barricas o 12 latas) por árbol. Este valor se encuentra por encima de casi todos los promedios de producción de árboles plus en los sectores que evaluó Choque Condori (2015), excepto para la zona de Bajo Alegría que alcanzó un valor de 169,2 kg, sin embargo en este sector solo se evaluaron 6 individuos. Por otro lado, este valor es ligeramente inferior a los promedios reportados por Peña (2008), ya que este presentó un promedio de 162,28 kg, y máximo de 280 kg, para un total de 50 árboles distribuidos en 32 concesiones. Sin embargo fue ligeramente superior a lo reportado por Arcos et al. (2006), quien alcanzó un valor máximo de 210 kg, para 21 árboles procedentes de 7 concesiones, mientras que en el presente estudio se alcanzó un valor máximo de 243 kg. Por otro lado, los valores aquí presentados son muy superiores a lo reportado por Tonini y Pedrozo (2014) ya que, de 385 árboles evaluados, el árbol que tuvo más producción de almendras frescas, a lo largo de 7 años solo alcanzó los 173,8 kg.

4.2.2 Producción de almendras Vs número de cocos

De los 55 árboles identificados se contabilizó un total de 51 087 cocos, resultando en promedio 929 cocos por árbol, con una producción mínima y máxima de 456 y 2015 cocos respectivamente. Así mismo se puede apreciar que una cantidad mayor de cocos no asegura una mayor producción de almendras, así por ejemplo existe una gran cantidad de individuos que produjeron mayor cantidad de cocos que el individuo 632, el cual solo produjo 1030 cocos, que le permitieron producir 228 kg de almendra fresca, cantidad que solo fue superada por el árbol 563, quien produjo 243 kg, pero con una cantidad muy superior de 2015 cocos (Ver anexo 7). Asimismo el individuo 1056 que produjo 1566 cocos apenas logró producir 195 kg, el cual fue superado por 4 individuos que produjeron menor cantidad de cocos.

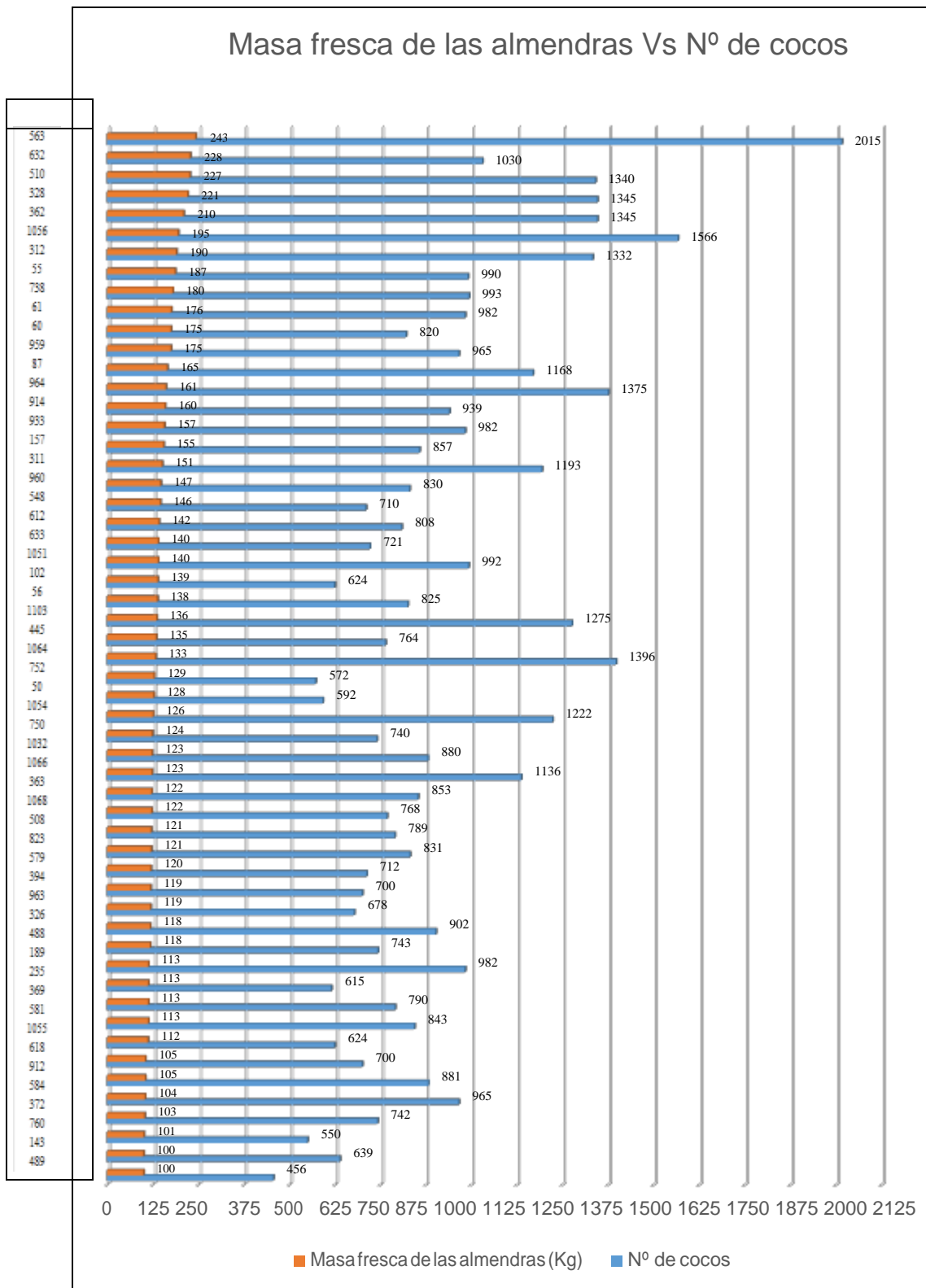


Figura 5: Producción de almendras (kg) y numero de cocos de los arboles identificados

Fuente: Elaboración propia, 2018

Por otro lado los valores aquí presentados son muy superiores a lo reportado por Tonini y Pedrozo (2014) ya que estos reportan que de 385 árboles evaluados, el árbol que tuvo más producción de cocos, a lo largo de 7 años solo alcanzó a producir 1340 cocos. Del mismo modo De Souza Neves, et al. (2015) reportaron un máximo de número de cocos muy inferior (1 034 cocos) al presentado en este estudio. Asimismo, Cornejo (2003), al evaluar la producción de más de 1 000 árboles de *B. excelsa* durante 4 años consecutivos, en 3 castañales ubicados en el sector Oculto de Madre de Dios, la máxima producción de un solo árbol fue de 1 540 frutos.

4.2.3 Producción de almendras Vs índice de barrica

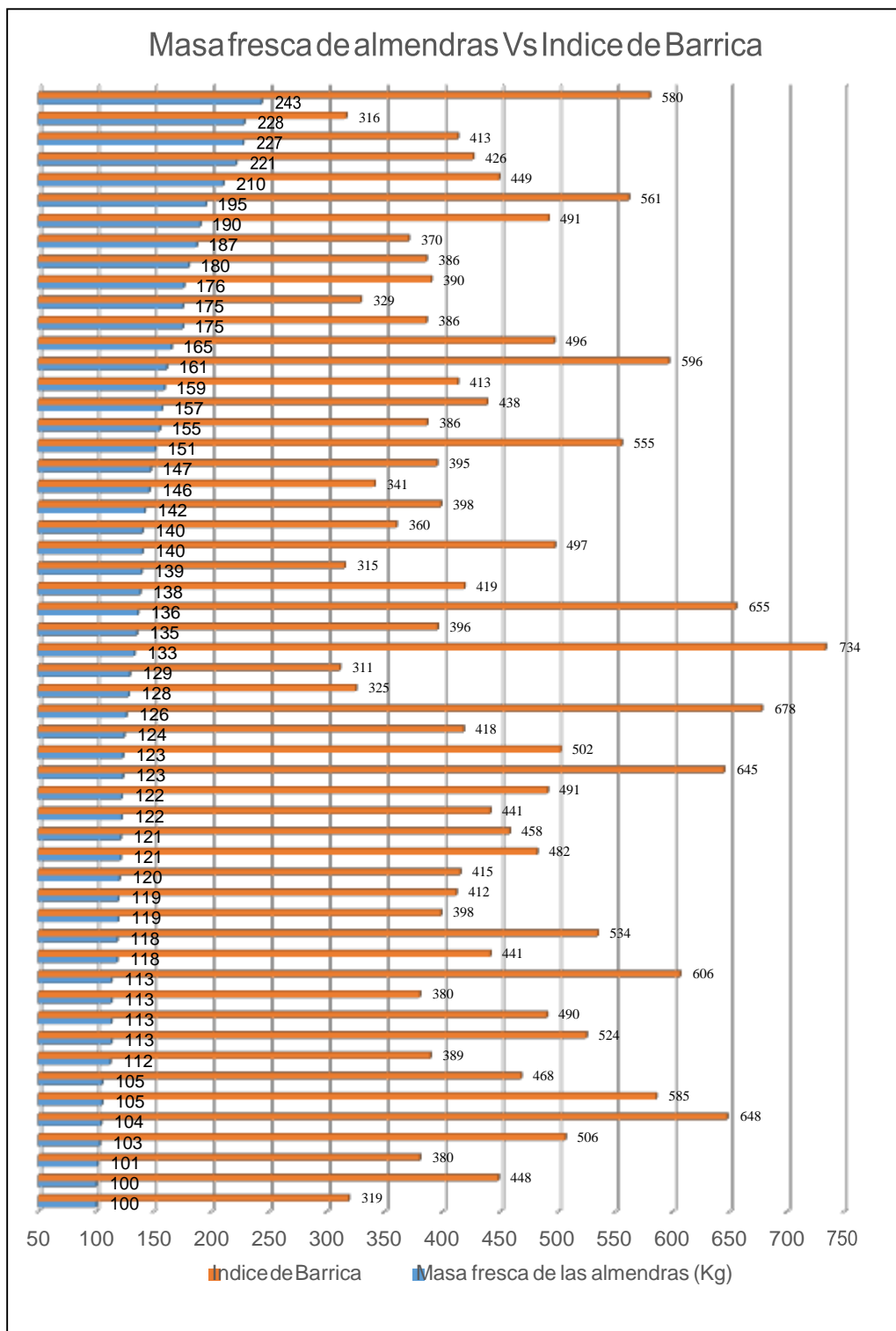


Figura 6: Producción de almendras (kg) e índice de barrica de los árboles identificados

