

**UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO**  
**ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES**  
**PROGRAMA: LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**



**DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) EN UN BOSQUE HÚMEDO TROPICAL: UNO Y DOS AÑOS DESPUÉS DE SU GERMINACIÓN.**

Tesis de grado para optar al grado de Licenciado en Biología

Presentado por: Elien Vaca Abano

**COBIJA – PANDO – BOLIVIA**

**2012**

**HOJA DE APROBACION**

Tesis aprobada por:

.....  
Lic. Griceldo Carpio Tancara  
TRIBUNAL

.....  
Lic. Severo Meo Chupinagua  
TRIBUNAL

.....  
Lic. Gonzalo Calderón Vaca  
ASESOR

Cobija \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2012

## **DEDICATORIA**

A mis hijos Donna y Vinny, quienes han sido el impulso para continuar y llegar a culminar esta etapa de mis estudios, a mi esposo Gonzalo por estar siempre a mi lado y darme su apoyo incondicional al lograr mis metas.

## AGRADECIMIENTOS

Primero agradezco a mi padre celestial por haberme dado vida, salud, y guía, por guardarme de todo peligro en el transcurso de esta investigación y en el camino de toda mi vida.

A Gonzalo mi esposo, por mostrarme que puedo lograr lo que me proponga, por su gran apoyo en la realización de este trabajo, por su paciencia, por sus conocimientos, pero por sobre todo agradezco su amor y su cariño.

A mis padres, Miguel Vaca y Albina Abano, por haberme educado, enseñado e inculcado el estudio desde niña, sin su ayuda no habría podido llegar a este momento tan importante de mi vida.

Agradezco a los miembros del tribunal: Ing. Griceldo Carpio Tancara y Lic. Severo Meo Chupinagua por sus valiosas sugerencias en la revisión del trabajo.

A quienes fueron mis docentes, por haber impartido sus conocimientos con paciencia durante el proceso de enseñanza.

A la ONG Conservación Internacional (C.I.) por el financiamiento para la realización de la tesis.

Un agradecimiento especial a mi tía Shirley Vaca por haberme acompañado y colaborado en los viajes de campo.

A Pablo Sergio (canela) por haberme acompañado y guiado en la toma de datos de campo.

A mis compañeros de la universidad: por las muchas experiencias vividas durante los años que hemos compartido y aprendido juntos.

## RESUMEN

El área de estudio fue la Estación Biológica Tahuamanu (EBT) que se encuentra ubicada en el departamento de Pando, en la provincia Nicolás Suárez, cuyas coordenadas geográficas 11°24' de latitud Sur y 69°01' longitud oeste.

La presente investigación efectuada entre el mes de diciembre de 2010 y julio de 2011, tuvo como objetivos específicos: a) determinar el grado de sobrevivencia y mortalidad en cada tipo de tratamiento y sus causas, b) determinar la tasa de crecimiento altitudinal y diamétrico en ambos tipos de tratamientos, y c) evaluar los daños a las plantas vivas de castaña durante el periodo de investigación.

Los tratamientos consistieron en “Sendas” y “Ramales”, en las que tienen las plantas de castaña cuyas semillas fueron sembradas en el año 2008 (Guerrero M. Resultados no publicados); las variables de respuesta fueron: sobrevivencia y mortalidad de plantas, causas de la mortalidad, crecimiento en altura de planta y diámetro de tallo; daños sufridos por las plantas vivas.

Los principales resultados indican que hasta dos años después de la siembra se alcanzaron tasas de supervivencia de 48,3% en el tratamiento “Sendas” y 46,7% en los “Ramales”. Las principales causas de la mortalidad hasta los dos años y seis meses fueron: semillas no germinadas en el tratamiento “Ramales” (76,9%) que fue estadísticamente superior a las semillas depredadas por jochis (*Dasyprocta variegata*) y en el tratamiento “Sendas” (30,0%).

Las plantas sobrevivientes alcanzaron alturas promedios de 23,4 cm en el tratamiento “Sendas” y 23,9 cm en el tratamiento “Ramales”. Durante los siete meses posteriores se observó un mayor crecimiento las “Sendas” con 4,6 cm, comparado con los “Ramales” cuyo crecimiento fue de 2,2 cm. Los daños sufridos en las “Sendas” por insectos se incrementó de 10,3% en la primera observación a 23,1% en la segunda. En los “Ramales” se incrementó de 15,4% a 29,6% en la primera y segunda observación, respectivamente.

Palabras Claves: Supervivencia, Mortalidad Plántulas Castaña, Sendas y Ramales

## ABSTRACT

The study area was Tahuamanu Biological Station (EBT) that is located in the department of Pando, in the province Nicolas Suarez, whose geographical coordinates 11°24 'south latitude and 69°01' west longitude.

This research conducted between December 2010 and July 2011, had the following objectives: a) To determine the degree survival and mortality for each type of treatment and causes, b) determine the growth rate in both altitudinal and diametric types of treatments, c) Assess the damage to living plants chestnut during the research period.

Treatments consisted of "Paths" and "Branches", which have chestnut plants whose seeds were sown in 2008, the response variables were: survival and plant mortality, causes of death, height growth plant and stem diameter; damage the live plants.

The main results indicate that up to two years after planting were achieved survival rates of 48.3% in the treatment "Paths" and 46.7% in the "Branches". The main causes of mortality up to two years and six months were germinated seeds in treatment "Branches" (76.9%) that was statistically superior to seeds depredates by agoutis (*Dasyprocta variegata*) and treatment "Paths "(30.0%).

The surviving plants reached heights averages of 23.4 cm in treatment "Paths" and 23.9 cm in treatment "Branches". During the seven months of further growth was observed the "Paths" with 4.6 cm, compared to the "Branches" whose growth was 2.2 cm. The damage in the "Paths" by insects increased from 10.3% in the first observation to 23.1% in the second. In the "Branches" increased from 15.4% to 29.6% in the first and second observation, respectively.

Keywords: Survival, Mortality *Bertholletia excelsa*, Routes and Branches

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.	EL ÁRBOL DE LA CASTAÑA ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) .....	4
2.1.1.	Características generales .....	4
2.1.2.	Ecología .....	6
2.1.3.	Distribución geográfica.....	9
2.2.	IMPORTANCIA DE LA CASTAÑA .....	10
2.2.1.	Importancia socio-económica .....	10
2.2.2.	Valor Nutricional .....	11
2.2.3.	Aspectos ambientales .....	11
2.2.4.	Sobre-explotación e impacto .....	12
2.3.	ACTIVIDADES DE ENRIQUECIMIENTO Y PLANTACIONES .....	13
2.3.1.	Formas de incrementar la producción de castaña .....	13
2.3.2.	Germinación de semillas de castaña bajo condiciones controladas.....	14
2.3.3.	Supervivencia y crecimiento de semillas en experimentos de enriquecimiento .....	15
2.4.	ECOLOGÍA DE LA PLÁNTULA .....	18
2.4.1.	Supervivencia de plántulas bajo condiciones naturales.....	19
2.4.2.	Crecimiento de la plántula bajo condiciones naturales.....	20
2.4.3.	Crecimiento de plántulas en experimentos controlados .....	21
2.5.	DAÑOS POR PLAGAS Y ENFERMEDADES .....	24
3.	MATERIALES Y MÉTODOS. ....	25
3.1.	ÁREA DE ESTUDIO. ....	25
3.1.1.	Clima .....	25
3.1.2.	Vegetación .....	25
3.1.3.	Suelo .....	26
3.2.	MATERIALES .....	26
3.3.	MÉTODOS .....	26
3.3.1.	Toma de datos .....	28
3.3.2.	Análisis estadístico. ....	32
4.	RESULTADOS.....	33
4.1.	MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA .....	33
4.1.1.	Causas de mortalidad o ausencia de plántulas.....	34
4.1.2.	Efectos de los tratamientos en la mortalidad .....	35
4.2.	TASA DE CRECIMIENTO .....	37
4.2.1.	Crecimiento en Altura de Planta .....	37
4.2.2.	Crecimiento en Diámetro de Tallo .....	39

4.3.	DAÑOS A PLANTAS VIVAS.....	41
5.	DISCUSIÓN.....	44
5.1.	SUPERVIVENCIA Y MORTALIDAD DE PLANTAS.....	44
5.2.	CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIÁMETRO .....	45
5.3.	DAÑOS POR FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS.....	46
6.	CONCLUSIONES.....	48
7.	RECOMENDACIONES .....	50
8.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	51

### Lista de Tablas

Tabla 1.-	Composición Nutricional de la Nuez de Castaña .....	11
Tabla 2.	Esquema de la siembra de castaña realizada por Guerreo 2008.....	27
Tabla 3.-	Mortalidad y supervivencia de plántulas de castaña .....	33
Tabla 4.	Causas de mortalidad o ausencia de plántulas.....	35
Tabla 5.	Crecimiento en Altura de Planta (cm).....	37
Tabla 6.	Crecimiento en diámetro de tallo (mm) .....	39
Tabla 7.	Daños a las plantas vivas.....	41

### Lista de Gráficos

Grafico 1.	Supervivencia de plántulas de castaña.....	34
Grafico 2.	Causas de mortalidad registradas en la primera observación.....	36
Grafico 3.	Causas de mortalidad registradas en la segunda observación .....	36
Grafico 4.	Incremento en altura de planta (cm) de castaña por tratamientos .....	38
Grafico 5.	Incremento en diámetro de tallo (mm) de castaña por tratamientos.....	40
Grafico 6.	Porcentaje de daños en la primera observación.....	42
Grafico 7.	Porcentaje de daños en la segunda observación .....	42

### Lista de Figuras

Figura 1.	Dibujos taxonómicos del árbol de castaña mostrando hojas e inflorescencias .....	5
Figura 2.	Períodos de floración y fructificación del árbol de castaña.. .....	6
Figura 3.	Dibujo esquemático del sistema de dispersión del árbol de castaña.. .....	8
Figura 4.	Distribución de poblaciones naturales del árbol de castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) Fen el Neotrópico.....	10
Figura 5.	Ubicación geográfica de la Estación Biológica Tahuamanu (EBT).....	25

## **Lista de Fotografías**

Fotografía 1. Tratamiento Sendas .....	28
Fotografía 2. Tratamiento Ramales .....	28
Fotografía 3. Medición de la altura de plántula .....	29
Fotografía 4. Medición del diámetro del tallo.....	29
Fotografía 5. Georeferenciado de plántulas. ....	30
Fotografía 6. Colocado de placa y cinta flaging .....	30
Fotografía 7. Daños causados por insectos .....	31
Fotografía 8. Semilla podrida antes de germinar .....	31
Fotografía 9. Semilla podrida después de germinar .....	32
Fotografía 10. Tallo cortado con machete, con rebrotes. ....	32

## **Anexos**

Anexo 1. Planilla de toma de datos .....	53
--	----

## **1. INTRODUCCIÓN.**

La recolección de castaña es una actividad que realizan los campesinos en la región amazónica desde tiempos antiguos. El aprovechamiento de castaña a nivel comercial y para exportación se inició a comienzos del siglo XX, después de que esta especie fue “descubierta” y descrita por los botánicos Humboldt y Bonpland en 1807. En el departamento Pando esta actividad es realizada por campesinos, indígenas, predios privados, barraqueros y los zafreros (IBCE 2010).

La castaña es un producto importante en cuanto se convierte en un medio para la creación de ingresos económicos en las regiones donde existen grandes densidades de bosques naturales que contienen estos árboles. Por ejemplo, en el Norte de Bolivia (Departamento de Pando y parte del Departamento del Beni) la economía regional depende en gran manera de la recolección y procesamiento de castaña (Zuidema 2003).

Los recolectores de castaña recorren el bosque en busca de árboles de castaña. Ellos establecen sendas angostas en el bosque; estas sendas conectan a los diferentes grupos de árboles de castaña. La actividad se realiza en la época de lluvia, cuando los frutos de castaña caen desde la corona del árbol (Zuidema 2003). En este periodo existe el movimiento de personas en bosque provocando una presión de explotación sobre este recurso, además sobre la fauna, de esta manera alterando los procesos naturales de la castaña.

En experimentos con plántulas, se ha relacionado el crecimiento de las plántulas de castaña, bajo tres parámetros: disponibilidad de luz, disponibilidad de agua y tamaño inicial de la plántula. La alta disponibilidad de luz generalmente no lleva a un crecimiento mayor en altura. En uno de los experimentos se observó que el crecimiento en altura tiende a declinar con una mayor disponibilidad de luz (Guerrero 2008 y 2009 datos no publicados). En otro experimento, tanto niveles muy altos como muy bajos de disponibilidad de luz resultaron en un crecimiento bajo en altura (Guerrero 2008 y 2009 datos no publicados).