Fuente: Elaboración propia, 2018

Claramente se puede apreciar que de los 55 árboles identificados se obtuvo un índice de barrica mínimo y máximo de 311 y 734 cocos necesarios para producir una barrica, resultando en promedio 455 cocos, lo que hace notar de manera clara la gran variabilidad que tienen los rendimientos de los cocos de los árboles plus de esta concesión, así por ejemplo el árbol que tuvo una mayor producción de almendras fue el árbol 563 con 243 kg, sin embargo el árbol 632 obtuvo una producción similar de 228 kg, pero con un índice de barrica inferior, presentando así valores muy separados entre sí de 580 y 316 cocos respectivamente.

Los resultados aquí presentados son similares a los reportados por Peña (2008), ya que al extrapolar la masa de las semillas por fruto, se obtiene un índice de barrica mínimo y máximo de 321 y 799, encontrándose en la presente concesión una ligera cantidad de árboles (4 individuos) con mayor rendimiento, ya que necesitan menos de 321 cocos para producir una barrica de almendra fresca, del mismo modo los valores aquí presentados fueron superiores a los reportados por Da Costa , Pedrozo, Jordão, Teixeira, y Batista (2014), ya que estos al caracterizar morfológicamente 31 genotipos de castaña, el mejor árbol presentó un promedio de 188,1 gr de semillas por coco, lo que equivale a un índice de barrica de 371 cocos, mientras que es ligeramente superior a lo reportado por Teixeira et al. (2015) ya que estos al evaluar las características productivas de 21 genotipos de *B. excelsa* de 18 años de edad, encontraron que su mejor genotipo en esta característica presentaba un rendimiento promedio de 214,40 gr de semilla/fruto, lo que hace un equivalente de índice de barrica de 326.

4.2.4 Resistencia del pericarpio

Respecto a la resistencia del pericarpio (RP) de los cocos de los árboles plus identificados, se puede apreciar claramente en la figura 08 que existen árboles desde cocos muy suaves para chancar hasta cocos duros, sin embargo la mayoría (48 árboles), presentaron una resistencia entre suave y normal, representando el 87 % de árboles con una resistencia deseable, de manera

similar a lo reportado por Choque Condori (2015); Peña (2008), ya que estos reportan valores de 8,6 % y 14 % de cocos duros procedentes de 35 y 50 árboles plus identificados respectivamente.

Según lo analizado en este estudio, la resistencia de los cocos depende en gran medida de la fenología del individuo, ya que el árbol 510 que produjo 227 kg de almendra fresca tenía cocos duros, sin embargo este árbol es conocido como “tardón” por el personal colaborador de la concesión, ya que se pudo presenciar que de este individuo entre abril y mayo todavía caían cocos, llegando a contabilizar poco más de 200 cocos en este periodo. Además de esto cabe mencionar que los colaboradores manifiestan que debido al tipo de manejo en la concesión, los cocos al ser tapados con hojas de especies de palmiche “*Geonoma* sp” (ver anexo 1E y 1F), estos además de pasar por un proceso de secado, también pasan por un proceso de ensuavizado, hecho que se constató, ya que hubo casos en que pese al tapado de cocos, se presenció cocos húmedos, y precisamente estos eran duros, y los secos tenían una resistencia entre normal y suave. Por otro lado se pudo apreciar en otros individuos no evaluados, que cuando había cocos muy suaves y pequeños estos tenían una alta susceptibilidad por sus predadores, ya que gran parte de sus cocos se encontraban vacíos, por otro lado los cocos duros no tenían ese problema, pese a que la caída de cocos como ellos aseguran, comienza en noviembre, sin embargo la colecta comienza poco después de la segunda semana del mes de enero, lo que hace presumir que la población de esta especie podría utilizar como estrategia de dispersión a los cocos duros y de predación a los cocos muy suaves principalmente.

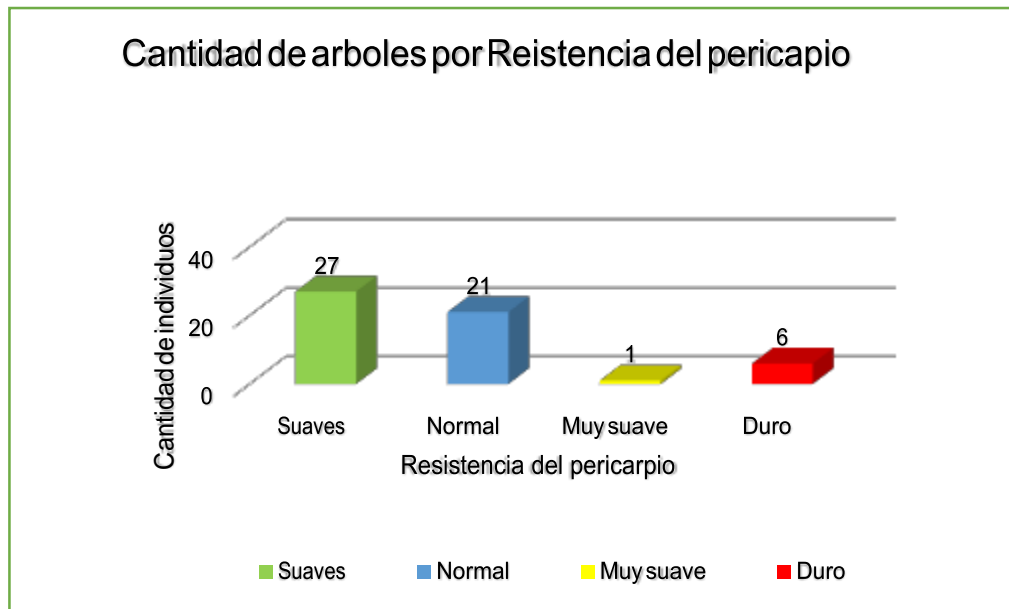


Figura 7: Resistencia del pericarpio de los arboles plus identificados.

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.2.5 Producción de almendras Vs Dap