Los estudios sobre regeneración y desarrollo de la castaña, requieren años de seguimiento debido al período de vida (árbol centenario) (Zuidema 2003), Guerrero (2008 y 2009) experimentó diferentes métodos para el enriquecimiento de áreas aprovechadas con semillas de castaña (posibles técnicas a ser aplicadas por los castañeros), una de ellas es el método de siembra directa en sendas y ramales. Debido a la conclusión del proyecto, no se le dio seguimiento al desarrollo de las plántulas después de la germinación, teniéndose datos solamente del éxito en germinación de este método.

En la presente investigación se comparó el crecimiento de plántulas de castaña, cuyas semillas fueron sembradas en el segundo semestre del año 2008 por Marcelo Guerrero (datos no publicados), en consecuencia, el objeto de estudio consistió en los niveles de exposición a la luz solar y se tuvo como tratamientos las “sendas” y “ramales”.

En consecuencia, el objetivo general de la presente investigación es: Evaluar el desarrollo de plántulas de castaña (*Bertholletia excelsa*) en un bosque húmedo tropical utilizando dos tratamientos y a tres años después de la germinación, mientras que los objetivos específicos fueron:

- a) Determinar el grado de sobrevivencia y mortalidad en cada tipo de tratamiento y sus causas.
- b) Determinar la tasa de crecimiento altitudinal y diamétrico en ambos tipos de tratamientos, y
- c) Evaluar los daños causados a las plantas vivas de castaña durante el periodo de investigación.

La hipótesis alterna planteada es: El tratamiento de siembra directa en “Sendas” tiene una alta tasa de germinación comparadas con el tratamiento “Ramales”, pero el tratamiento “Ramales” presenta una mayor tasa de crecimiento y sobrevivencias a las plántulas de castaña después de su germinación debido la gran cantidad de luz, factor que por naturaleza es restringido en las sendas; mientras que la hipótesis nula

es: ambos tratamiento presentaran el mismo grado de sobrevivencia y tasa de crecimiento.

## 2. MARCO TEÓRICO.

### 2.1. EL ÁRBOL DE LA CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*)

#### 2.1.1. Características generales

Stoian (2003), da la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Clase: Magnoliopsida  
Orden: Ericales  
Familia: Lecythidaceae  
Género: *Bertholletia*  
Especie: *B. excelsa*

Nombres comunes: Nuez de Pará, nuez del Brasil, castaña, conduiro (nombre huitoto), mata-matá, jiturede, dopirai (Amazonas, nombre huitoto), too-wa (Amazonas, nombre ticuna), castaño (Vaupés).

El género del árbol de castaña - *Bertholletia* - pertenece a la familia Lecythidaceae. Las especies que pertenecen a esta familia ocurren en regiones tropicales en todo el mundo. El árbol de castaña, *Bertholletia excelsa*, es la única especie en este género, y fue descrita en su taxonomía por los botánicos Humboldt y Bonpland a comienzos del siglo XIX.



Figura 1. Dibujos taxonómicos del árbol de castaña mostrando hojas e inflorescencias (A), detalle de las flores (sección transversal del androceo) con la capa típica (B), sección transversal del ovario (C), ovario y cáliz (D), fruto (E), semilla y cáscara (F) y Plántula con cotiledón (G). Tomado con permiso de Mori (1992). Dibujos de Bobbi Angell.

Los árboles de castaña se encuentran en la categoría de los árboles de mayor tamaño, pueden llegar a medir hasta 50 m de altura y su diámetro puede llegar a más de 3 metros de ancho a la altura del pecho (DAP). Los árboles adultos son mayormente emergentes, es decir, sus coronas sobrepasan el dosel del bosque. Su tronco no tiene aletones y la corteza contiene grietas conspicuas y longitudinales.

Las hojas no consisten en diferentes láminas y se encuentran ubicadas alternativamente en las ramas (es decir, que las hojas no se ubican una opuesta a la otra).

Sus flores son grandes, cerca de 3 cm de diámetro, y de consistencia carnosa, poseen una capucha doblada que permite a los polinizadores ingresar a la flor (Mori y Prance 1990).

Las semillas son de gran tamaño y tienen una cubierta de consistencia leñosa, (también llamada testa) las semillas están contenidas en un fruto de características similares a un coco. Las semillas son comúnmente llamadas castaña (cuando se encuentran con cáscara); la fruta es llamada “pyxidium”, o “coco”. El coco tiene un diámetro de más de 10 cm bastante grueso que se asemeja a una pared dura. Para mayor ilustración ver la Figura 1 donde se muestran las diferentes partes de la castaña.

Después de su germinación, la semilla (cotiledón) se vuelve parte del tronco, hecho que facilita en gran manera la identificación de las plántulas en el bosque (ver Figura 1)

### 2.1.2. Ecología

Los árboles de castaña pueden llegar a tamaños muy grandes. Ellos pueden alcanzar alturas de hasta 50 m, y un diámetro a la altura del pecho (DAP) de más de 3 metros. El árbol de castaña adulto (con un DAP de >60 cm) tiene un tallo recto sin ramas de 23 m de altura; a esa altura se forman de 2 a 4 ramas principales que a menudo se encorvan pronunciadamente. El desarrollo completo de la corona del árbol ocurre normalmente cuando la copa del árbol ha alcanzado la capa emergente en el bosque (es decir; la corona se posiciona sobre el dosel).

Las flores del árbol de castaña aparecen al principio de la estación de lluvia.

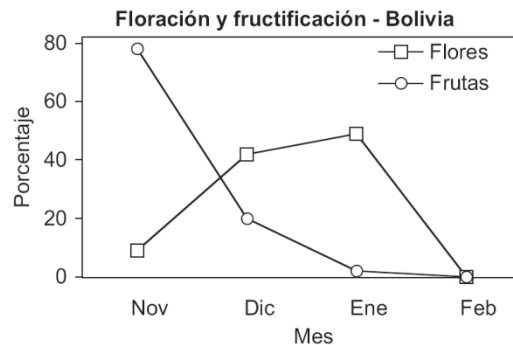


Figura 2. Períodos de floración y fructificación del árbol de castaña. Se muestra el porcentaje de la producción total de flores y frutos que cae en cada mes. Datos de 40

árboles reproductivos en un bosque primario en Beni, Bolivia, colectado en 1994-95. Fuente: Leigue Gómez & Boot (en prensa).

En la Figura 2 se muestra la distribución de las flores caídas en un bosque del norte de Bolivia. La cresta de florecimiento en este área ocurre entre los meses de diciembre y enero, mientras que en Perú esto parece ser más temprano, noviembre - diciembre (Ortiz 2002). Existe información sobre el florecimiento en el este de Brasil (Acre) las poblaciones florecen antes y en el oeste (Pará) el florecimiento de las poblaciones de árboles de castaña (Moritz 1984) varia, probablemente se relaciona con la distribución de lluvia durante el año.

Las flores del árbol de castaña están abiertas sólo durante unas horas: ellas abren antes de la salida del sol y son polinizadas por abejas de gran tamaño, sobre todo las abejas de Euglossinae. Sólo los insectos grandes pueden polinizar las flores del árbol de castaña, ya que este es el único tipo de insectos que pueden levantar la “capucha” de la flor para alcanzar el polen y néctar que se encuentra dentro de la flor (Nelson et al. 1985)

Los árboles de castaña fructifican cada año, aunque algunos árboles individuales pueden no producir en un año dado. El desarrollo de las semillas toma un tiempo muy largo, en muchos casos más de 12 meses (Moritz 1984, Ortiz 2002).

La reproducción del árbol de castaña está altamente relacionada a la disponibilidad de luz. Los árboles emergentes (con coronas que sobrepasan el dosel del bosque) tienen una probabilidad más alta de ser reproductivos. La producción de fruta de un árbol puede variar entre: 1032 (Zuidema & Boot 2002), 1126 (Leigue Gómez & Boot en prensa), o incluso más de 2000 frutas (Ortiz 2002).

Varios son los factores considerados (Viana et al. 1998, Leigue Gómez & Boot en prensa): (1) el tamaño del árbol, (2) la posición de la corona del árbol, (3) la infestación con bejucos, (4) la variación temporal inherente, (5) los factores climáticos, (6) los factores genéticos, (7) las condiciones de la tierra, (8) las interacciones con los polinizadores, y (9) las interacciones con rapaces de fruta (cuando la fruta todavía está en el árbol).

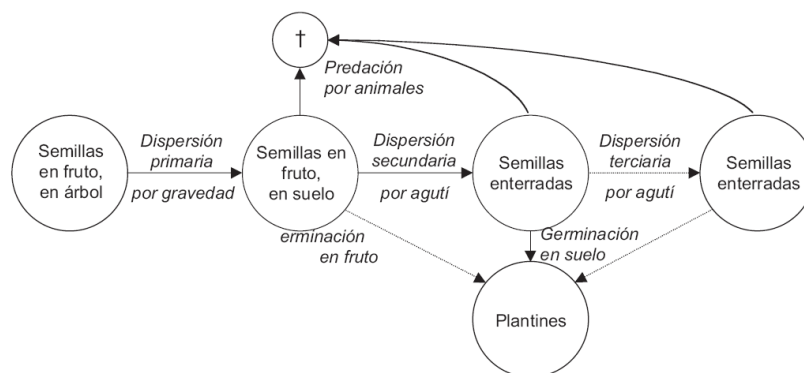


Figura 3. Dibujo esquemático del sistema de dispersión del árbol de castaña. Los círculos son las etapas de la dispersión, las flechas son los procesos.

El árbol de castaña tiene una ecología de dispersión compleja que probablemente depende en gran forma de las actividades de acopio y dispersión de semillas, que realizan los agutis (jochis). En la Figura 3 se proporciona un dibujo esquemático de las diferentes fases en el sistema de dispersión del árbol de castaña.

No hay mucho conocimiento sobre la germinación del árbol de castaña bajo condiciones naturales. Se informa que la germinación puede ocurrir después de un periodo de 12-18 meses (Müller 1981), estos datos son basados en un estudio realizado en Brasil.

La probabilidad de supervivencia para las plántulas de castaña es relativamente alta comparada con la de otros árboles tropicales. Incluso para las plántulas más pequeñas, por lo menos el 50% sobreviven por año. La probabilidad de supervivencia para las plántulas de 35 a 70 cm de altura es por lo menos un tercio más alto que el de las plántulas más pequeñas (de 10 a 35 cm de altura). Las plántulas de más de 70 cm de altura tienen una probabilidad anual de supervivencia de casi 100%. Una parte sustancial de la mortalidad de las plántulas pequeñas probablemente es causada por agutis (jochis) u otros roedores que comen el cotiledón (reserva de la semilla) de las plántulas de castaña. Ya que el cotiledón forma parte del tallo, la depredación del mismo origina la muerte del plantín. Altas

tasas de mortalidad por depredación del cotiledón también fueron encontradas en dos estudios en Perú (Ortiz 2002) y en Brasil (Baider 2001).

El crecimiento en altura de las plántulas de castaña en poblaciones naturales, generalmente se incrementa con el aumento en tamaño. Cuando las plántulas alcanzan 1 m más de altura, la tasa de crecimiento en altura aumenta aproximadamente 6 cm por año. En este estudio, no se encontró ninguna diferencia entre los sitios de estudio en cuanto al crecimiento de plántulas (Zuidema 2003).

En experimentos con plántulas, se ha relacionado el crecimiento de las plántulas de castaña, bajo tres parámetros: disponibilidad de luz, disponibilidad de agua y tamaño inicial de la plántula. La alta disponibilidad de luz generalmente no lleva a un crecimiento mayor en altura (Zuidema 2003).

### **2.1.3. Distribución geográfica**

El árbol de castaña crece a lo largo de la región Amazónica en América del Sur (Figura 4). Esta especie pueden encontrarse en las Guayanas, Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia y Brasil 2). Sin embargo, densidades suficientemente altas como para que la recolección de castaña se considere rentable, solo ocurren en partes de Bolivia (Departamento de Pando y parte de los Departamentos de Beni y La Paz), Brasil (Estados de Pará, Amazonas, Acre y Rondônia) y Perú (el Departamento de Madre de Dios), (Zuidema 2003).

Los árboles de castaña ocurren en bosques en terreno no inundado (tierra firme), con suelos pobres en nutrientes y bien drenadas de los tipos utisol y exisol (Peres y Baider 1997)



Figura 4. Distribución de poblaciones naturales del árbol de castaña (*Bertholletia excelsa*) en el Neotrópico. Los puntos indican sitios donde las muestras taxonómicas de la especie han sido colectadas. En base de Kainer *et al.* (1999), con permiso.