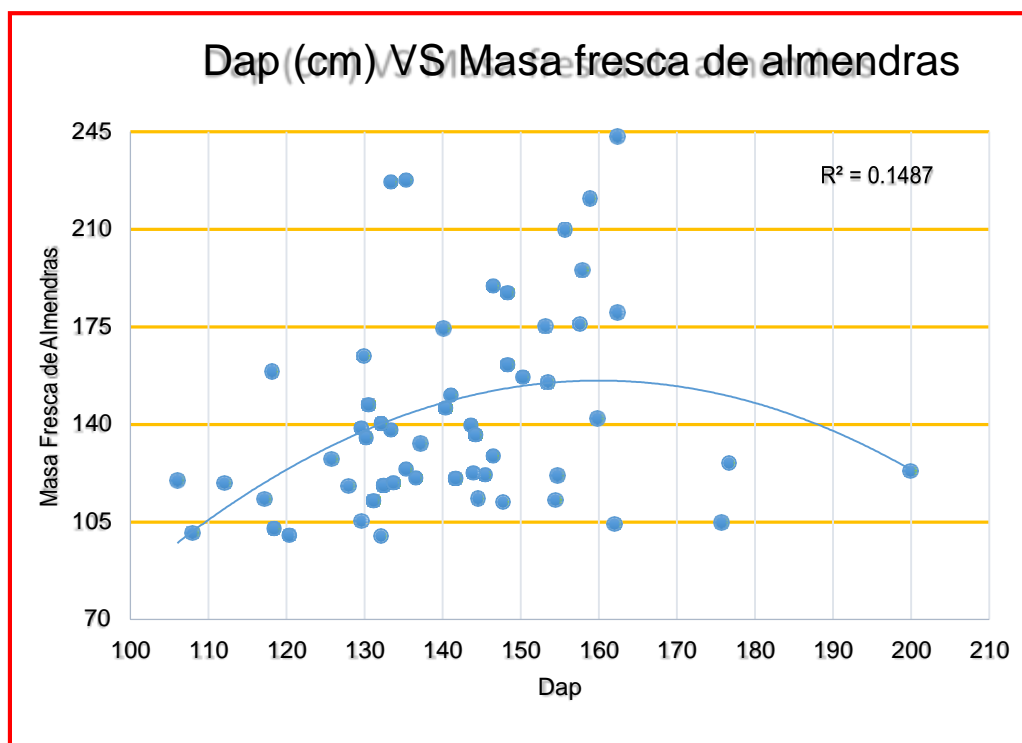


Figura 8: Producción de almendras (kg) y dap (cm) de los arboles identificados

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tal y como se puede apreciar en la figura 10, existe una relación débil ($R^2 = 0.1487$), entre las variables del dap y la masa fresca de las almendras. Estos datos concuerdan de manera relativa con los resultados de Choque Condori (2015), ya que este también encontró una relación débil entre estas variables. Sin embargo se puede apreciar que existe cierta agrupación productiva en ciertos rangos diamétricos, así por ejemplo la mayor presencia de árboles plus se encuentra distribuida entre el rango diamétrico de 130-160 cm de dap (38 de 55), los cuales representan el 67 % del total de árboles identificados, haciendo un total de 37 individuos, además de esto solo en este rango se registraron individuos (10 árboles plus) que superaron los 175 kg (≈ 15 latas) de masa fresca, estando la mayor cantidad de estos individuos presente en la clase diamétrica de 150-160 cm de dap, sin embargo el árbol que alcanzo la mayor producción (243 kg) tuvo un dap de 162 cm, pero la mayor cantidad de árboles plus se encontró en la clase diamétrica de 140-150 cm de dap, la cual presenta un total de 14 individuos, sin embargo en esta clase diamétrica existen mayor cantidad de individuos. Estos datos concuerdan de manera relativa con los resultados de Kainer et al. (2007) ya que este concluye que los árboles que se encuentran entre un rango de dap de 100-150 cm poseen más potencial productivo que los que se encuentran por debajo y por encima de este rango. Así mismo se pudo apreciar que la menor cantidad de árboles plus se encontró entre los 170-200 cm de dap, encontrándose apenas 3 árboles y con producciones relativamente bajas que oscilan entre los 105-126 kg de almendra fresca, así mismo hay que recalcar que en este rango diamétrico existe una cantidad mínima de individuos (ver figura 5. Asimismo Peña (2008), presento relativamente este patrón, ya que también encontró que los árboles que produjeron más de 175 kg de almendra fresca se encontraban por encima de los 130 cm de dap, sin embargo su rango se extendía hasta los 250 cm de dap, pero la mayor cantidad de árboles plus (10) se presentó en la categoría diamétrica de 160-170 cm de dap, pero los árboles que alcanzaron la mayor producción (280 kg) se encontraron entre 142-172 cm de dap. En base a este estudio y el de Peña (2008), se podría presumir que los árboles plus de

castaña alcanzan su máximo potencial productivo (≥ 210 kg) a partir de un diámetro mínimo de 130 cm de dap, y siendo un valor tentativo de un diámetro máximo de aproximadamente 180 cm de dap, ya que, debido al corto tiempo de evaluación, no se puede inferir de manera precisa en este valor límite, sin embargo cabe mencionar que existe una escasa cantidad de individuos ≥ 180 cm de dap, ya que estos no representan ni el 5% de la población de esta concesión (50 de 1069). Por lo que es muy poco probable encontrar arboles plus destacados (producción ≥ 210 kg) por encima de este dap, debido a la escasa densidad presenciada en esta concesión, posiblemente por causas de senectud y fitosanidad, además de una posible pronunciada variabilidad anual, ya que Licona-Vazquez et al. (2010), reporta un patrón de producción, donde los árboles >170 cm de dap presentan mayor variación en la producción anual de cocos.

4.2.6 Producción de almendras Vs Diámetro de copa

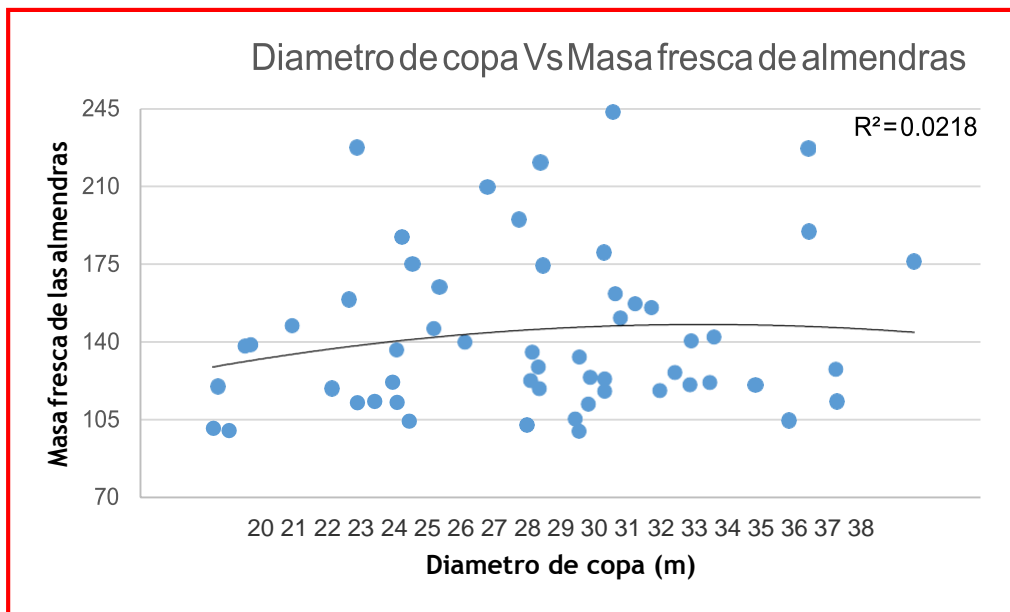


Figura 9: Relación DC y la masa fresca de las almendras

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los resultados aquí obtenidos son similares a los reportados por Choque Condori (2015), ya que aquí se obtuvo valores mínimos y máximos de 21.6 m y 36.6 m, resultando así en promedio 28.5 m, mientras que el, de sus 35

árboles plus evaluados reporto un límite de diámetro de copa mínimo de 16 m y un máximo de 38 m, obteniendo así un promedio de 27.6 m. Por otro lado Peña (2008), presenta resultados diferentes y relativamente superiores, ya que este reporta valores de límites de diámetros de copa que oscilan entre los 26 m - 41 m, alcanzando un valor promedio de 33.42 m.

En base al grafico 11 este refleja una relación débil ($R^2 = 0.0218$), entre las variables del diámetro de copa y la masa fresca de las almendras. Estos datos concuerdan de manera relativa con los resultados de Choque Condori (2015), ya que este también encontró una relación débil entre estas variables. Del mismo modo Choque Condori (2015), encontró que el árbol con mayor producción superaba los 30 m de diámetro de copa (DC), igual que en el presente estudio, sin embargo hubo un individuo que apenas superaba los 24 m de DC y poseía una producción superior a los 200 kg de MFA, mientras que el individuo que alcanzo el mayor DC y que superaba los 36 m, apenas alcanzó una producción de 176 kg de MFA, no encontrándose así para esta variable una agrupación diamétrica respecto a la producción. Sin embargo los árboles que poseían un DC menores a 24 m fueron los menos productivos. Estos datos no concuerdan del todo a lo referido por Kainer et al. (2014), que menciona que cuanto más grande es la copa, mayor es la capacidad fotosintética del individuo, debido a una mayor cantidad de hojas existentes para capturar carbono, ya que en este estudio, los individuos con una copa más extensa no fueron necesariamente los más productivos, posiblemente limitados por factores genéticos y/o etarios, así por ejemplo los individuos 372, 752, 1056 y 1066 oscilan alrededor de los 28 m de diámetro de copa (Ver anexo 3), sin embargo el individuo 1056 que tiene el mayor dap (157,88 cm), también tiene la producción (195 kg) más alta en este grupo, así mismo el individuo 372 que tiene el menor dap (118,41 cm), posee la producción (103 kg) más baja, del mismo modo al comparar los individuos 752 que posee un dap de 146,42 cm y 1066 que posee un dap similar de 143,88 cm, poseen producciones similares de 129 y 123 kg respectivamente, con lo que la producción en base a estos individuos está influenciado por la interacción del dap y diámetro de copa. Sin

embargo no todos los individuos presentan este patrón, ya que los arboles 362 y 632 que tienen 155,65 cm y 135,28 cm de dap y poseen copas ligeramente inferiores al árbol 1056, pero alcanzaron una producción ligeramente mayor de 210 y 228 kg.