## 2.2. IMPORTANCIA DE LA CASTAÑA

### 2.2.1. Importancia socio-económica

La castaña es un producto importante en cuanto se convierte en un medio para la creación de ingresos económicos en las regiones donde existen grandes densidades de bosques naturales que contienen estos árboles. Por ejemplo, en el Norte de Bolivia (Departamento de Pando y parte del Departamento del Beni) la economía regional depende en gran manera de la recolección y procesamiento de castaña (Zuidema 2003).

En el norte de Bolivia, los ingresos económicos de gran parte de la población dependen de los procesos de recolección, transporte y procesamiento de la castaña. Cerca del 10% (5-6 mil personas) del total de la población de una de las ciudades más grandes del norte de Bolivia (Riberalta) es empleada en las plantas procesadoras de castaña, para las labores de pelado y selección de este producto. La recolección de castaña es realizada por un estimado de 12 a 13 mil personas. La mitad de estas personas son trabajadores estacionales, quienes se movilizan al campo de 3 a 4 meses por año, llevando consigo a su familia (Zuidema 2003).

### 2.2.2. Valor Nutricional

Eyden (1999) indica que la castaña contiene 70% de grasas no saturadas (benéficas) y ayuda al aprovechamiento de varias vitaminas. Resaltan su nivel de energía, el contenido de grasas digeribles, calcio, fósforo, potasio y vitamina B; es también una fuente de vitaminas A y C y alto contenido en proteína. No obstante, al ser una nuez rica en calorías se recomienda que su consumo no pase de una nuez por día. La nuez tiene atributos medicinales por su calidad astringente.

**Tabla 1.- Composición Nutricional de la Nuez de Castaña**

Componentes	Contenido de 100 g de parte comestible	Valores diarios recomendados
Calorías	604.40	
Calorías de grasa	399.60	
Azúcares	6.91 g	
Carbohidratos	30.40 g	300 g
Fibra dietética	3.96 g	25 g
Grasa total	44.40 g	66 g
Proteínas	20.80 g	
Calcio	8.90 mg	162 mg
Hierro	5.08 mg	18 mg
Sodio	254.10 mg	2 400 mg

Fuente: (Eyden 1999)

### 2.2.3. Aspectos ambientales

BOLFOR (1999), afirma que un 15% del norte de Bolivia está cubierto por bosques tropicales, para cuya preservación el gobierno boliviano, algunas iniciativas locales y la comunidad internacional están trabajando intensamente. Sólo un 4% de dicha área se ha degradado; uno de los principales factores que contribuyen a este alto estado de conservación es el aprovechamiento tradicional de los bosques con una intensidad que mantiene la biodiversidad y preserva el área como un importante sumidero de dióxido de carbono, contribuyendo así a la disminución del calentamiento global. Las principales actividades económicas que han permitido

dicha conservación han sido la recolección de castaña y, hasta principios de siglo, la de caucho. Actualmente la industria castañera es responsable del 70% de la actividad económica de la región y ha sido el motivo principal para la preservación del ecosistema. Los intentos de desmontar el bosque y dejar árboles de castaña entre pastizales, han demostrado que la castaña depende de otras especies del bosque para mantener las poblaciones de sus polinizadores. Por lo tanto, este árbol sumado a la economía que sustenta, son factores clave para la conservación de los bosques. Sin la industria castañera, existen pocos incentivos para que los habitantes de la región preserven el bosque y sería difícil que el gobierno boliviano evite la deforestación una vez que la gente busque otras fuentes de ingresos.

El grado de deforestación en las zonas aledañas del Perú y Brasil, en las que no existe una industria castañera considerable, constituye un lúgubre pronóstico de lo que será la región si esta industria fracasa. La economía de la castaña, y por consiguiente el medio ambiente, se verán extremadamente amenazados como resultado de las estrictas regulaciones que se aplicarán en los principales mercados de este producto.

#### **2.2.4. Sobre-explotación e impacto**

La actividad de recolección de almendra, puede tener consecuencias para la regeneración natural del árbol de castaña (es decir: para la aparición de nuevos individuos) de tres maneras: (1) la cantidad de semillas disponibles para la germinación es fuertemente reducida y causa que disminuya la aparición de nuevas plántulas. (2) Las semillas que son dispersadas a causa de la actividad de dispersión que realizan los animales (agutis o jochis) pueden cambiar debido a la disminución de la disponibilidad de semillas. (3) La densidad de los animales dispersadores puede disminuir como resultado de las actividades de cacería que realizan los recolectores de castaña. Y, (4) puede haber una influencia positiva del aprovechamiento, cuando los recolectores de castaña, involuntariamente dispersan las semillas al abrir las frutas o transportar las semillas en bolsas. Seguidamente, se discute la importancia de cada uno de estos cambios en la regeneración del árbol de castaña (Zuidema 2003).

Los niveles altos de aprovechamiento de castaña pueden ser sostenibles, por lo menos sobre un periodo de 50 años, sin tener efecto en la reducción de la producción potencial y salvaguardar la productividad por periodos más largos de tiempo (Zuidema 2003).

## **2.3. ACTIVIDADES DE ENRIQUECIMIENTO Y PLANTACIONES**

### **2.3.1. Formas de incrementar la producción de castaña**

En vista del considerable ingreso económico que genera la recolección de castaña, hay interés en técnicas que permitan aumentar la producción potencial de nueces. El aumento en la producción de castaña puede lograrse de dos maneras: (1) aumentando la producción de castaña de los árboles existentes, o (2) aumentando el número y/o densidad de árboles de castaña.

- Un aumento en producción de los árboles de castaña existentes puede lograrse eliminando ciertos factores que reducen la reproducción. Una medida importante es la eliminación de los bejucos ubicados en los árboles. Los bejucos reducen la producción de castaña en poblaciones naturales. Cuando los árboles de castaña son infestados por grandes cantidades de bejucos, su producción de semillas es considerablemente reducida. El problema de la infestación de bejucos puede ser eliminado de una forma relativamente fácil; cortando los tallos de esos bejucos que suben a los árboles. Ésta es una actividad que no requiere mucho tiempo y probablemente puede combinarse con la recolección de castaña. Se han realizado ensayos de la corta de lianas y bejucos a gran escala, en el Departamento del Beni Bolivia.
- La densidad y número de árboles de castaña pueden ser incrementadas por medio de actividades de enriquecimiento y por medio de la siembra de plántulas de esa especie. Varios experimentos de enriquecimiento se han llevado a cabo en bosques primarios y en bosques secundarios; así como también en terrenos de agricultura y de pastoreo. Otra manera de aumentar el número de árboles de castaña, es el establecimiento de plantaciones.

### **2.3.2. Germinación de semillas de castaña bajo condiciones controladas**

El árbol de castaña es usado con frecuencia para plantaciones en campos agrícolas, para actividades de enriquecimiento en bosques secundarios; y para establecer plantaciones. Aunque esto se ha llevado a cabo predominantemente en ensayos experimentales y a una escala relativamente pequeña, en la actualidad existen programas de siembra a una escala mayor. Para todas estas actividades se requieren de plántulas, que en la mayoría de los casos tendrán que ser obtenidas de las semillas germinadas bajo condiciones controladas.

Los resultados de dos de los estudios llevados a cabo por Kainer et al. (1990) revelan que hay diferencias en el porcentaje de germinación y en el tiempo de germinación de semillas de diferentes árboles madre. Por ejemplo, después de 8 meses el éxito de la germinación (% de semillas germinadas) varió entre 30% y 70%, dependiendo del árbol madre. Estas diferencias no se relacionaron a las diferencias en tamaño o peso de las semillas. Al parecer, otros factores juegan un papel importante en la determinación del tiempo y éxito de germinación.

El almacenamiento húmedo de semillas tiene una influencia positiva en el tiempo de la germinación y éxito de las semillas de castaña. En un experimento de germinación, la parte de semillas de castaña que fue coleccionada en poblaciones naturales fue inmediatamente sembrada y otra parte se almacenó durante 5.5 meses bajo condiciones húmedas. La germinación de semillas que fueron previamente almacenadas empezó mucho más temprano que en el caso de las semillas no-almacenadas, y una parte más grande de las semillas germinó en un periodo mucho más corto. Por consiguiente, parece que un cierto periodo bajo condiciones húmedas es necesario para que ocurra una rápida y exitosa germinación. Por consiguiente, para la producción eficaz y continuada de plántulas de castaña, se recomienda almacenar cantidades suficientes de castaña bajo condiciones húmedas. Para el experimento mencionado se guardaron semillas en un tanque de cemento redondo, encima de una capa de 25 cm de arena fina lavada. Las semillas se cubrieron con una segunda capa de arena fina de 25 cm. El tanque estaba provisto con una cañería de desagüe en el fondo, para descargar el exceso de agua. El tanque se regó hasta

que el agua goteara fuera de la cañería del desagüe. Se regaba regularmente para mantener los volúmenes de humedad del tanque (en la estación seca el riego se hizo una vez por semana).

### **2.3.3. Supervivencia y crecimiento de semillas en experimentos de enriquecimiento**

Se han realizado actividades de enriquecimiento con plantas de castaña en campos agrícolas, áreas de pastoreo, y en bosques primarios y secundarios. En bosques secundarios, se han plantado plántulas de castaña en fajas, donde la vegetación original fue aclarada. La información sobre actividades de enriquecimiento en bosques primarios, campos agrícolas y áreas de pastoreo, se proporcionan a continuación.

En dos experimentos llevados a cabo en Acre, Brasil, se han plantado plántulas de castaña en claros en bosques primarios. En uno de estos experimentos (Estudio 1), las plántulas pequeñas (7 cm de altura) se plantaron en claros pequeños; el otro experimento (Estudio 2) se llevó a cabo con plántulas más grandes (20 cm de altura) y en claros grandes creados por las actividades de extracción de madera, y en los caminos de máquinas pesadas.

La comparación de la supervivencia y crecimiento de plántulas plantados en los dos experimentos indica que hay una diferencia grande en crecimiento de altura entre los dos experimentos: las plántulas más pequeños plantados en claros pequeños (Estudio 1) tenían una proporción de crecimiento mucho más baja que las plántulas más grandes en huecos más grandes (Estudio 2). Esto puede ser explicado por las diferencias en tamaño de la plántula y la disponibilidad de luz entre los experimentos. Las plántulas más grandes pueden lograr una tasa de crecimiento de altura mayor, ya que ellos tienen un área de hoja más grande que les permite captar más luz. Y la disponibilidad de luz más alta puede producir más fotosíntesis, por consiguiente proporciones de crecimiento más altas. Como resultado, las plántulas grandes en claros grandes pudieron lograr una altura de casi 3 metros en un periodo de 5 años. Otra diferencia en los resultados es la baja tasa de supervivencia, que se observó en el Estudio 2. La mortalidad alta que se observa en el primer año para el

Estudio 2 que se debió principalmente a los roedores que matan las plántulas para comer el cotiledón nutritivo (reserva de la semilla). En el sitio de Estudio 1, la abundancia de roedores fue probablemente mucho menor, debido a la caza intensiva. De ambos estudios se pone claro que menos de un tercio de las plántulas plantadas sobrevive en un periodo de dos años. Es importante tener en cuenta las altas tasas de mortalidad, para el planeamiento de actividades de enriquecimiento en claros.

Se han realizado plantaciones de enriquecimiento de plántulas de castaña en campos agrícolas en Acre, Brasil (Estudio 1) y en Beni, Bolivia (Estudio 3). Los resultados de estos estudios se muestran nuevamente, las plántulas plantadas en el Estudio 1 eran más pequeños (7 cm) que aquellos en el otro estudio 3 (23 cm). La diferencia del tamaño inicial explica probablemente la diferencia en la tasa de crecimiento y mortalidad entre los dos estudios. Las plántulas pequeñas generalmente experimentan una tasa de mortalidad más alta. De hecho, la mortalidad puede ser más alta de la que se encontró en el Estudio 1, en caso que la abundancia de roedores sea alta en el área: la inmensa mayoría de plántulas muere después de varios meses debido al consumo del cotiledón por roedores. Las plántulas más pequeñas como los usados en el Estudio 1 tienen intrínsecamente una tasa de crecimiento mucho más baja, que las plántulas más grandes.

Las plántulas de castaña plantadas en áreas de pastoreo sobrevivieron bien pero crecieron pobremente. Los resultados de un estudio en Acre, Brasil, demuestran que donde se plantaron plántulas pequeños con cercos de protección en áreas de pastoreo con animales y se plantaron plántulas sin cercos de protección en áreas sin uso de pastoreo. Cuando se comparó los claros con las tierras de agricultura, el crecimiento en altura fue más bajo, pero la supervivencia fue más alta.

Anteriormente, se han comparado los diferentes sitios donde se realizaron las actividades de enriquecimiento con árboles de castaña en sentido biológico. Aparte de esto, es también importante considerar la conveniencia social de los diferentes sitios de enriquecimiento. En el Estudio 1, la conveniencia de los tres sitios (claros en el bosque, áreas de pastoreo y campos agrícolas) fue determinada incluyendo las

opiniones de personas locales que ayudaban en los experimentos. Los claros en el bosque parecían ser sitios convenientes de un punto de vista social, ya que la mano de obra requerida es baja. Desde el punto de vista bosque-biológico, estos sitios fueron los menos convenientes, ya que el crecimiento de la plántula fue bajo debido a la poca disponibilidad de luz.

El segundo sitio de enriquecimiento, campos agrícolas, fue encontrado ser el ambiente más conveniente desde ambos puntos de vista: social y biológico; ya que el crecimiento y supervivencia fueron altos en estas áreas, y las actividades de enriquecimiento (plantación y desyerbado) pueden combinarse con las actividades requeridas para el cultivo de cosechas. El tercer sitio de enriquecimiento, las áreas de pastoreo fueron inconvenientes desde el punto de vista social: las plántulas plantadas deben protegerse de los animales con cercas, las cercas deben verificarse frecuentemente y el área se debe desyerbar constantemente. No obstante, la alta tasa de supervivencia y el buen crecimiento de las plántulas plantadas en áreas de pastoreo sugieren que este sitio sea conveniente para enriquecimiento en el sentido biológico.

En conclusión, al combinar la conveniencia social y biológica de los tres sitios de enriquecimiento, los campos agrícolas parecen ser la mejor opción para el enriquecimiento exitoso realizado con árboles de castaña. Otra buena opción para enriquecimiento con plántulas no incluida en los estudios anteriores, es la plantación realizada en fajas en bosques secundarios: este método se presenta en la próxima Sección.

Algunas recomendaciones importantes y prácticas pueden derivarse de los resultados de los tres estudios de enriquecimiento. Primeramente, se recomienda plantar plántulas de por lo menos 20-25 altura del cm, cuando estas plántulas probablemente serán matadas por roedores que consumen el cotiledón (la reserva de la semilla en el tallo). El cotiledón en plántulas de ese tamaño es protegido por el tallo leñoso.

En segundo lugar, se recomendaba aclarar la vegetación alrededor de las plántulas plantadas. Esto se hizo en los tres experimentos discutidos: en algunos casos sólo una vez después de plantar, y en otros casos a intervalos regulares.

El levantamiento de la vegetación existente, disminuye la competencia con plántulas vecinos de otras especies, y de esta forma se puede aumentar la proporción de crecimiento y las probabilidades de supervivencia.

## **2.4. ECOLOGÍA DE LA PLÁNTULA**

La información sobre densidades y condiciones de las plántulas de castaña en condiciones naturales es escasa. Estudios en Acre, Brasil y en el Norte de la Amazonia Boliviana proporcionan información sobre la densidad de plántulas clasificadas según el tamaño. Los resultados indican que la categoría del tamaño más abundante es la que contiene plántulas de menos de 35 cm de altura y ocurren a una densidad de 20 a 40 plántulas por hectárea. Sumando los datos de todas las plántulas más pequeñas de 140 cm de altura, se obtiene una densidad de 25 a 50 plántulas por hectárea. Otro estudio en uno de estos sitios reveló una densidad similar a 53 plántulas por hectárea para plantas <130 cm de altura (Myers et al. 2000). Un estudio en Acre, Brasil que incluyó plántulas grandes (o brinzales) de más de 1 m en altura informó una abundancia de 2.5 individuos por hectárea (Viana et al. 1998). Esta abundancia es similar a la de la categoría más grande, por lo que se puede ver claramente, que el número de plántulas encontradas en una hectárea, depende en gran manera de la abundancia de los árboles adultos en dicha área.

Una de las razones por la cual no existe mucha información disponible sobre la abundancia de plántulas, es que una investigación de este tipo, realizada en áreas grandes, y que pretenda obtener estimaciones fiables del número de plántulas por hectárea, lleva mucho tiempo. Los resultados de dos estudios realizados en Bolivia, donde se realizó una búsqueda sistemática de plántulas de casi 6 hectáreas, indican que estas búsquedas se llevaron a cabo en subparcelas (de 20 por 20 m, o 25 por 25 m). En un tercio de las sub-parcelas, no se encontró ninguna plántula. En otro estudio realizado en Bolivia, se realizó la investigación de 0.3 hectárea. En el

estudio en Brasil, se investigaron 51 hectáreas para plántulas de >1 m de altura. En conclusión, se necesitan áreas de muestreo grandes para obtener buenas estimaciones sobre densidades.

Las plántulas recientemente germinadas ocurren a poca distancia de los árboles adultos más cercanos. Las distancias de nuevas plántulas con relación al árbol adulto, basado en información sobre la posición de 75 plántulas de menor de 1 año, con respecto a 22 árboles adultos en el norte de Bolivia. La distribución espacial de estas plántulas parecía ser al azar con relación a los árboles adultos. Esto significa que ellos no se agrupan alrededor de los árboles adultos.

Las plántulas de castaña de tamaño pequeño ocurren principalmente en lugares oscuros en el sotobosque. El porcentaje de plántulas que no reciben luz directa debido a agujeros pequeños en el dosel del bosque. Ellos reciben principalmente luz indirecta. También es cierto que la proporción de plántulas que reciben cantidades sustanciales de luz directa (a través de los agujeros pequeños en el dosel) aumenta gradualmente con el tamaño de la plántula.

Las plántulas grandes parecen ocurrir con mayor frecuencia en claros (espacios abiertos en el dosel del bosque) que en el sotobosque. Un inventario de claros en un bosque en Bolivia ha revelado que la probabilidad de que se encuentre una plántula grande (>130 cm de altura) en un claro aumenta con la disponibilidad de luz en ese claro; los resultados indican esta relación para 50 claros de los cuales 15 contuvieron una plántula grande de castaña.

Plántulas pequeñas (<130 cm de altura) de castaña puede beneficiarse de la disponibilidad de luz más alta que hay en los claros. En promedio estas plántulas son casi 70% más altas en un claro, comparado con las que se encuentran en un sitio en el sotobosque.

#### **2.4.1. Supervivencia de plántulas bajo condiciones naturales**

La información sobre la dinámica de las plántulas en poblaciones naturales de castaña es escasa. Hasta ahora, se han publicado los resultados de sólo un estudio.

Este estudio se llevó a cabo en dos sitios de bosques primarios en el norte de la amazonia de Bolivia. En este estudio se procedió a marcar y remedir anualmente el tamaño de las plántulas, y de esta forma se obtuvo información sobre el crecimiento y supervivencia de las plántulas. Esta información se ha relacionado al tamaño inicial de las plántulas y a las condiciones de luz.

La probabilidad de supervivencia para las plántulas de castaña es relativamente alta comparada con la de otros árboles tropicales. La probabilidad de supervivencia para las plántulas de 35 a 70 cm de altura es por lo menos un tercio más alto que el de las plántulas más pequeñas (de 10 a 35 cm de altura).

Las plántulas de más de 70 cm de altura tienen una probabilidad anual de supervivencia de casi 100%. Una parte sustancial de la mortalidad de las plántulas pequeñas probablemente es causada por agutis (jochis) u otros roedores que comen el cotiledón (reserva de la semilla) de las plántulas de castaña. Ya que el cotiledón forma parte del tallo, la depredación del mismo origina la muerte del plantín. Altas tasas de mortalidad por depredación del cotiledón también fueron encontradas en dos estudios en Perú (Ortiz 2002) y (Baider 2001).

En el mismo estudio realizado en Bolivia, la supervivencia de las plántulas de castaña más baja se encontró durante un año excepcionalmente seco (concurriendo con el fenómeno de “El Niño”) comparado con las de un año normal. En uno de los sitios de estudio se encontró una diferencia estadística en supervivencia significativa.

En este lugar, la mortalidad fue 15% más alta durante el año seco.

#### **2.4.2. Crecimiento de la plántula bajo condiciones naturales**

El crecimiento en altura de las plántulas de castaña en poblaciones naturales, generalmente se incrementa con el aumento en tamaño. En un estudio sobre la relación entre el crecimiento y la altura inicial de las plántulas en dos poblaciones naturales en el Norte de la Amazonia Boliviana se observó que cuando las plántulas alcanzan 1 m más de altura, la tasa de crecimiento en altura aumenta

aproximadamente 6 cm por año. En este estudio, no se encontró ninguna diferencia entre los sitios de estudio en cuanto al crecimiento de plántulas.

El crecimiento de plántulas era muy inconstante, como se puede ver por las desviaciones grandes de crecimiento en altura. Parte de esta variación se debió a la gran diferencia en disponibilidad de luz que experimentaron las plántulas. Plántulas que recibieron algo de luz directa lograron una proporción de crecimiento substancialmente más alta que las plántulas que recibieron sólo luz indirecta.

Se encontró que el crecimiento de plántulas fue más bajo durante el año excepcionalmente seco “año del Niño” en dos poblaciones naturales en el norte de Bolivia. La lluvia durante la época del Niño (año 1998) fue considerablemente más baja que lo normal. En la Figura 7.9 se compara el crecimiento en la altura de las plántulas entre años: la diferencia en proporción de crecimiento fue de 4.0 cm por año para Beni y 2.5 cm por año para Pando.

Los años secos como 1998 ocurren a una frecuencia aproximada de una vez por cada ocho años en el norte de Bolivia.

#### **2.4.3. Crecimiento de plántulas en experimentos controlados**

Una cantidad relativamente grande de información existe sobre el crecimiento de plántulas de castaña bajo condiciones experimentales. Los experimentos con plántulas de castaña se han llevado a cabo en cajas de sombra y en el bosque. Los resultados de los estudios en el campo, realizados con plántulas de castaña, y referidos a actividades de plantaciones de enriquecimiento. En esta sección se discuten los resultados de los experimentos realizados bajo condiciones controladas.

En experimentos con plántulas, se ha relacionado el crecimiento de las plántulas de castaña, bajo tres parámetros: disponibilidad de luz, disponibilidad de agua y tamaño inicial de la plántula. La alta disponibilidad de luz generalmente no lleva a un crecimiento mayor en altura. En uno de los experimentos, se muestra que el crecimiento en altura tiende a declinar con una mayor disponibilidad de luz.

En el otro experimento, tanto niveles muy altos como muy bajos de disponibilidad de luz resultaron en un crecimiento bajo en altura. Esto puede deberse a la baja disponibilidad de luz en el tratamiento con 1% de luz. A niveles de luz altos las plántulas de castaña tienden a producir muchas ramas, por consiguiente invierten más biomasa en crecimiento horizontal que en el crecimiento vertical.

En contraposición al crecimiento en altura, el crecimiento en biomasa generalmente aumenta cuando hay mayor disponibilidad de luz. En ambos experimentos, el incremento en disponibilidad de luz conlleva siempre a un aumento en crecimiento de la biomasa. Sin embargo, este aumento en proporción de crecimiento es mucho más alto para los niveles de luz bajos que para los niveles de luz altos. Por ejemplo, aumentando el nivel de luz de 3 a 6% se nota un impacto mucho mayor en la tasa de crecimiento que en el aumento de 25 a 50% de la disponibilidad de luz.

Combinando los resultados se puede concluir que la intensidad de las condiciones de luz más conveniente para el crecimiento rápido de plántulas de castaña, probablemente es el nivel intermedio de luz. A una disponibilidad de luz de 10 a 25% ambos el crecimiento en altura y el crecimiento de la biomasa son relativamente altos. Los dos tipos de crecimiento son importantes cuando se usan plántulas para actividades de enriquecimiento o en plantaciones. Un buen desarrollo en términos de altura es importante ya que esto permite que las plántulas puedan competir con plantas vecinas para alcanzar las capas más altas en el bosque, con niveles más altos de luz. Un alto crecimiento de la biomasa es importante ya que implica un mejor desarrollo de ramas y hojas.