4.2.7 Rectitud del fuste

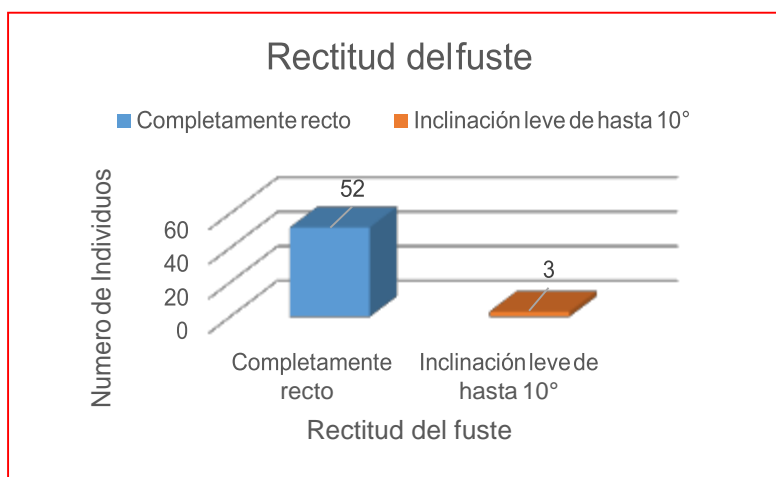


Figura 10: Rectitud del fuste de los árboles plus identificados

Fuente: Elaboración propia, 2018 (basado en los datos de campo recolectados)

Tal y como se puede apreciar en la figura 11, casi en la totalidad (52 individuos) de los arboles plus identificados tienen un fuste completamente recto, siendo apenas 3 individuos los que se encontraban ligeramente inclinados, representando una buena cantidad de individuos con una característica deseable respecto a esta variable. Esta ligera cantidad de individuos podría estar principalmente influenciada por efecto del viento en una edad temprana, en donde la espesura del bosque a su alrededor no fue suficiente como para proteger a estos individuos. Sin embargo, esto no fue una limitante para que estos individuos produjeran grandes cantidades de MFA, ya que su producción varía de 146-189,2 kg.

4.2.8 Infestación de lianas y/o bejucos

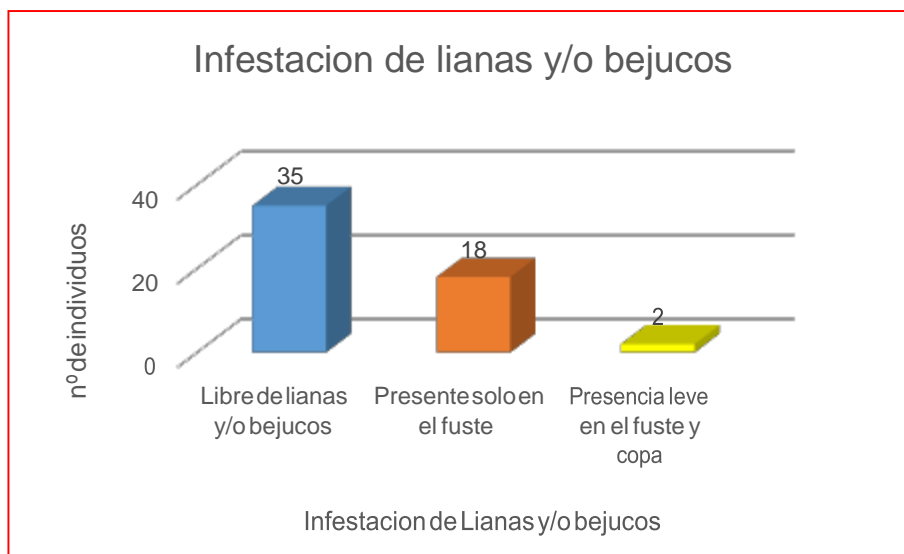


Figura 11: Infestación de los árboles plus identificados

Fuente: Elaboración propia, 2018 (basado en los datos de campo recolectados)

Tal y como se puede apreciar en la figura 12 la mayoría de árboles plus (35 individuos) identificados presentaban un fuste libre de lianas y/o bejucos, y una ligera cantidad (18 individuos), presentaba en el fuste, el cual se limita a las especies del tamishi y la sogá de maravilla, los cuales son conservados y usados por los castañeros, el primero para la elaboración de canastas para la recolección, mientras que el segundo es usado como fuente de agua. Apenas 2 individuos presentaron cierta presencia de lianas y/o bejucos en el fuste y copa, a los cuales se les notó cierta presencia de corte de estos, sin embargo se pudo apreciar cierto rebrote, por lo cual los castañeros del lugar recomiendan que no solo basta el corte de las lianas, sino que al momento del rebrote hay que realizar un amarrado para que logre morir con el tiempo. Sin embargo, no fue una limitante para que estos individuos produjeran grandes cantidades de MFA, ya que la producción de los individuos que presentaban lianas y/o bejucos en su fuste y copa, varió de 180-189,2 kg. Por otro lado según Kainer et al. (2010), esta producción podría mejorar si es que se lograría ausentar la presencia de estas lianas, ya que esta durante una evaluación de 10 años presenció que los individuos que recibieron un tratamiento silvicultural

de corte de lianas, produjeron más que los individuos que no recibieron el tratamiento.

4.2.9 Fitosanidad del fuste

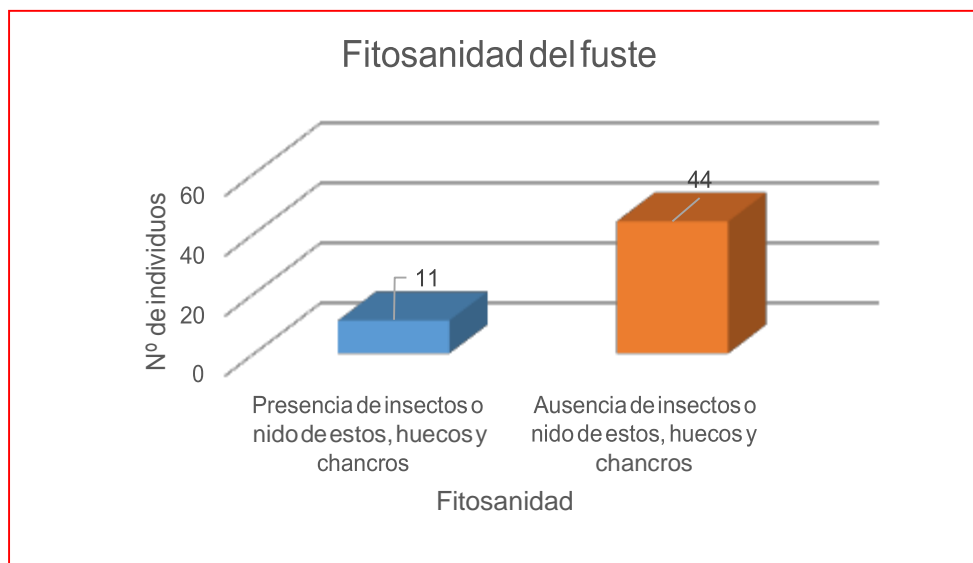


Figura 12: Fitosanidad del fuste de los árboles más identificados

Fuente: Elaboración propia, 2018 (basado en los datos de campo recolectados)

Con respecto a la presencia de organismos y deformaciones que determinan la fitosanidad del fuste, el 80 % (44 individuos) de los árboles más identificados presentaron fustes sanos o libre de nudos o chancros, nidos de insectos, huecos y descortezados, los 11 individuos restantes se limitaron a la presencia de nudos y nidos de insectos. Sin embargo no fue una limitante para que estos individuos produjeran grandes cantidades de MFA, ya que la producción de estos individuos varío de 100-195 kg.

En base a los datos aquí obtenidos en referente a los atributos fenotípicos (presencia de lianas y/o bejucos, Rectitud del fuste y fitosanidad del fuste), se muestra que las características aquí evaluadas no representan una limitante para la producción de los arboles más identificados. Sin embargo para la selección posterior se excluyó a los individuos con características no deseables, para que los individuos seleccionados aseguren una permanencia prolongada como donadores de semilla

Esta población natural de *B. excelsa* posee una buena cantidad de individuos considerados como plus, los cuales tienen variabilidad en cuanto a las variables productivas, fenotípicas y dasométricas, donde muchos de ellos tienen características resaltantes para ser considerarlos como excelentes donadores de semillas para programas de reforestación, enriquecimiento y/o mejoramiento genético de la especie en pro de su conservación in situ y ex situ. Sin embargo para promover una mayor variabilidad genética en una futura población, procurando disminuir la presión endogámica, se escogería semillas de individuos que tengan más árboles contiguos, ya que se estaría procurando disminuir el grado de paternidad de las semillas a extraer. Asimismo según Sebbenn (2003) recomienda para propósitos de reforestación y conservación ex situ, una cantidad de 35 progenies y 20 plantas por progenie, y en base a los resultados de Wadt et al. (2015), se recomendaría que estas plantas provengan de una mayor cantidad de cocos posible, ya que el número de donantes fértiles de polen entre cocos es mayor que dentro de los cocos.

Según Siqueira et al. (1998), el gremio ecológico y el peso de la semilla influyen directamente en la presencia de una mayor o menor reserva nutrimental de macro y micronutrientes, por esta razón las especies clímax muestran en sus primeras etapas de desarrollo cierta tolerancia a condiciones de baja fertilidad. Así mismo Bouvie et al. (2016), reporta un significativo contenido nutrimental de macro y micro nutrientes de la almendra de la castaña. Por estas razones se recomendaría también usar o escoger semillas medianas y/o grandes para propósitos de reforestación ya que estas presentarían una mayor reserva nutrimental, y minimizaría y/o evitaría gastos innecesarios en fertilización en las primeras etapas de desarrollo de esta especie.