Un segundo factor que influye en el crecimiento de las plántulas de castaña es la disponibilidad de agua. Ya que las estaciones relativamente secas ocurren a lo largo del área de distribución del árbol de castaña, es importante notar que las plántulas toleran un periodo de sequía moderado. En la sección anterior se mostró que un periodo excepcionalmente seco causó que el crecimiento de plántulas y la supervivencia fuera más reducido. En un experimento controlado realizado en Bolivia, donde se usaron cajas de sombra se probó el efecto que tiene la disponibilidad de agua. Los resultados de este experimento. Contrariamente a las

medidas del campo donde no se encontró ningún efecto con relación a la disponibilidad de agua en el crecimiento de altura de los plántulas de castaña. Esto se explica probablemente porque la disponibilidad de agua más baja fue simulado en este experimento (regando cada 15 días) y al parecer la disponibilidad probablemente, no fue lo suficientemente baja, como para reducir el crecimiento de los plántulas. De hecho, el periodo de la carencia de lluvia de esta duración, ocurre en un promedio de dos veces por año en el norte de Bolivia (Hayashida-Oliver et al. 2001). No obstante, los resultados de este experimento muestran que el crecimiento de plántulas de castaña no fue afectado por periodo ligeramente cortos y periodos moderadamente largos sin lluvia.

El tercer factor que influye en el crecimiento de las plántulas es el tamaño inicial de la plántula. Para probar esta relación se llevó a cabo un experimento bajo condiciones controladas en Bolivia. Las plántulas de castaña que se usaron para el experimento difirieron en edad (por consiguiente en tamaño): 2 meses (14 cm de altura), 5 a 6 meses (47 cm de altura) y 24 meses (80 cm de altura).

El crecimiento de la altura fue mayor, para las plántulas de la clase de tamaño intermedia, y más baja para las plántulas pequeñas y grandes. El crecimiento de la biomasa generalmente aumenta con el tamaño de la plántula, aunque fue ligeramente bajo para las plantas grandes. En la práctica esto implica que las plántulas de alrededor 40 a 60 cm de altura (de tamaños intermedios) son probablemente las más aconsejables para usar en el establecimiento de plantaciones o para actividades de enriquecimiento, que las plántulas más pequeñas y más grandes.

Ya que además de lograr una tasa de crecimiento más alta que las plántulas más pequeñas o más grandes, estas plántulas también sufren menos el efecto de la predación del cotiledón cuando son trasplantadas a situaciones naturales.

La predación del cotiledón es una causa importante de mortalidad de las plántulas, sobre todo cuando se trata de plántulas pequeñas.

## 2.5. DAÑOS POR PLAGAS Y ENFERMEDADES

Corvera et al. (2007), señala que los mayores perjuicios en plantaciones de la región Madre de Dios (Perú) se da en el periodo de establecimiento, son ocasionados por el añuje (*Dasyprocta fuliginosa*) estos cortan las plántulas en la base del tallo y consumen la semilla que aún no está lignificada.

El ataque es controlado eficientemente usando una barrera física en el contorno de la planta que impida el acceso del roedor a la misma, los mejores resultados se han obtenido usando una malla metálica.

Otra plaga de menor importancia son las hormigas cortadoras (*Atta sedens*), que corta las hojas que puede ser controlada con cebos formícidas, distribuidos en el área de cultivo. El coleóptero *Tribolium castaneum* que ataca la castaña en almacenamiento, sin embargo la ocurrencia, en la región es muy aislada.

Se han reportado pocas enfermedades para las plantas de castaña, se tiene registrada la mancha parda de las hojas, cuyo agente etiológico es el hongo *Cercospora bertholletia* y el “tostado de los injertos” causado por *Phytophthora sp.*, que ocasiona la muerte de los injertos. La primera puede ser controlada con fungicidas cúpricos (0,3%) o con Benomyl (0,1%) y la segunda por medio de pulverizaciones con Metalaxyl + Mancozeb (0,1%).

En la región de Madre de Dios se observaron árboles grandes de castaña amazónica con ataques de lepidópteros *Lusura altrix*, ocasionando una defoliación severa, afectando hasta el 50% del follaje. Sin embargo, no existen reportes de ataques de estos lepidópteros en árboles cultivados o de menor tamaño.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDIO.

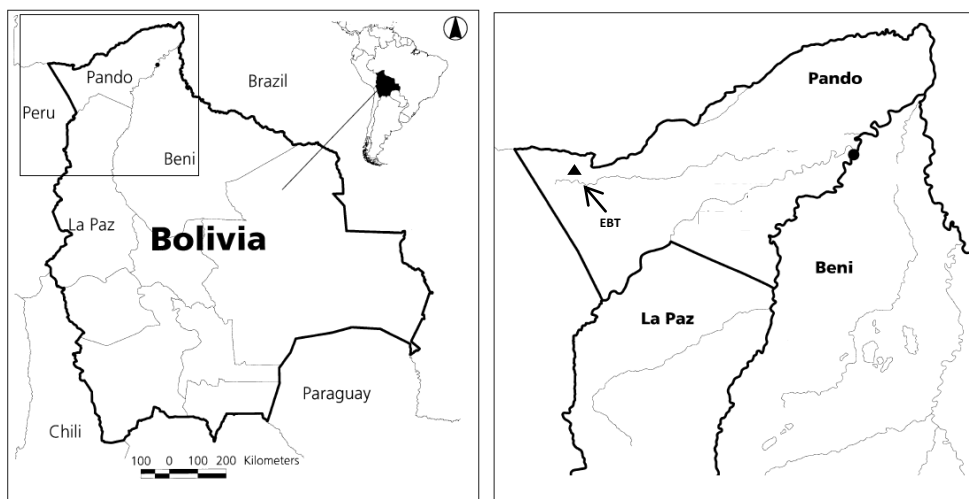


Figura 5. Ubicación geográfica de la Estación Biológica Tahuamanu (EBT)

La Estación Biológica Tahuamanu (EBT) se encuentra ubicada en el departamento de Pando, en la provincia Nicolás Suárez ( $11^{\circ}, 24' S$  y  $69^{\circ} 01' O$ ) en la llanura chaco-beniana, en las llanuras aluviales bajas y amplias del río Tahuamanu y una zona de colinas de más de 150 msnm. Cuenta con una vegetación diversa típica de la Amazonía occidental con pequeñas manchas de guadua y bosque de tierra firme cuenta con una gran diversidad de fauna, especialmente de primates con 14 especies. (Alverson et, al 2000). (Figura 5).

##### 3.1.1. Clima

El clima es Neotropical (Temperatura media de  $25$  a  $30^{\circ}$  y precipitaciones de 1700 al 1800 mm/año).

##### 3.1.2. Vegetación

En las 615 especies que se registraron para la EBT, sobresalen 5 de las familias: Fabaceae, Moraceae, Rubiaceae, Arecaceae, y Euphorbiaceae. Los géneros con la mayoría de especies representadas son: Ficus, Inga, Piper y Pouteria. Las especie que se encuentran en densidades altas, son Rinorea, Siparuna y Geonoma, pero en

todo caso la planta más abundante es el común helecho *Adiantum*, que se encuentra en casi todo metro cuadrado del bosque maduro de la tierra firme (Alverson *et al.*, 2000 y Porter 2004).

En pequeñas muestras del mismo tamaño, en las laderas superiores de la EBT, los árboles emergentes y arbustos parecen ser más diversos que los árboles de nivel de dosel y los árboles medianos del sotobosque. La menor diversidad parece ocurrir en las plantas herbáceas, sin embargo éstas son mucho más variadas y abundantes en las áreas húmedas cerca de los lechos de los arroyos (Alverson *et al.*, 2000).

### **3.1.3. Suelo**

Los suelos son bien drenados con bosques medios muy densos, donde las especies características y/o dominantes son: *Tetragastris altissima* y *Apuleia leiocarpa*, y de material fluvial no consolidado, imperfectamente drenados con bosques medios muy densos, las especies características y/o dominantes *Attalea phalerata* y *Hura crepitans* (Alverson *et al.*, 2000).

## **3.2. MATERIALES**

Se emplearon los siguientes equipos y materiales

- Cinta métrica
- GPS (Sistema de posicionamiento global)
- Cintas flaging
- Líneas de polietileno
- Placas de aluminio
- Libreta de campo
- Lapicero indeleble

## **3.3. MÉTODOS**

El diseños de esta investigación fue tomada como base el método utilizado por Guerrero (2008). El mismo que utilizó dos sitios de siembras (Sendas y Ramales) y cada uno de estos con tres tratamientos consistentes en A = semillas extraídas de los cocos un mes antes y sembradas sin remojar, B = semillas extraídas de los cocos un mes antes y sembradas con un día de remojo y C = semillas extraías de los cocos y

sembradas en el momento); a su vez evaluó el número de semillas sembradas por hoyo que variaron de 1 a 4. Los resultados no publicados indican que durante el primer semestre se observó un 39,9% de semillas germinadas, 8,9% depredadas, 44,5% no germinadas y 6,8% desaparecidas.

**Tabla 2. Esquema de la siembra de castaña realizada por Guerreo 2008**

RAMAL 1											
B				A				C			
1	4	3	2	3	1	4	2	4	1	2	3

SENDA 1											
C				A				B			
2	4	1	3	4	1	2	3	2	3	1	4

RAMAL 2											
A				B				C			
2	1	4	3	4	1	2	3	3	1	2	4

SENDA 2											
C				A				B			
1	3	4	2	3	4	1	2	3	4	1	2

RAMAL 3											
A				C				B			
3	2	4	1	4	1	3	2	3	4	2	1

SENDA 3											
A				C				B			
2	3	4	1	2	4	1	3	3	4	1	2

RAMAL 4											
B				C				A			
3	4	2	1	3	4	1	2	4	3	1	2

SENDA 4											
B				C				A			
1	2	4	3	3	4	2	1	4	3	2	1

RAMAL 5											
A				B				C			
3	4	2	1	3	4	1	2	4	3	1	2

SENDA 5											
C				B				A			
1	2	4	3	3	4	2	1	4	3	2	1

A = semillas extraídas un mes antes y sembradas sin remojo

B = semillas extraídas un mes antes y sembradas con un día de remojo

C = semillas extraídas y sembradas en el momento

1 = 1 semilla por hoyo

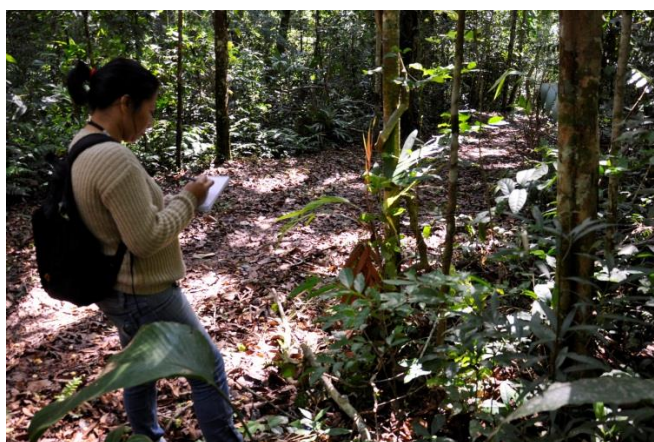
2 = 2 semillas por hoyo

3 = 3 semillas por hoyo

4 = 4 semillas por hoyo



**Fotografía 1. Tratamiento Sendas**



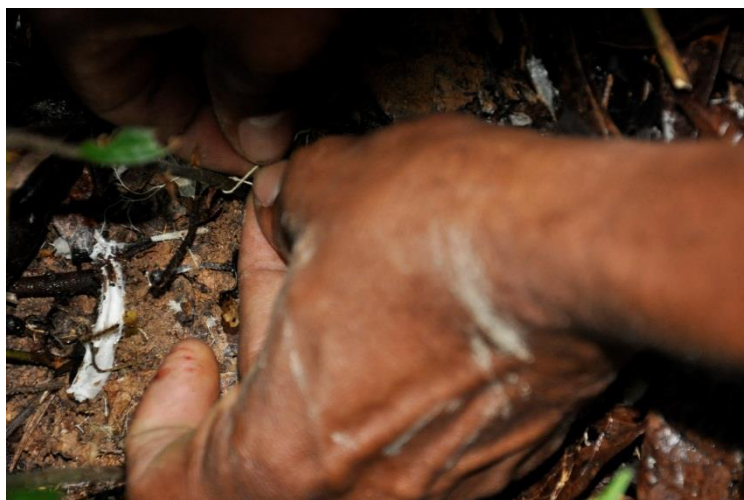
**Fotografía 2. Tratamiento Ramales**

### **3.3.1. Toma de datos**

Dando seguimiento al estudio de Guerrero (2008) quien concluyo su estudio determinado la germinación para ambos bloques. Este trabajo fue la continuación al estudio, entonces basados en los objetivos planteados, se midieron la altura y el diámetro de cada plántula en centímetros utilizando una cinta diamétrica. georeferenciando todas las plántulas.



**Fotografía 3. Medición de la altura de plántula**



**Fotografía 4. Medición del diámetro del tallo.**

Con la finalidad de dar continuidad a la investigación se hizo una recodificación a todas las plántulas, georeferenciándolas y recodificándolas con placas de aluminio y cintas de polietileno.



**Fotografía 5. Georeferenciado de plántulas.**



**Fotografía 6. Colocado de placa y cinta flaging**

También se hizo una descripción de las posibles causas de la muerte de cada individuo y se registró la infestación por parásitos. Para clasificar los parásitos, se colectaron muestras siguiendo los estándares de los procedimientos científicos para la conservación de muestras de invertebrados.



**Fotografía 7. Daños causados por insectos**



**Fotografía 8. Semilla podrida antes de germinar**



**Fotografía 9. Semilla podrida después de germinar**



**Fotografía 10. Tallo cortado con machete, con rebrotes.**

### **3.3.2. Análisis estadístico.**

Estadísticamente se compararon los datos entre los tratamientos y los bloques mediante un análisis de varianza ANOVA, empleando el paquete estadístico SPSS Versión 11,5.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA

Durante los tres años después de la siembra se observó 53 vivas, 60 muertas por diversos factores (depredadas por animales del monte e insectos, semillas no germinadas y podridas) y, 7 no reportadas

En la tabla N° 3 se detalla la mortalidad y supervivencia de plantas, en forma global, es posible afirmar que la mortalidad en la primera observación fue de 45,8% y en la segunda observación de 50,0%, lo que representa un incremento de 4,8% en siete meses, mientras que la supervivencia en la primera observación fue de 47,5% se redujo a 44,2%, con una reducción absoluta de 3,3%.

**Tabla 3.- Mortalidad y supervivencia de plántulas de castaña**

Tratamientos	Estado Planta	Diciembre 2010		Julio 2011	
		N°	%	N°	%
Senda	Vivos	29	48,3	26	43,3
	Muertos	25	41,7	30	50,0
	No reportados	6	10,0	4	6,7
	Sub total	60		60	
Ramales	Vivos	28	46,7	27	45,0
	Muertos	30	50,0	30	50,0
	No reportados	2	3,3	3	5,0
	Sub total	60		60	
Global	Vivos	57	47,5	53	44,2
	Muertos	55	45,8	60	50,0
	No reportados	8	6,7	7	5,8
	Total	120		120	

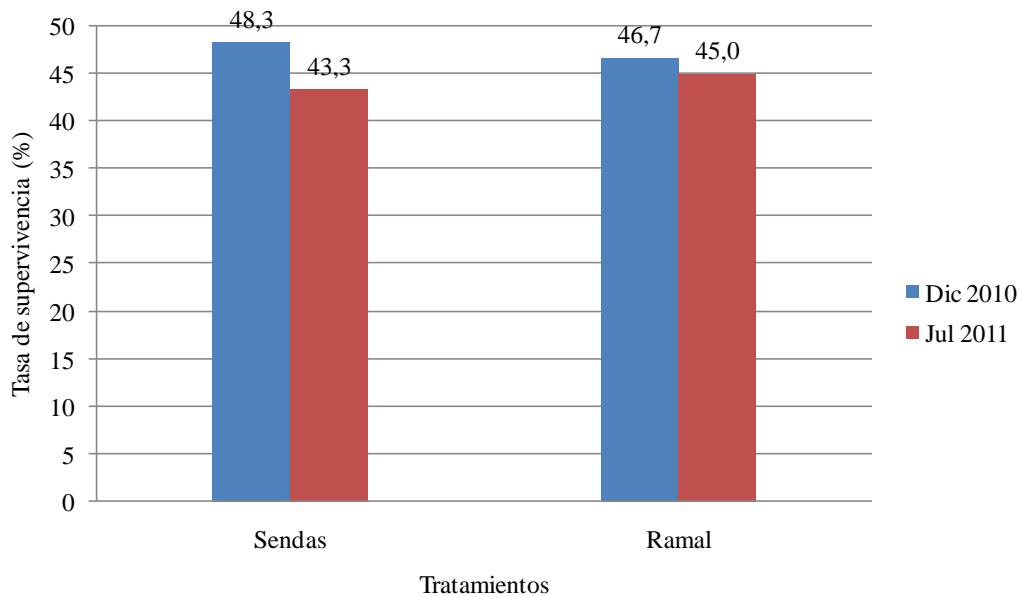
Fuente: Elaboración propia.

Considerando que en el año 2008 fueron sembradas un total de 120 semillas en cada tratamiento; es posible afirmar que después de dos años la supervivencia fue mayor

en el tratamiento “Sendas” (48,3%) comparado con el tratamiento “Ramales” (46,7%). La comparación entre ambas observaciones (Diciembre 2010 y Julio 2011), indica que en un periodo de siete meses, la tasa de supervivencia se redujo en un 5,0% en el tratamiento “Sendas” y 1,7% en el tratamiento “Ramales”.

Sometidos estos resultados a la prueba de Chi-Cuadrado, se observa que estas diferencias no son significativas ( $X^2_c = 0,06 < X^2_c = 3,84$ ), considerando un 5% de probabilidad de error, como se observa en el Gráfico N° 1.

**Gráfico 1. Supervivencia de plántulas de castaña.**



#### 4.1.1. Causas de mortalidad o ausencia de plántulas

En la tabla siguiente se observa que en global, el 14,3% de individuos se registraron como desaparecidas, las plantas depredadas por jochis (*Dasyprocta variegata*) incrementaron en 1,7%, las comidas por insectos incrementaron en 3,5%, las no germinadas se redujeron en 9,0%, lo que significa que en este periodo se registraron todavía nuevas emergidas y las semillas podridas tuvieron un incremento de 3,6%.

**Tabla 4. Causas de mortalidad o ausencia de plántulas**

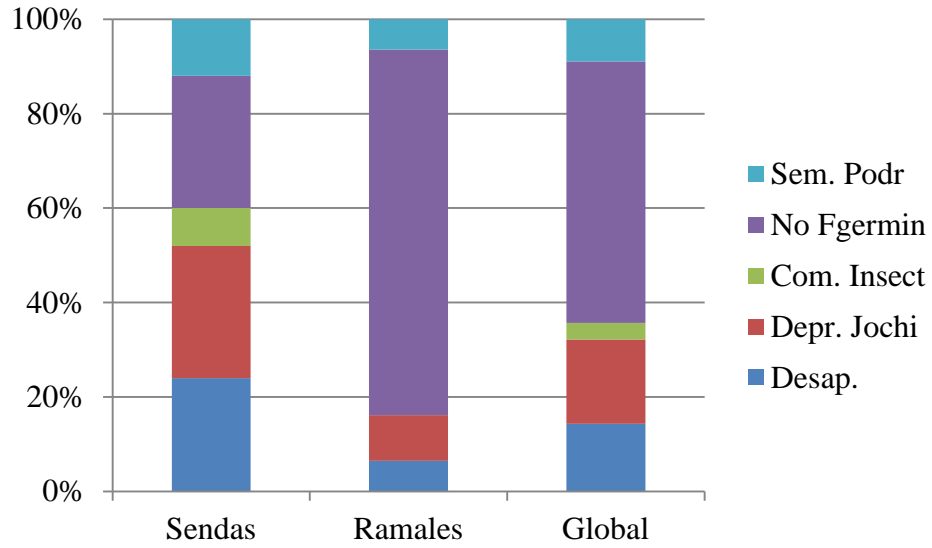
Meses	Tipos de Daños	Tratamientos				Global	
		Sendas		Ramales			
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
Dic 2010	Desaparecida	6	24,0	2	6,5	8	14,3
	Depred. por Jochi	7	28,0	3	9,7	10	17,9
	Com. por Insectos	2	8,0	0	0,0	2	3,6
	No germinada	7	28,0	24	77,4	31	55,4
	Semilla podrida	3	12,0	2	6,5	5	8,9
	Total	25		31		56	
Jul 2011	Desaparecida	6	20,0	2	7,7	8	14,3
	Depred. por jochi	9	30,0	2	7,7	11	19,6
	Com. por Insectos	4	13,3	0	0,0	4	7,1
	No germinada	6	20,0	20	76,9	26	46,4
	Semilla podrida	5	16,7	2	7,7	7	12,5
	Total	30		26		56	

Fuente: Elaboración propia.

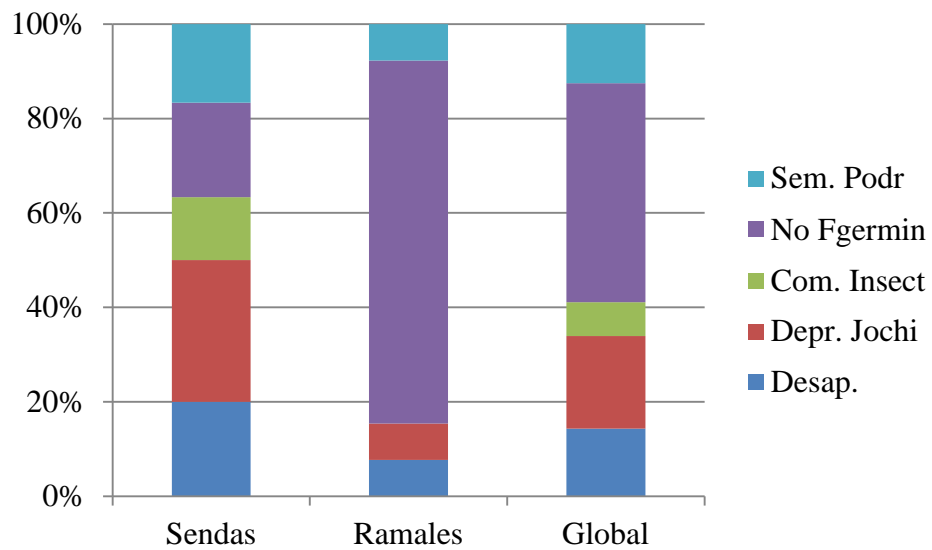
#### 4.1.2. Efectos de los tratamientos en la mortalidad

Comparando entre tratamientos, en general se observa que lo más significativo es el alto porcentaje (76,9%) de semillas no germinadas que se registraron en el tratamiento ramales, en las otras variables consideradas como son plantas desaparecidas, depredadas por jochis (*Dasyprocta variegata*) y semillas podridas; se observa que en el tratamiento “Sendas” fueron las más afectadas.

**Grafico 2. Causas de mortalidad registradas en la primera observación**



**Grafico 3. Causas de mortalidad registradas en la segunda observación**



## 4.2. TASA DE CRECIMIENTO

### 4.2.1. Crecimiento en Altura de Planta

En la tabla N° 5, se detalla el crecimiento de las plántulas de castaña por tratamientos y a nivel global.

A nivel global, al inicio (diciembre del 2010) las plántulas tenían una altura promedio de 23,7 cm y siete meses después 27,1 cm, lo que representa un crecimiento absoluto de 3,4 cm y una tasa de crecimiento de 0,49 cm/mes.