4.3 Selección de árboles plus

Según los parámetros de calificación presentados en tabla 9, se presentan los siguientes resultados en la presente tabla:

Tabla 10: Árboles seleccionados en base a criterios fenotípicos y productivos.

Nº	Dap (cm)	DC (m)	Nº de cocos	Producción (kg)	IB	RP	RF	FF	PLB	TOTAL
959	140,06	28,6	820	175	3	3	3	2	4	15
752	117,14	28,5	615	113	3	3	3	2	4	15
632	135,28	24,6	1030	228	3	3	3	2	3	14
60	153,11	25,8	965	175	2	3	3	2	4	14
914	118,09	24,5	939	160	2	3	3	2	4	14
612	159,79	32,3	808	142	2	3	3	2	4	14
369	146,42	25,0	572	129	2	3	3	2	4	14
963	133,69	28,6	700	119	2	3	3	2	4	14
760	107,91	21,6	550	101	2	3	3	2	4	14
960	130,51	23,3	830	147	2	3	3	2	3	13

Fuente: Elaboración propia, 2018, en base a los datos recolectados en campo

Tal y como se puede apreciar en el presente cuadro, se logró obtener 10 árboles superiores, los cuales fueron seleccionados considerando que necesiten menos de 412 cocos para producir 70 kg de almendra fresca, una resistencia normal o suave del pericarpio al momento del chancado, que posean fustes rectos, sanos, y libre de lianas y/o bejucos. Cabe también mencionar que estos árboles presentaron una producción entre los 101 kg a 228 kg, y tuvieron diámetros que oscilaron entre los valores de 107,9 cm y 159,79 cm de dap, siendo el individuo 760 el más delgado, con menor diámetro de copa y el que menor producción tuvo (ver cuadro 10), por lo que su verdadero potencial productivo aun es desconocido, debido a su limitado diámetro. Asimismo cabe señalar que el individuo 914 tiene un excelente potencial productivo, debido a que es el único individuo en su clase diamétrica (110-120 cm de dap) que produjo más de 2 barricas (ver anexo 3) pese a que la copa apenas supera los 24 m de diámetro. Además es importante mencionar

que de estos 10 árboles seleccionados solo 3 individuos (632, 914 y 959) están entre los mejores representantes de su clase diamétrica, tanto a nivel de dap, como de diámetro de copa (Ver anexo 3).

Cabe destacar que existieron individuos que alcanzaron y superaron las 3 barricas (210 kg) de producción, como por ejemplo los individuos 328, 362, 510 y 563, que no salieron seleccionados, principalmente por su bajo rendimiento de cocos alcanzado. Asimismo cabe agregar que se encontraron 5 individuos (87, 311, 312, 964 y 1056) que produjeron más de 1100 cocos (ver anexo 3), cuya producción oscilaba entre los 151 y 195 kg (es decir más de 2 barricas pero menos de 3), que tampoco fueron seleccionados. Sin embargo esto refleja que la variabilidad productiva que presentan estos individuos en relación a los seleccionados, que su potencial productivo se encuentra en la cantidad de cocos producidos, y no en el rendimiento por coco, ya que los que alcanzaron y superaron las 3 barricas, necesitaron más de 1300 cocos (ver anexo 3), más aun el individuo 563, que produjo más de 2000 cocos (ver anexo 3 y 7).

Según Wadt et al (2015) 54 árboles semilleros son suficiente para garantizar una conservación ex situ de una población de *B. excelsa*, por lo que la cantidad de árboles identificados (55), además de su distribución espacial (ver anexo 5) en toda el área, garantizan este objetivo. Entonces estos individuos identificados, servirían como germoplasmas para programas con fines de reforestación y/o enriquecimiento, además de procurar garantizar una conservación genética de esta población, con el fin de alcanzar mayores producciones en el bosque y en áreas degradadas, considerando además que la productividad de una especie forestal es multifactorial y obedece principalmente a aspectos climáticos, genéticos, edafológicos, dasométricos, microbiológicos, entomofaunístico, y de cobertura forestal, entre otros factores que cumplen un rol importante en la ecología nutricional forestal de esta especie, como parte del ciclaje biogeoquímico de los nutrientes requeridos por un sistema forestal productivo.

CONCLUSIONES

- De un total de 101 árboles productivos se logró identificar y caracterizar un total de 55 árboles plus de *B. exce/sa* presentes en la clase diamétrica de 100 a 200 cm, provenientes de una concesión castañera del sector de Varsovia, distrito de Las Piedras, provincia Tambopata, región Madre de Dios.
- La productividad de los árboles plus identificados presentó las siguientes particularidades:
 - ❖ Producción de cocos que osciló entre 456 a 2015 cocos, obteniéndose una producción de 100 kg - 243 kg de almendra fresca, resultando un promedio general de 143 kg.
 - ❖ En base a la cantidad de cocos y la masa fresca de almendras producidas por árbol, se obtiene que el índice de barrica osciló entre 311 -734 cocos necesarios para producir 70 kg de masa de almendra fresca, resultando en promedio 458 cocos.
 - ❖ Más del 80 % de los individuos identificados (48 de 55), sus cocos presentaron una facilidad de ruptura, los restantes eran de corte duro o muy suave
- La dasométria de los árboles plus identificados de *B. exce/sa* presentaron las siguientes particularidades:
 - ❖ Un rango diamétrico entre valores que oscilaron los 106-199.9 cm de dap, el cual obtuvo una relación débil con la producción. sin embargo se encontró más cantidad de árboles (14 de 55) en la clase diamétrica de 140-150 cm de dap.
 - ❖ Los diámetros de copa oscilaron entre valores de 21.6 m – 36.6 m de copa, con un promedio de 28,5 m, obteniendo una relación débil con la producción y no encontrando una agrupación diamétrica donde se registre la mayor cantidad de árboles plus.
 - ❖ Los árboles alcanzan su máximo potencial productivo cuando superan los 1,30 m de dap y 24 m de diámetro de copa.

- El fenotipo de los árboles plus identificados de *B. excelsa* presentó las siguientes particularidades:
 - ❖ El 95 % (52 de 55) de los arboles identificados presentaban fustes rectos, siendo apenas 3 individuos los que se encontraban ligeramente inclinados.
 - ❖ Gran parte de los árboles plus (35 individuos) presentaron un fuste libre de lianas y/o bejucos, y una ligera cantidad de individuos (18), presentaba presencia en el fuste, el cual se limita a las especies del tamishi y la sogá de maravilla blanca.
 - ❖ Con respecto a la fitosanidad del fuste, el 80 % (44 individuos) presentaron fustes sanos o libre de nudos o chancros, nidos de insectos, huecos y descortezados, los 11 individuos restantes se limitaron a la presencia de nudos y nidos de insectos.
- Se logró seleccionar un total de 10 árboles plus, basados en 5 variables de evaluación, considerando criterios productivos y fenotípicos, teniendo al mejor representante al individuo 959.
- Se acepta la hipótesis nula, ya que más de un árbol identificado como plus tuvo a su vez superioridad productiva, atributos fenotípicos deseables y una superioridad diamétrica (referido a los individuos 632, 914 y 959).
- De manera general se concluye que la productividad de un árbol plus no tiene un patrón diamétrico definido ni una limitación fenotípica, sin embargo se pudo apreciar que los arboles plus que superaban las 3 barricas, tenían un dap superior a los 1,30 m y un diámetro de copa de más de 24 m.

RECOMENDACIONES

- Realizar actividades de monitoreo en los arboles plus, para de esta manera determinar de qué manera influye el clima y la edad diamétrica en la frecuencia con la que estos árboles alcanzan su máxima producción, y su variabilidad anual productiva, además de la sincronía en sus procesos fenológicos en relación a sus vecinos cercanos.
- Evaluar la influencia del clima y la edad diamétrica en la producción de biomasa de materia orgánica y en las propiedades físicas y químicas de los suelos que están bajo el dosel de la cobertura forestal de estos individuos, tomando en cuenta el porcentaje de dosel o clareo sobre estos, a manera de entender los procesos biogeoquímicos que ocurren en el bosque como parte de la ecología nutricional forestal de esta especie.
- Para posibles proyectos futuros de reforestación o enriquecimiento de esta especie, se recomendaría escoger semillas medianas y/o grandes para que la reserva nutrimental de las semillas, minimice gastos en fertilización en las primeras etapas de desarrollo.
- Para posibles proyectos futuros de reforestación o enriquecimiento, se recomendaría escoger las semillas de una mayor cantidad de árboles para minimizar el grado de paternidad de las semillas, y por ende una presión endogámica en una futura población.
- Complementar el siguiente estudio a través de estudios relacionados a la evaluación de los aspectos biométricos de frutos y semillas en relación a la germinación y desarrollo de plántulas a partir de estos árboles plus.
- Realizar estudios genéticos en la especie, a nivel genómico con el fin de realizar una selección genómica en base a la detección de árboles que tengan varios QTL (loci de caracteres cuantitativos) asociados con la productividad de frutos y almendras de *B. excelsa*, y obtener individuos portadores de alelos genéticamente superiores para ciertos caracteres productivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCOS, Máximo; CORVERA, Ronal; CANAL, Alfredo. Identificación y Evaluación de Árboles semilleros de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) en concesiones castañeras de la Región Madre de Dios. Memoria anual, Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP), Puerto Maldonado, 2006.12 p. [consultado: 10 de enero de 2016]. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/upload/Avance/bioexport15.pdf>.

ASOCIACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CUENCA AMAZÓNICA (ACCA). Manual para la Elaboración del Plan General de Manejo para el aprovechamiento de castaña *Bertholletia excelsa*. Serie Manuales para el Castañero, 2010.

ARIAS N, Elsa S. Selección de árboles de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) de alta producción en la Provincia de Tambopata. Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP).[reporte no publicado], 2001. 20p.

BOUVIE, Luana, et al. Caracterização físico-química dos frutos de castanheira do Brasil. *Nativa*, 2016, vol. 4, no 2, p. 107-111.

CAMPOS, Alcinéia Miranda. [et al]. Fenología reproductiva de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em floresta de terra firme em Mazagão, Amapá. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 2013, vol. 3, no 1, p. 1-8.

CASANOVA, F. Formación profesional, productividad y trabajo decente:CINTERFOR/OIT, 2002.

CAVALCANTE, M. C., et al. Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) trees in central Amazon rainforest. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2012, vol. 2012.

CESVI - COOPERACIÓN Y DESARROLLO, DIRCETUR – DIRECCIÓN DE COMERCIO Y TURISMO MADRE DE DIOS Y CAMEX – CÁMARA PERUANA DE COMERCIO EXTERIOR. Plan Operativo de Producto (POP) Castaña, Región de Madre de Dios. 2013. 121 p.

CHOQUE CONDORI, Elisban. Caracterización morfológica y productividad de árboles plus de castaña (*Bertholletia excelsa*) en la región Madre de Dios-Perú. Tesis (Ingeniero Forestal y Medio Ambiente), Madre de Dios: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios. 2015.

CORNEJO, Fernando. Historia natural de la castaña y propuestas para su manejo. Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazonica (ACCA), Puerto Maldonado, Perú, 2003.

CORREA, German H; QUIÑONES, Juan J. Estructura poblacional de fustales de *Bertholletia excelsa* HBK" castaña" en Madre de Dios: ¿Camino a su desaparición? 2016.

CORVERA GOMRINGER, Ronald [et al]. La castaña amazónica (*Bertholletia excelsa*) manual de cultivo. 2010. [consultado: 12 de agosto de 2017]. Disponible en http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/139/1/Corvera_libro_2010.pdf

COSTA, Mirian Gomes; TONINI, Helio; MENDES FILHO, P. Atributos do Solo Relacionados com a Produção da Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*). *Embrapa Agrossilvipastoril-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2017.

DA COSTA, Elen Keila L.[et al]. Caracterização morfológica de sementes de castanheira-do-brasil em uma população nativa de Roraima. En *Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: NATIVAS 2014-SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO DE SEMENTES E MUDAS, 2014, Viçosa. Resumos. Viçosa: UFV, 2014.

DE SOUZA NEVES, Ezaquiel; GUEDES, Marcelino Carneiro; RODRIGUES, Ediglei Gomes. Relação da produção de frutos de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) com variáveis das próprias castanheiras, em

capoeira e floresta da resex cajari. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 2015, vol. 5, no 2, p. 31-37.

DUCHELLE, Amy E [et al]. Resource theft in tropical forest communities: implications for non-timber management, livelihoods, and conservation. *Ecology and Society*, 2011, vol. 16, no 1.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). Sistema de clasificación de Holdridge. 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (INADE). Estudio de Meso Zonificación Ecológica-Económica Del corredor INTEROCEÁNICO SUR TRAMO IÑAPARI, 2007. 12p.

INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA AMAZONIA PERUANA (IIAP). Mejoramiento genético de la castaña. Videoteca IIAP, 2014. [Consultado: 10 de agosto del 2015]. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/video2.aspx>.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA (INIA). Reproduce castañas de Madre de Dios en otras regiones del país, 2014. [Consultado: 10 de agosto del 2015]. Disponible en <http://www.inia.gob.pe/sala-de-prensa/notas-de-prensa/697-inia-reproduce-castanas-de-madre-de-dios-en-otras-regiones-del-pais>

KAINER, Karen A.; WADT, Lúcia HO; STAUDHAMMER, Christina L. Explaining variation in Brazil nut fruit production. *Forest Ecology and Management*, 2007, vol. 250, no 3, p. 244-255.

KAINER, Karen A; WADT, Lúcia HO; STAUDHAMMER, Christina L. Testing a silvicultural recommendation: Brazil nut responses 10 years after liana cutting. *Journal of Applied Ecology*, 2014, vol. 51, no 3, p. 655-663.

LICONA-VASQUEZ, J. C. [et al]. Monitoreo de castaña (*Bertholletia excelsa*) a través de parcelas permanentes en la Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi, Pando-Bolivia. Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF), Santa Cruz, 2010.

- LOUMAN, Bastiaan. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. CATIE, 2001.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva. 2015.
- MORI, Scott A; PRANCE, Ghilleen T. Taxonomy, ecology, and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). *Advances in Economic Botany*, 1990, vol. 8, p. 130-150.
- NORVERTO, C. A. Mejores árboles para más forestadores: el programa de producción de material de propagación mejorado y el mejoramiento genético en el Proyecto Forestal de Desarrollo, 2005.
- OTZEN, Tamara; MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 2017, vol. 35, no 1, p. 227-232.
- PEÑA, Joel. Identificación y Caracterización Fenotípica de Árboles Plus de “castaña”, *Bertholletia excelsa* H.B.K. (Lecythidaceae) en el Departamento de Madre de Dios. Tesis (Magister Scientiae Bosques y Gestión de Recursos Forestales). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2008.
- PERES, Carlos A [et al]. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science*, 2003, vol. 302, no 5653, p. 2112-2114.
- PRÜLLER, Renate [et al]. Glosario sobre recursos genéticos forestales. 2003.
- REÁTEGUI-ZIRENA, Evelyn [et al]. Evaluación de la variabilidad genética de la castaña *Bertholletia excelsa* en la región de Madre de Dios (Perú), mediante marcadores microsatélites. *Folia amazónica*, 2009, vol. 18, no 1-2, p. 41-50.
- ROCKWELL, Cara A [et al]. Nut production in *Bertholletia excelsa* across a logged forest mosaic: implications for multiple forest use. *PloS one*, 2015, vol. 10, no 8, p. e0135464.

- SANTOS, Charles F.; ABSY, Maria L. Polinizadores de *Bertholletia excelsa* (Lecythidales: Lecythidaceae): interações com abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) e nicho trófico. *Neotropical Entomology*, 2010, vol. 39, no 6, p. 854-861.
- SANTOS, Charles Fernando dos; ABSY, Maria Lúcia. Interactions between carpenter bees and orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in flowers of *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae). *Acta Amazonica*, 2012, vol. 42, no 1, p. 89-94.
- SCHÖNGART, Jochen [et al]. Age and growth patterns of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) in Amazonia, Brazil. *Biotropica*, 2015, vol. 47, no 5, p. 550-558.
- SEBBENN, Alexandre Magno. Tamanho amostral para conservação ex situ de espécies arbóreas com sistema misto de reprodução. *Revista do Instituto Florestal*, 2003, vol. 15, no 2, p. 147-162.
- TEIXEIRA, Rosimeire Almeida [et al]. Correlation and phenotypic divergence among cultivated genotypes of Brazil nut. *Scientia Forestalis*, 2015, vol. 43, no 107, p. 523-531
- TONINI, Helio; PEDROZO, Cássia Ângelo. Variações anuais na produção de frutos e sementes de Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl, Lecythidaceae) em florestas nativas de Roraima. *Revista Árvore*, 2014, vol. 38, no 1.
- TRIVEDI, Mandar R.; CORNEJO, Fernando H.; WATKINSON, Andrew R. Seed predation on Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*) by macaws (Psittacidae) in Madre de Dios, Peru. *Biotropica*, 2004, vol. 36, no 1, p. 118-122.
- TUCK HAUGAASEN, Joanne M [et al]. Seed dispersal of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) by scatter-hoarding rodents in a central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology*, 2010, vol. 26, no 3, p. 251-262.

- TUCK HAUGAASEN, Joanne M [et al]. Fruit removal and natural seed dispersal of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica*, 2012, vol. 44, no 2, p. 205-210.
- WADT, LH de O., et al. Mating system variation among populations, individuals, within, and among fruits in *Bertholletia excelsa*. *Silvae Genetica*, 2015, vol. 64, no 1-6, p. 248-259.
- WADT, Lúcia HO; KAINER, Karen A; GOMES-SILVA, Daisy AP. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 2005, vol. 211, no 3, p. 371-384.
- ZUIDEMA, Pieter A; BOOT, René G. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. *Journal of Tropical Ecology*, 2002, vol. 18, no 1, p. 1-31.

ANEXOS

ANEXO 1: ESQUEMA METODOLOGICO EN CAMPO



A) recorrido por la concesión, b) marcación de árboles tentativos, c) medición del diámetro, d) recolección de frutos, e) tapado con palmiche de frutos recolectados f) frutos tapados oreados, g) frutos oreados, h) chancado de cocos, i) ensacado de almendras con cascara, j) pesado de almendras, k) registro de datos dasométricos y fenotípicos.

ANEXO 2: PRODUCCION DE LOS 101 ARBOLES TENTATIVOS

Nº	Nº Árbol	ESTE	NORTE	Nº cocos	Masa de almendra/ árbol (kg)	Masa de almendras/ coco (g)
1	50	46535	8662860	592	128	215.5
2	55	46523	8662717	990	187	189.2
3	56	46524	8662630	825	138	167.3
4	59	46516	8662189	496	68	140.5
5	60	46524	8662250	965	175	181.5
6	61	46525	8662322	982	176	179.4
7	80	46535	8662511	540	82	155.3
8	87	46424	8662911	1168	165	141.0
9	93	46458	8663022	362	52	148.6
10	102	46492	8663186	624	139	222.2
11	103	46495	8663200	768	87	112.4
12	134	46493	8663688	586	75	130.7
13	143	46483	8663369	458	100	219.7
14	157	46485	8663884	857	155	181.1
15	162	46482	8664009	590	80	138.4
16	165	46498	8664055	417	77	190.1
17	189	46406	8663477	843	113	133.6
18	199	46411	8663749	395	48	125.3
19	235	46417	8663898	789	113	142.9
20	308	46356	8663018	387	65	173.3
21	311	46372	8663288	1193	151	126.2
22	312	46362	8663326	1332	190	142.4
23	315	46339	8663317	655	90	140.0
24	324	46326	8663448	552	78	144.4
25	325	46325	8663487	590	75	129.8
26	326	46320	8663558	743	118	158.7
27	328	46316	8663569	1345	221	164.3
28	330	46308	8663694	535	71	135.8
29	342	46341	8663751	564	62	112.3
30	346	46343	8663560	654	89	138.6
31	350	46339	8663053	694	80	117.3
32	360	46316	8663109	528	87	168.6
33	362	46321	8663060	1345	210	156.0
34	363	46313	8663137	768	122	158.7
35	365	46313	8662849	530	82	158.3
36	369	46294	8663143	615	113	184.1
37	370	46293	8663117	587	86	149.6
38	372	46291	8663156	742	103	138.4
39	375	46285	8663379	534	76	145.6
40	394	46260	8663275	678	119	175.7
41	424	46262	8662986	660	77	118.8
42	445	46271	8662666	752	135	177.0
43	453	46285	8663063	590	87	150.5
44	488	46243	8662059	890	118	131.0
45	489	46243	8661967	639	97	151.5
46	491	46246	8661883	668	84	128.0
47	508	46282	8661934	831	121	145.3
48	510	46293	8661952	1340	227	169.4
49	513	46306	8661969	536	79	150.8
50	548	46358	8662624	708	146	205.5
51	553	46364	8662748	637	75	120.0

N°	N° Árbol	ESTE	NORTE	N° cocos	Masa de almendra/ árbol (kg)	Masa de almendras/ coco (g)
52	563	462582	8661662	2015	243	120.8
53	579	462225	8661567	712	120	168.6
54	580	462198	8661512	601	70	118.8
55	581	462173	8661489	982	113	115.5
56	584	462059	8661590	965	104	108.1
57	612	461838	8661671	808	142	175.9
58	618	461739	8661891	881	105	119.7
59	632	461495	8661852	1030	228	221.0
60	633	461474	8661778	992	140	140.8
61	738	461538	8660800	993	180	181.4
62	750	461675	8660627	740	124	167.6
63	752	461779	8660587	572	128.7	225.0
64	753	461815	8660538	504	72	142.3
65	760	461839	8660479	540	101	184.0
66	823	462879	8661283	777	121	152.9
67	879	462944	8661795	549	63	117.3
68	880	463028	8661773	590	68	117.6
69	884	463184	8661826	514	78	155.4
70	893	463324	8662143	464	64	141.6
71	912	463848	8661536	700	105	150
72	913	463825	8661553	537	78	149
73	914	463802	8661590	939	159	169.4
74	916	463709	8661574	585	93	158.8
75	917	463640	8661513	805	77	95.8
76	919	463720	8661452	487	66	138.9
77	923	463756	8661672	498	69	142.0
78	925	463622	8661727	524	72	140.6
79	926	463537	8661722	570	72	125.4
80	933	463785	8661293	982	157	159.8
81	959	463951	8660988	820	175	212.9
82	960	464020	8661022	830	147	177.3
83	963	463826	8660773	700	119	170.1
84	964	463930	8660792	1375	161	117
85	1032	464743	8660875	1136	123	108.5
86	1033	464734	8660662	462	70	155.6
87	1041	464817	8660388	414	58	144.3
88	1051	464983	8660248	721	140	194.6
89	1054	465088	8660184	1222	126	103.31
90	1055	465214	8660096	624	112	179.7
91	1056	465292	8660167	1576	195	124.7
92	1057	465328	8660156	898	103	115.1
93	1064	465371	8660174	1396	133	95.38
94	1066	465360	8660339	880	123	139.4
95	1068	465509	8660166	853	122	142.7
96	1091	465116	8660734	497	65	134.0
97	1093	465027	8660747	718	76	107.6
98	1103	464794	8660944	1275	136	106.9
99	1108	464660	8661182	624	69	112.7
100	1116	464768	8661260	592	65	112
101	1229	464438	8661664	733	99	135

ANEXO 3: DATOS DIAMETRICOS Y PRODUCTIVOS DE LOS ARBOLES PLUS IDENTIFICADOS

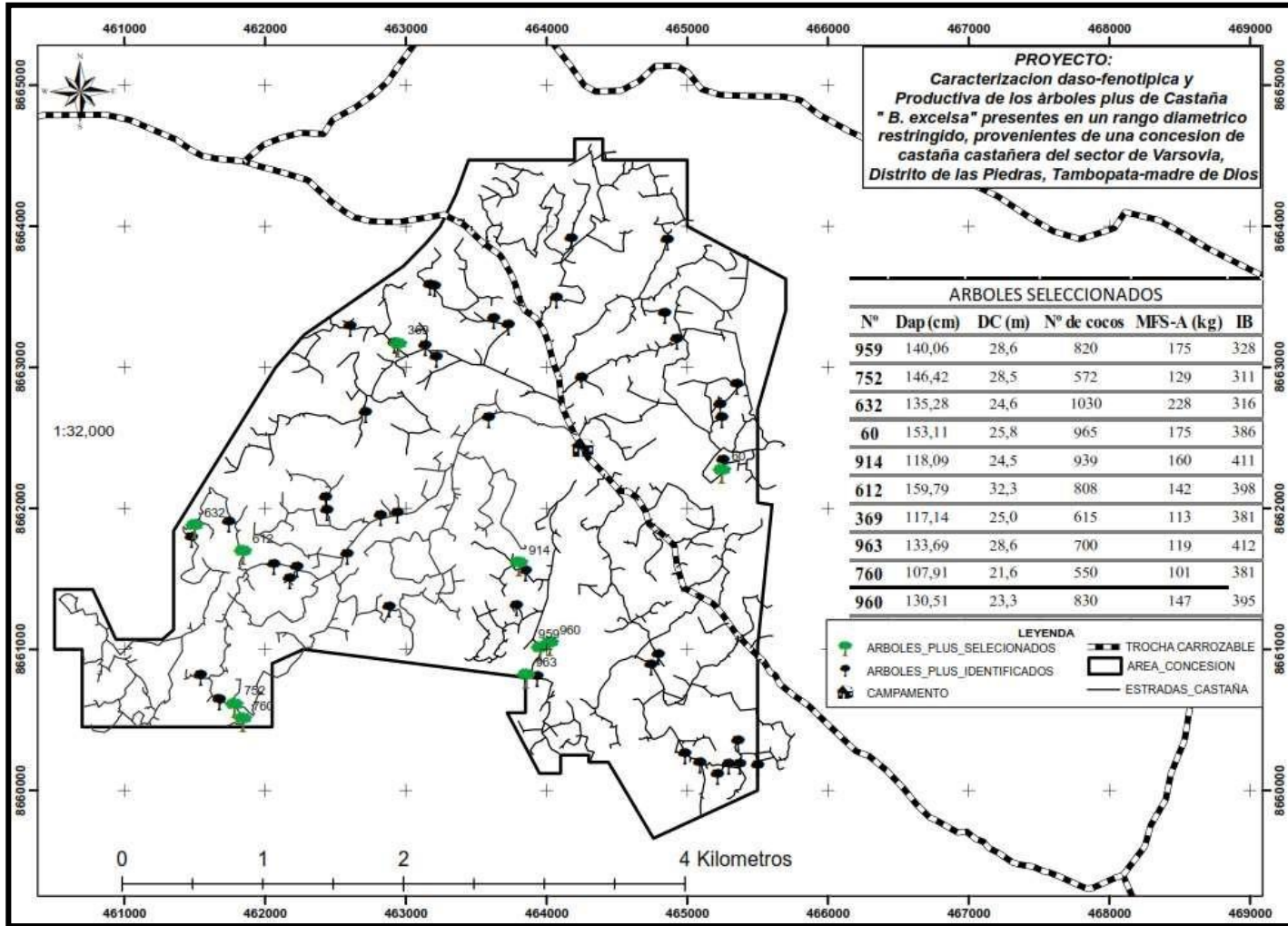
N°	N° Árbol	ESTE	NORTE	Cap (cm)	Dap (cm)	N° cocos	Masa de almendra/ árbol (kg)	Masa de almendras/coco (g)	Índice de barrica	Resistencia del pericarpio	Diámetro de copa (m)
1	50	465350	8662860	395	125.73	592	128	215.5	325	D	34.9
2	55	465231	8662717	466	148.33	990	187	189.2	370	S	25.6
3	56	465244	8662630	419	133.37	825	138	167.3	418	S	22.3
4	60	465243	8662250	481	153.11	965	175	181.5	386	S	25.8
5	61	465253	8662322	495	157.56	982	176	179.4	390	S	36.6
6	87	464247	8662911	408	129.87	1168	165	141.0	496	MS	26.4
7	102	464924	8663186	407	129.55	624	139	222.2	315	N	22.4
8	143	464838	8663369	378	120.32	456	100	219.7	319	N	21.9
9	157	464856	8663884	482	153.43	857	155	181.1	387	S	31.0
10	189	464068	8663477	412	131.14	843	113	133.6	524	N	24.7
11	235	464174	8663898	485	154.38	790	113	142.9	490	S	25.5
12	311	463727	8663288	443	141.01	1193	151	126.2	555	S	30.3
13	312	463622	8663326	460	146.42	1332	190	142.4	491	S	34.3
14	326	463203	8663558	402	127.96	743	118	158.7	441	N	30.0
15	328	463169	8663569	499	158.84	1345	221	164.3	426	S	28.6
16	362	463216	8663060	489	155.65	1345	210	156.0	449	N	27.4
17	363	463137	8663137	457	145.47	768	122	158.7	441	D	25.4
18	369	462941	8663143	368	117.14	615	113	184.1	380	N	25.0
19	372	462916	8663156	372	118.41	742	103	138.4	506	N	28.3
20	394	462601	8663275	352	112.05	678	119	175.7	398	S	24.1
21	445	462711	8662666	409	130.19	764	135	177.0	395	D	28.4
22	488	462430	8662059	416	132.42	902	118	131.0	534	S	31.1
23	489	462438	8661967	415	132.10	639	100	156.3	448	S	29.4
24	508	462820	8661934	429	136.56	831	121	145.3	482	N	31.8
25	510	462939	8661952	419	133.37	1340	227	169.4	413	D	34.3
26	548	463585	8662624	441	140.37	710	146	205.5	341	N	26.3
27	563	462582	8661662	510	162.34	2015	243	120.8	579	S	30.1
28	579	462225	8661567	333	106.00	712	120	168.6	415	S	21.7