**Tabla 5. Crecimiento en Altura de Planta (cm)**

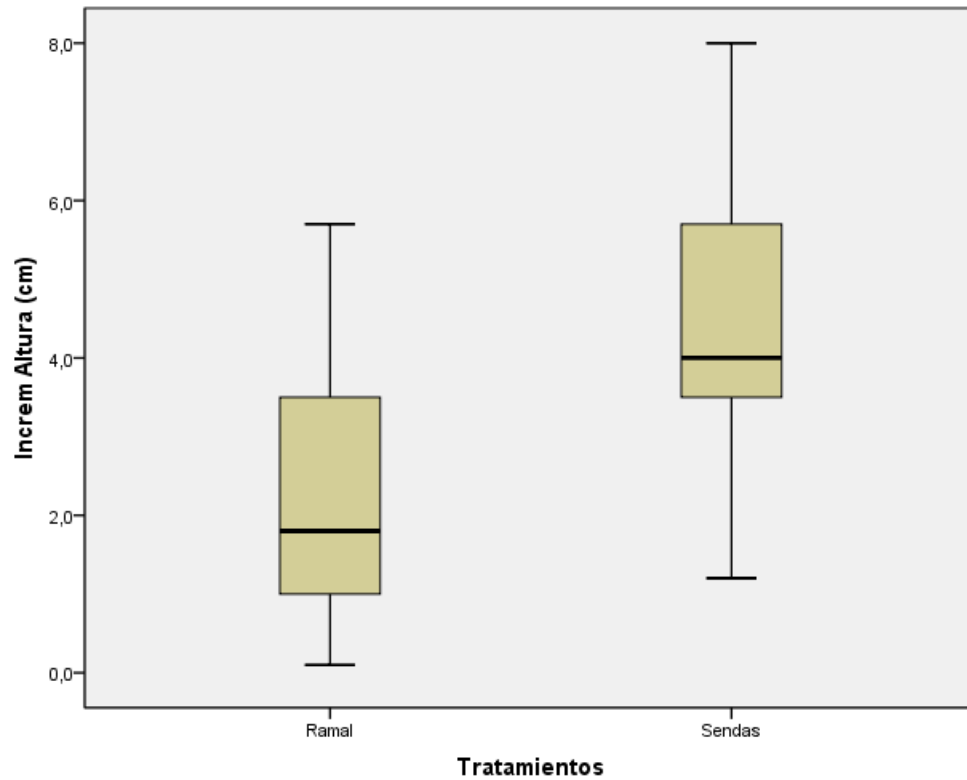
Tratamientos	Estado Planta	Dic-2010	Jul-2011	Incremento	%
Sendas	Media	23,4	28,0	4,6	19,7
	Mínimo	3,9	14,3		
	Máximo	47,7	44,0		
	Desv. Típica	9,8	8,1		
	Coef. Varianza	41,9%	28,9%		
Ramales	Media	23,9	26,1	2,2	9,2
	Mínimo	5,0	11,3		
	Máximo	52,0	53,0		
	Desv. Típica	11,2	11,2		
	Coef. Varianza	47,0%	42,9%		
Global	Media	23,7	27,1	3,4	14,3
	Mínimo	3,9	11,3		
	Máximo	52,0	53,0		
	Desv. Típica	10,4	9,7		
	Coef. Varianza	43,9%	35,8%		

Fuente: Elaboración propia

Comparando entre los tratamientos, se observa que en el tratamiento “Sendas” con incremento absoluto fue de 4,6 cm y tasa de crecimiento de 0,66 cm/mes fue mayor al tratamiento “Ramales” que registró un crecimiento absoluto de 2,2 cm y una tasa de crecimiento 0,31 cm/mes.

Sometidos estos resultados a la prueba de “t” para muestras independientes, se observa diferencia estadística significativa entre tratamientos ( $P = 0,00 < 0,05$ ).

**Grafico 4. Incremento en altura de planta (cm) de castaña por tratamientos**



#### 4.2.2. Crecimiento en Diámetro de Tallo

En la siguiente tabla se detalla el crecimiento en diámetro de tallo por tratamientos y en global.

Estos resultados indican que en global el diámetro de tallo paso de 3,19 mm en diciembre de 2010 a 3,76 mm en julio de 2011 con un incremento absoluto de 0,57 mm lo que representa una tasa de crecimiento mensual de 0,08 mm/mes.

**Tabla 6. Crecimiento en diámetro de tallo (mm)**

Tratamientos	Estado Planta	Dic-2010	Jul-2011	Incremento	%
Sendas	Media	3,27	4,11	0,84	37,0
	Mínimo	0,35	1,91		
	Máximo	5,09	7,01		
	Desv. Típica	1,236	1,31		
	Coef. Varianza	37,8%	31,9		
Ramales	Media	3,11	3,36	0,25	8,0
	Mínimo	1,59	1,91		
	Máximo	4,77	5,73		
	Desv. Típica	0,96	0,98		
	Coef. Varianza	30,9%	29,2%		
Global	Media	3,19	3,76	0,57	17,9
	Mínimo	0,35	1,91		
	Máximo	5,09	7,01		
	Desv. Típica	1,122	1,237		
	Coef. Varianza	34,6%	30,3%		

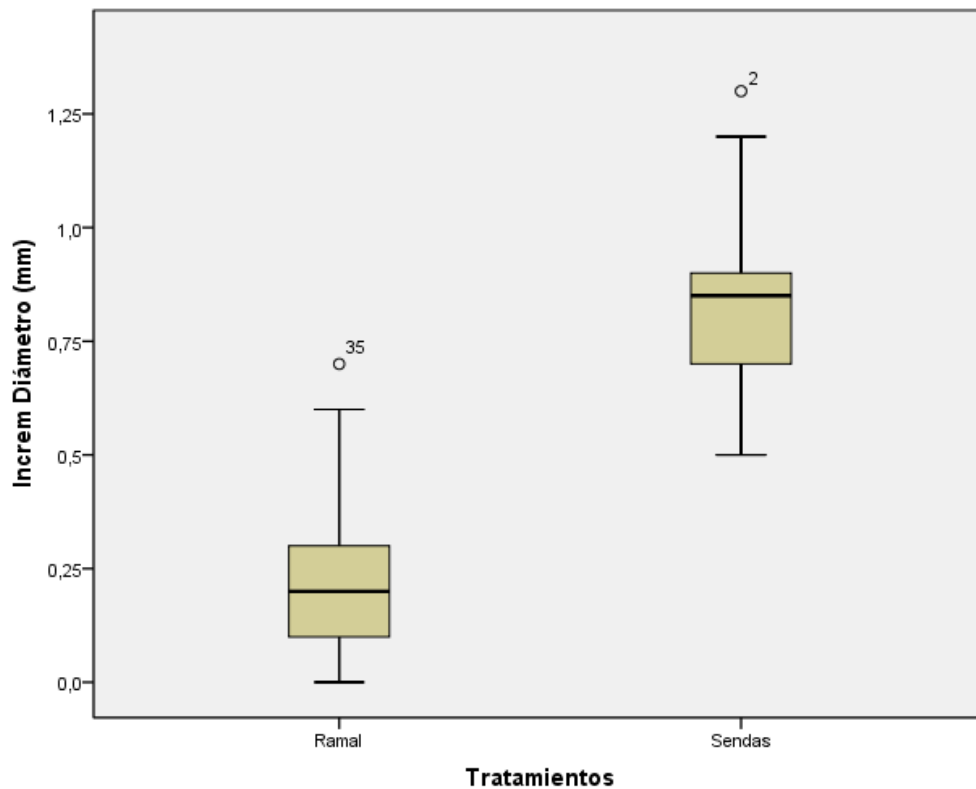
Fuente: Elaboración propia

Comparando el crecimiento por tratamientos se observa que en el tratamiento “Sendas” se observó un crecimiento de 0,84 mm lo que equivale a una tasa de crecimiento de 0,12 mm/mes, mientras que en el tratamiento ramales se observó un

crecimiento absoluto de 0,25 mm, lo que representa una tasa de crecimiento de 0,03 mm/mes.

Comparando el crecimiento absoluto entre ambos tratamientos se observa que el mayor crecimiento se registró en el tratamiento “Sendas” respecto al tratamiento “Ramales”; sometidos estos resultados a la prueba de “t” de student es posible afirmar que los promedios son estadísticamente diferentes con  $p = 0,00 < 0,05$ , como se observa en el gráfico siguiente.

**Gráfico 5. Incremento en diámetro de tallo (mm) de castaña por tratamientos.**



### 4.3. DAÑOS A PLANTAS VIVAS

En la siguiente tabla se observa los diferentes tipos de daños que sufrieron las plantas vivas, a nivel global el daño por insectos en el mes de diciembre de 2010 fue del 12,7%, el mismo que incremento a 26,4% en el mes de julio de 2011, mientras que los dañados por corte con machete en el mismo periodo disminuyó de 5,5% a 1,9%, este factor se explica porque en la segunda observación las plántulas se recuperaron y el daño fue imperceptible a simple observación.

**Tabla 7. Daños a las plantas vivas**

Meses	Tipos de daños	Tratamientos				Total	
		Sendas		Ramales			
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
Dic 2010	Daño insectos	3	10,3	4	15,4	7	12,7
	Corte machete	0	0,0	3	11,5	3	5,5
	Sanas	26	89,7	19	73,1	45	81,8
	Total	29		26		55	
Jul 2011	Daño insectos	6	23,1	8	29,6	14	26,4
	Corte machete	0	0,0	1	3,7	1	1,9
	Sanas	20	76,9	18	66,7	38	71,7
	Total	26		27		53	

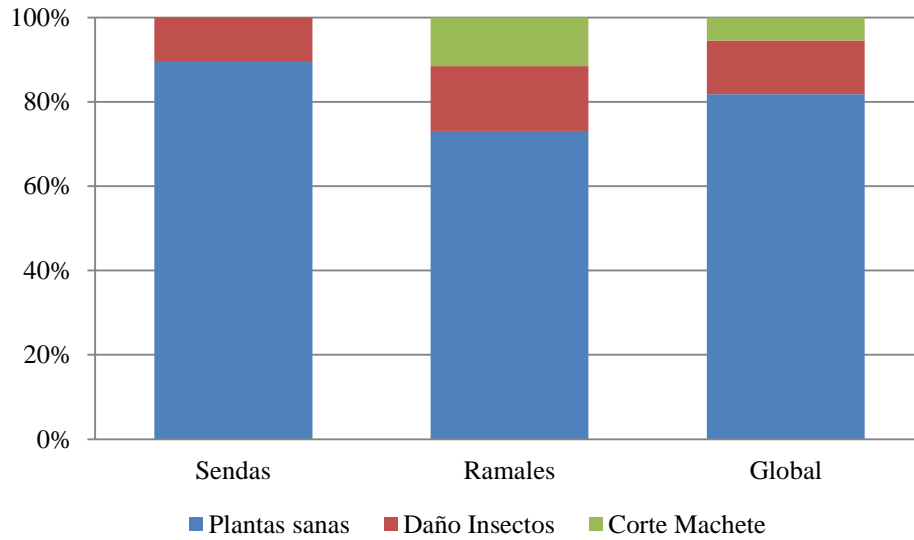
Fuente: Elaboración propia.

La comparación de daños sufridos por las plantas vivas, se observa lo siguiente:

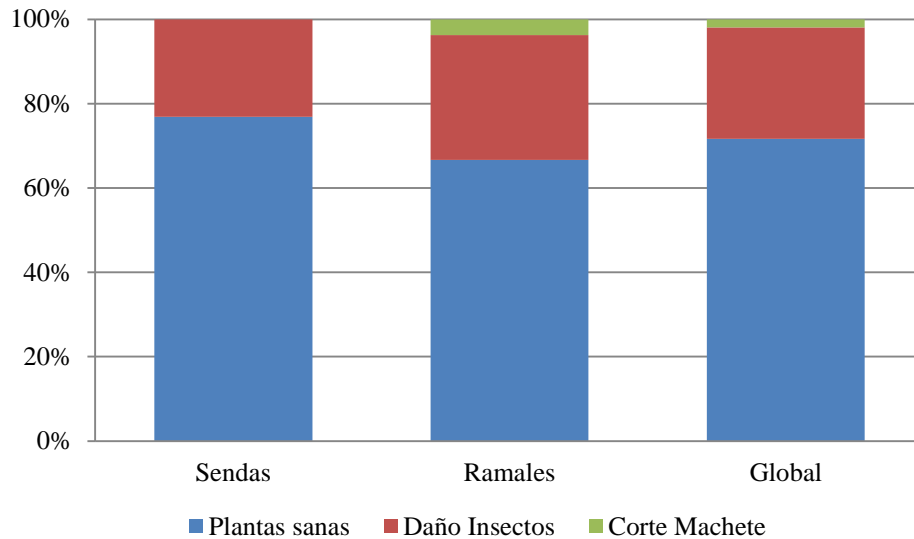
- En las “Sendas” el daño por insectos incrementó de 10,3% en la primera observación a 23,1 % en la segunda observación. En el mismo periodo no se observó daños ocasionados por corte de machete.

- En los “Ramales” el daño por insectos incrementó de 15,4% a 29,6% en la primera y segunda observación, respectivamente. El daño por corte con machete pasó de 11,5% a 3,7%.

**Grafico 6. Porcentaje de daños en la primera observación**



**Grafico 7. Porcentaje de daños en la segunda observación**



En los gráficos anteriores se observa que el mayor porcentaje de plantas sana corresponde al tratamiento “Sendas”, sin embargo en ambos tratamientos disminuyó con valores 73,1% a 66,7%, respectivamente.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. SUPERVIVENCIA Y MORTALIDAD DE PLANTAS

Ortiz (2002), afirma que la probabilidad de supervivencia para las plántulas de 35 a 70 cm de altura es por lo menos un tercio más alto que el de las plántulas más pequeñas (de 10 a 35 cm de altura). Las plántulas de más de 70 cm de altura tienen una probabilidad anual de supervivencia de casi 100%. Una parte sustancial de la mortalidad de las plántulas pequeñas probablemente es causada por agutis (jochis) u otros roedores que comen el cotiledón (reserva de la semilla) de las plántulas de castaña. Ya que el cotiledón forma parte del tallo, la depredación del mismo origina la muerte de la plántula.

En la presente investigación, hasta la segunda observación registrada dos años después de la siembra de semillas se registró una mortalidad de 45,8% y, hasta la segunda observación, es decir siete meses después la mortalidad se incrementó hasta el 50,0%. Comparando entre tratamientos, en las “Sendas” que al inicio presentaban un 41,7% de mortalidad se produjo un incremento de 8,3% hasta alcanzar un 50% en la segunda observación; mientras que en los “Ramales” estos valores se mantuvieron constantes en 50,0%.

Respecto a las causas de la mortalidad, la mayor proporción corresponde las semillas no germinadas 55,4% en la primera observación y 46,4% en la segunda, la segunda causa corresponde a aquellas semillas que han sido depredadas por jochis (*Dasyprocta variegata*) que en la última observación fueron de 30,0% en las “Sendas” y 7,7% en los “Ramales”.

Comparando estos resultados con lo indicado por Ortiz (2002), es posible afirmar sus conclusiones, puesto que los elevados porcentajes observados en la presente investigación corresponden a plántulas pequeñas cuyo promedio de altura es de 23,7 cm con una máxima de 52,0 cm. Las causas de la mortalidad, también corroboran lo mencionado por el citado autor, toda vez que las semillas consumidas por jochi (*Dasyprocta variegata*) representan la segunda causa en importancia después de las

semillas no germinadas, sobre los cuales no se cuenta con información o bibliografía específica.

## **5.2. CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIÁMETRO**

Zuidema (2000) hace referencia a experimentos con plántulas, se ha relacionado el crecimiento de las plántulas de castaña, bajo tres parámetros: disponibilidad de luz, disponibilidad de agua y tamaño inicial de la plántula. La alta disponibilidad de luz generalmente no lleva a un crecimiento mayor en altura. En uno de los experimentos, se muestra que el crecimiento en altura tiende a declinar con una mayor disponibilidad de luz.

En el otro experimento Hayashida-Oliver et al. (2001), demostraron que tanto niveles muy altos como muy bajos de disponibilidad de luz resultaron en un crecimiento bajo en altura. Esto puede deberse a la baja disponibilidad de luz en el tratamiento con 1% de luz. A niveles de luz altos las plántulas de castaña tienden a producir muchas ramas, por consiguiente invierten más biomasa en crecimiento horizontal que en el crecimiento vertical.

Zuidema (2000) afirma que un segundo factor que influye en el crecimiento de las plántulas de castaña es la disponibilidad de agua. Ya que las estaciones relativamente secas ocurren a lo largo del área de distribución del árbol de castaña, es importante notar que las plántulas toleran un periodo de sequía moderado. Contrariamente a las medidas del campo donde no se encontró ningún efecto con relación a la disponibilidad de agua en el crecimiento de altura de los plántulas de castaña.

En la presente investigación, en la primera observación la altura promedio de las plantas fue de 23,7 cm mientras que en la segunda fue de 27,1 cm lo que representa un incremento absoluto de 3,4 cm en siete meses de estudio. El diámetro en la primera observación fue de 3,19 mm y en la segunda de 3,76 mm y un incremento absoluto de 0,57 mm.

Comparando entre tratamientos, se observa que el mayor crecimiento en altura de planta se registró en las “Sendas” con 4,6 cm en los siete meses de estudio, hasta alcanzar una altura final de 28,0 cm en los dos años y siete meses; mientras que en los “Ramales” el incremento fue de 2,2 cm, alcanzando una altura final de 26,1 cm.

El crecimiento en diámetro de tallo fue similar a la altura de planta, los mismos que en promedio pasaron de 3,19 mm a 3,76 mm con un incremento absoluto de 0,57 mm, comparando entre tratamientos el mayor crecimiento también se registró en las “Sendas” con un incremento absoluto de 0,84 mm; mientras que en los “Ramales” este valor fue de 0,25 mm.

Considerando que las diferencias en crecimiento en altura y diámetro son estadísticamente significativas, es posible afirmar que el mayor crecimiento en las “Sendas” se debe a la mayor disponibilidad de la humedad, confirmando lo descrito por Zuidema (2000), toda vez que en este micro-hábitat por la existencia de mayor cobertura vegetal se mantiene la humedad del suelo.

### **5.3. DAÑOS POR FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS**

Corvera et al. (2007), afirma que las plagas de menor importancia son las hormigas cortadoras (*Atta sedens*), que corta las hojas que puede ser controlada con cebos formícidas, distribuidos en el área de cultivo. El coleóptero *Tribolium castaneum* que ataca la castaña en almacenamiento, sin embargo la ocurrencia es muy aislada. Se observaron árboles grandes de castaña amazónica con ataques de lepidópteros *Lusura altrix*, ocasionando una defoliación severa, afectando hasta el 50% del follaje. Sin embargo, no existen reportes de ataques de estos lepidópteros en árboles cultivados o de menor tamaño.

En la presente investigación, considerando solo las plantas vivas se reportó que el daño por insectos fue de 12,7% en la primera observación y de 26,4% en la segunda. La comparación entre tratamientos se observa que en las “Sendas” el daño por insectos pasó de 10,3% a 23,1%, mientras que en los “Ramales” pasó de 15,4% a 29,6% este mayor porcentaje de daños por insectos en los “Ramales” se debe al tipo cobertura vegetal. Respecto a las especies de insectos, no fue posible identificar

por las características de la investigación que fueron visitas en determinadas fechas y no un seguimiento individualizado por tiempos que permitan observar esta situación.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación y su análisis en función a la bibliografía consultada, nos permite efectuar las siguientes conclusiones:

- Las plántulas de castaña cuyas semillas fueron sembradas en un bosque secundario de la Estación Biológica Tahumanu en el segundo semestre del 2008, en un periodo de dos años aproximadamente, alcanzaron tasas de supervivencia de 48,3% en el tratamiento “Sendas” y 46,7% en los “Ramales”, con tasas de mortalidad de 41,7% y 50,0%, respectivamente, registrándose además un 10,0% y 3,3% de plantas no reportadas.
- Durante el periodo de siete meses (diciembre 2010 a julio de 2011), se observó una reducción del 5,0% de supervivencia en el tratamiento “Sendas”, y de 1,7% en el tratamiento “Ramales”, sin embargo estas diferencias no son estadísticamente significativas.
- Las principales causas de la mortalidad hasta los dos años y seis meses fueron: semillas no germinadas en el tratamiento “Ramales” (76,9%) que fue estadísticamente superior a las semillas depredadas por jochis (*Dasyprocta variegata*) y en el tratamiento “Sendas” (30,0%), otras causas de mortalidad observadas en ambos tratamientos fueron las semillas desaparecidas (14,3%) y podridas (12,5%).
- Hasta la primera observación (dos años después de la siembra), las plantas sobrevivientes alcanzaron alturas promedios de 23,4 cm en el tratamiento “Senda” y 23,9 cm en el tratamiento “Ramales”. Durante los siete meses posteriores se observó un crecimiento estadísticamente superior en el tratamiento “Sendas” con 4,6 cm, comparado con el tratamiento “Ramales” cuyo crecimiento fue de 2,2 cm.
- En el mismo periodo (dos años), en diámetro de tallo alcanzaron promedios de 3,27 mm en el tratamiento “Sendas” y 3,11 mm en el tratamiento “Ramales”. Durante los siete meses posteriores se observó un crecimiento estadísticamente superior en el tratamiento “Sendas” con 0,85 mm, comparado con el tratamiento “Ramales” cuyo crecimiento fue de 0,25 mm.

- La comparación de daños sufridos por las plantas vivas, permite concluir que: en el tratamiento “Sendas” el daño por insectos incrementó de 10,3% en la primera observación a 23,1% en la segunda. En los “Ramales” el daño por insectos se incrementó de 15,4% a 29,6% en la primera y segunda observación, respectivamente. El daño por corte con machete pasó de 11,5% a 3,7%.

## 7. RECOMENDACIONES

Con los conocimientos obtenidos en la presente investigación, es posible efectuar las siguientes recomendaciones:

- Considerando que una de las principales causas de la mortalidad o ausencia de plantas en el tratamiento “Ramales” son las semillas no germinadas, se recomienda efectuar nuevas investigaciones sembrando semillas pre-germinadas en vivero u otras alternativas orientadas a resolver este problema.
- Otras de las causas importantes de la mortalidad fueron la presencia de roedores como jochis (*Dasyprocta variegata*), se recomienda efectuar nuevas investigaciones sobre el uso de protectores u otras técnicas que eviten el consumo de semillas por los animales silvestres.
- Considerando que el mayor crecimiento de plántulas de castaña tanto en altura como diámetro de tallo, durante los siete meses de estudio se observó en el tratamiento “Sendas”, es necesario profundizar en el análisis del efecto de la disponibilidad de luz y otros factores bióticos y abióticos que permitan explicar esta situación.
- Considerando que entre las plantas vivas, los daños más importantes se deben al ataque de insectos, se recomienda desarrollar nuevas investigaciones empleando insecticidas orgánicos obtenidos del mismo bosque o preparados a partir de sustancias no nocivas.
- Después de la germinación de las semillas sembradas por Guerrero, este estudio se convierte en una primera evaluación. Será importante dar continuidad a este monitoreo, con periodos de tiempo más largos (5 años) para contar con información sobre el desarrollo de las plántulas de castaña y de esta manera verificar si realmente funciona o no el enriquecimiento de las área de aprovechamiento o degradadas con semillas de castaña en un largo plazo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alverson, W.S., D.K. Moskovits, y/and J.M. Shopland (eds). 2000. Bolivia; Pando, Río Tahuamanu. Rapid Biological Inventories Report 1. Chicago, Illinois: (The Field Museum). Pg. (14)
- Baider, C. 2001. Demografía e Ecología de Dispersão de Frutos de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae) em Castanhais Silvestres da Amazônia Oriental. PhD Thesis University of Sao Paulo, Brazil.
- Guerrero M. R. 2008. Técnicas silviculturales para el enriquecimiento de Áreas de aprovechamiento forestal. Caso de la castaña *Bertholletia excelsa*. Datos no Publicados
- INSTITUTO BOLIVIANO DE COMERCIO EXTERIOR (IBCE) 2010. Perfil de Mercado Castaña. En línea. [http://www.ibce.org.bo/documentos/perfil\\_castana\\_CB01.pdf](http://www.ibce.org.bo/documentos/perfil_castana_CB01.pdf)
- Leigue Gómez, J.W., and R.G.A. Boot. En prensa. Dinámica reproductiva de árboles de castaña (*Bertholletia excelsa*) en un bosque alto tropical de tierra firme, de la Provincia Vaca Diez del departamento del Beni.
- Mori, S.A., y G.T. Prance. 1990. Taxonomy, ecology, and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). *Advances in Economic Botany* 8:130-150.
- Muller, C.H. 1981. Castanha-do-Brasil: estudos agronomicos. EMRRAPA/CPATU Documentos 1:1-25.
- Nelson, B.W., M.L. Absy, E.M. Barbosa, and G.T. Prance. 1985. Observation on flower visitors to *Bertholletia excelsa* H.B.K and *Couratari tenuicarpa* A.C. Sm. (Lecythidaceae). *Acta Amazónica* 15:225-234.
- Moritz, A. 1984. Estudios biológicos da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) H.B.K.). EMRRAPA/CPATU Documentos 29:1-82.

- Ortiz, E. 2002. Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*). En: A. Guillen, S.A. Laird, P. Shanley and A.R. Pierce (eds.). Tapping the green market: certification and management of non-timber forest products. Earthscan.
- Peres, C.A., and C. Baider. 1997. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazilnut trees (*Bertholletia excelsa*) in southeastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 13:595-616.
- Porter, L. M. 2004. Forest use and activity patterns of *Callimico goeldii* in comparison to two sympatric, *Saguinus fuscicollis* and *Saguinus labiatus*. *American journal of Physical Anthropology*. 124: 139-153.
- Viana, V.M., R.A. Mello, L.M. Moraes, and N.T. Mendes. 1998. Ecología e manejo de populações de castanha-do-Pará em reservas extrativistas Xapuri, Estado do Acre. Pages 277-292 in C. Gascon, and P. Mountinho, editors. *Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo*. INPA, Manaus.
- Zuidema, P.A. and R. G. A. Boot. 2002. 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* 18:1-31.