N°	N° Árbol	ESTE	NORTE	Cap (cm)	Dap (cm)	N° cocos	Masa de almendra/ árbol (kg)	Masa de almendras/coco (g)	Índice de barrica	Resistencia del pericarpio	Diámetro de copa (m)
29	581	462173	8661489	454	144.51	982	113	115.5	606	S	34.9
30	584	462059	8661590	509	162.02	965	104	108.1	648	N	25.8
31	612	461838	8661671	502	159.79	808	142	175.9	398	S	32.3
32	618	461739	8661891	407	129.55	881	105	119.7	585	S	29.3
33	632	461495	8661852	425	135.28	1030	228	221.0	317	N	24.6
34	633	461474	8661778	451	143.56	992	140	140.8	497	N	27.0
35	738	461538	8660800	510	162.34	993	180	181.4	386	N	29.9
36	750	461675	8660627	425	135.28	740	124	167.6	418	N	29.6
37	752	461779	8660587	460	146.42	572	128.7	225.0	311	N	28.5
38	760	461839	8660479	339	107.91	550	101	184.0	380	N	21.6
39	823	462879	8661283	445	141.65	789	121	152.9	458	D	33.2
40	912	463848	8661536	552	175.71	700	105	150	468	S	33.9
41	914	463802	8661590	371	118.09	939	160	170.4	288	S	24.5
42	933	463785	8661293	472	150.24	982	157	159.8	438	S	30.6
43	959	463951	8660988	440	140.06	820	175	212.9	329	N	28.6
44	960	464020	8661022	410	130.51	830	147	177.3	395	S	23.3
45	963	463850	8660793	420	133.69	700	119	170.1	412	N	28.6
46	964	463930	8660792	466	148.33	1375	161	117	596	D	30.2
47	1032	464743	8660875	628	199.90	1136	123	108.5	645	S	30.0
48	1051	464983	8660248	415	132.10	721	140	194.6	360	N	31.8
49	1054	465088	8660184	555	176.66	1222	126	103.31	678	N	31.5
50	1055	465214	8660096	464	147.70	624	112	179.7	389	N	29.6
51	1056	465292	8660167	496	157.88	1566	195	124.7	561	S	28.1
52	1064	465371	8660174	431	137.19	1396	133	95.38	734	S	29.4
53	1066	465360	8660339	452	143.88	880	123	139.4	502	S	28.4
54	1068	465500	8660163	486	154.70	853	122	142.7	491	S	32.2
55	1103	464794	8660944	453	144.19	1275	136	106.9	655	S	25.5

ANEXO 4: DATOS FENOTIPICOS DE LOS ARBOLES PLUS IDENTIFICADOS

Nº	FENOTIPO			FITOSANIDAD				Observaciones	Nº	FENOTIPO			FITOSANIDAD				Observaciones
	FC	RF	ILB	FN	FH	FD	FND			FC	RF	ILB	FN	FH	FD	FN	
50	2	1	2					epifitas todo el fuste	581	2	1	1					epifitas en el primer tercio
55	2	2	3					epifitas último tercio	584	2	1	2					epifitas en el primer tercio
56	2	1	2					epifitas en todo el fuste	612	2	1	1					epifitas en el primer tercio
60	2	1	1				x	epifitas hasta el segundo tercio	618	2	1	1					epifitas en el primer tercio
61	2	1	2	x			x	epifitas hasta el segundo tercio	632	2	1	2					epifitas en todo el fuste
87	2	1	1					epifitas en el primer tercio	633	2	1	2					epifitas en el primer tercio
102	2	1	1				x		738	1	1	3					epifitas en todo el fuste
143	2	1	2				x	epifitas en todo el fuste	750	2	1	1					epifitas en el segundo tercio
157	2	1	2				x	epifitas hasta el segundo tercio	752	1	1	1					epifitas en el primer tercio
189	2	1	1						760	2	1	1					
235	2	1	2					epifitas hasta el segundo tercio	823	2	1	1					epifitas en el primer tercio
311	2	1	2					epifitas en todo el fuste	912	2	1	1					epifitas en el segundo tercio
312	2	1	1					epifitas en primer tercio	914	1	1	1					
326	1	1	1					epifitas en primer tercio	933	1	1	1					epifitas en segundo tercio
328	2	1	2					epifitas en todo el fuste	959	2	1	1					
362	2	1	1					epifitas en el primer tercio	960	2	1	2					epifitas todo el fuste
363	2	1	1					epifitas en el primer tercio	963	1	1	1					
369	2	1	1					epifitas en el primer tercio	964	2	1	1					
372	2	1	1					epifitas en el primer tercio	1032	2	1	1				x	epifitas en todo el fuste
394	2	1	2					epifitas en todo el fuste	1051	1	1	1				x	epifitas en tercer tercio
445	2	2	1					epifitas en segundo tercio	1054	2	1	1				x	epifitas en tercer tercio
488	1	1	1					epifitas en el último tercio	1055	2	1	2				x	epifitas en el segundo tercio
489	2	1	1					epifitas en el primer tercio	1056	1	1	1				x	epifitas en el primer tercio
508	2	1	1					epifitas en el primer tercio	1064	2	1	2					epifitas en el primer tercio
510	2	1	2					epifitas en el primer tercio	1066	1	1	1					epifitas en el primer tercio
548	2	2	1						1068	1	1	2					epifitas a lo largo del fuste
563	2	1	1														
579	2	1	2					epifitas en el primer tercio	1103	2	1	1				x	epifitas en todo el fuste
Forma de copa (FC): Circular (1), elíptico (2), Media copa (3), Otras (4)									Rectitud del fuste (RF): Completamente recto (1), Inclinación leve de hasta 10° (2), Inicialmente recto y curvatura en el segundo o tercer tercio (3), inclinación >10° (4)								
Infestación de lianas y/o bejuco (ILB): Libre de lianas (1), presencia en el fuste (2), Presencia leve en el fuste y copa (3), presencia en el fuste y copa (afectando el crecimiento)									FN: Fuste con nudos			FH: Fuste Hueco		FD: Fuste descortezado		FND: Fuste con nidos	

ANEXO 5: MAPA DE DISTRIBUCION DE LOS ARBLES PLUS DE CASTAÑA



ANEXO 6: PARTICULARIDADES ENCONTRADAS EN LOS ARBOLES DE CASTAÑA



A) Árbol de castaña con aleta B) Árbol de castaña con liana regenerándose después del corte

ANEXO 7: Producción de cocos (2015) más elevada, del árbol 563, que produjo 243 kg de masa fresca de almendra con cascara.

