

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

INSTITUTO TECNOLÓGICO PUERTO RICO

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



ALTERNATIVAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*), EN LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PUERTO RICO.

Monografía, para obtener el Título de Técnico Superior en Sistemas de Producción Agropecuaria.

Autora: Univ. Ana Dumay Mocho

Asesor: Ing. Wilfredo Montaña Teco

PUERTO RICO – PANDO – BOLIVIA

OCTUBRE, 2014

HOJA DE PRUBACIÓN

Monografía aprobada el ____ de _____ de _____

	Nombres	Firmas
Postulante:	_____	_____
Asesor:	_____	_____
Pdte. Tribunal:	_____	_____
Tribunal 1:	_____	_____
Tribunal 2:	_____	_____
Tribunal 3:	_____	_____

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, la salud y mis Padres: _____ y _____ por las tantas noches de desvelo y entrega incondicional, por sus consejos y orientación que fueron cruciales para la formación de mi persona, por ser la solución en los momentos difíciles, por su comprensión y por creer en mi, gracias por ser mi esposo.

A mi asesor de monografía: Ing. Wilfredo Montaña T., por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal revisor, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A los docentes del programa académico Sistema de Producción Agropecuaria, por su paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

Al Instituto Tecnológico Puerto Rico, a su Directora y personal administrativo, por su apoyo durante mi formación y en la elaboración de la presente investigación monográfica.

A mis compañeros de la universidad: Por los momentos de amistad compartidos, a lo largo de toda la carrera.

DEDICATORIA

A mis Padres _____ y _____, a mis hermanos _____, quienes han logrado con mucho sacrificio y dedicación formarme como persona y como profesional.

A mis compañeros de estudio, por el apoyo durante los años de estudio.

A la Universidad Amazónica de Pando (templo de sabiduría) por acogerme en sus aulas durante estos tres años.

INDICE

	Pág.
HOJA DE APROBACIÓN	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
INDICE	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS	3
3.1. Objetivo General	3
3.2. Objetivos específicos	3
IV. METODOLOGÍA	4
4.1. Métodos	4
4.2. Técnicas	4
4.3. Instrumentos	5
V. ANALISIS BIBLIOGRÁFICO	6
5.1. El árbol de la castaña	6
5.2. Importancia de la castaña	12
5.3. Actividades de forestación y/o reforestación	15
5.4. Ecología de la plántula	20
5.5. Daños por plagas y enfermedades	22
VI. APORTE TEÓRICO	24
6.1. El vivero	24
6.2. Establecimiento en sitio definitivo	31
6.3. Prácticas Culturales	33
6.4. Monitoreo y Evaluación de árboles de castaña	34

VII. CONCLUSIONES	36
VIII. RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	38

I. INTRODUCCIÓN

La castaña (*Bertholletia excelsa*), es una especie de gran importancia económica, principalmente por sus nueces oleaginosas para consumo humano, que son comercializadas a nivel mundial y extraídas principalmente de poblaciones silvestres en la Amazonia de Brasil, Perú y Bolivia, regiones para las cuales constituye uno de los renglones económicos más importantes (Mori & Prance 1990).

Actualmente existen algunas plantaciones de esta especie en Brasil, donde se ha demostrado que la cantidad de abejas *Euglossinae* (polinizadoras) es crítica para la producción de frutos. Sin embargo, la oferta de nuez en los últimos años está decayendo en el mercado mundial, como consecuencia de una disminución generalizada de sus poblaciones silvestres (Mori & Prance 1990). Se sabe que en ciertos suelos, se puede presentar toxicidad en las semillas por acumulación de bario (Mori & Prance 1990). La madera también es comercial y se usa para vigas, cimientos y construcciones navales (WCMC 1996). Al parecer, su distribución actual está en gran parte influida por el transporte y el cultivo por parte de las culturas amerindias.

Actualmente, ésta especie es amenazada por la deforestación (generalmente para establecer agricultura y ganadería extensivas), los incendios y la disminución de hábitat para las abejas *Euglossinae* (sus polinizadoras). También está localmente amenazado por la problemática alrededor de los cultivos ilícitos, practicados por pequeños agricultores.

En consecuencia, se evidencia la necesidad de la reforestación y conservación de los bosques con el fin de minimizar los impactos biológicos y ecológicos propios del crecimiento de la agricultura intensiva y otras actividades humanas. Ante ello, se plantea la forestación y reforestación como sistema para la optimización y el aprovechamiento sostenible de los suelos y del bosque para su uso ecológico, socialmente equitativo y económicamente eficiente.

II. JUSTIFICACIÓN

En Bolivia, la castaña se encuentra en condiciones naturales en las regiones amazónicas de todo el departamento Pando, en la provincia Vaca Diez del Beni y en la provincia Iturrealde del departamento de La Paz. También se ha reportado la existencia de pequeñas manchas de castaña en la provincia Ballivián e Iténez del Beni. La extensa zona que abarca la castaña se estima en aproximadamente más de 100.000 km² o entre 10 a 15 millones de hectáreas (10% de la superficie del país). La castaña más conocida comercialmente como “Brasil nut”, ahora “Bolivian nut” o “Amazonian nut” constituye la base económica del noroeste Boliviano y significa, en la actualidad, alrededor del 70% de la actividad económica - laboral de la población económicamente activa, incluidas las mujeres.

La recolección de castaña, se realiza en todo el departamento Pando, con excepción de las llanuras aluviales, donde no se encuentran árboles de esta especie. Los pequeños agricultores generalmente tienen como actividad principal la recolección de este producto.

Con los datos recolectados por ZONISIG, se estima que 12,7 millones de árboles de castaña podrían producir anualmente alrededor de 317.500 toneladas de castaña en cáscara. Estimando que la tasa de recolección se halla próxima al 30%, Pando alcanzaría un potencial de 95.000 toneladas de castaña en cáscara por año.

A pesar de que actualmente existen programas de fomento al manejo forestal y la forestería comunitaria por parte del Gobierno departamental y ONGs, la relación del uso del bosque y sus beneficios en favor de las comunidades locales aún es demasiado bajo. La no consolidación de los derechos de tenencia de las comunidades campesinas e indígenas constituye un obstáculo a la promoción y consolidación de procesos de explotación de los recursos renovables de los bosques que permitan legalizar estas acciones, bajo planes de manejo, prácticas sostenibles que además permitan una mayor generación de rentas en beneficio de las comunidades locales.

III. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Analizar las alternativas para el establecimiento de castaña (*Bertholletia excelsa*), en las comunidades del municipio de Puerto Rico.

Objetivos específicos:

- Analizar la bibliografía relativa a la especie a emplear (*Bertholletia excelsa*) en la reforestación.
- Detallar las técnicas a emplear en el proceso desde la producción del material vegetal hasta el mantenimiento de las plantaciones.
- Proponer procedimientos a emplear en el establecimiento de parcelas de castaña, en función a las características de la región.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Métodos

Para la elaboración de la monografía se empleó el enfoque de investigación cualitativa, cuyas características se describen a continuación:

La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema. La misma procura lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular.

Las técnicas empleadas son dos: a) el estudio de caso y b) la investigación documental.

4.2. Estudio de Caso:

Consiste en el estudio de escenarios, fenómenos y comportamientos de hechos reales que denotan problemas aún desconocidos en el plano teórico.

Tipos de Estudio de Casos: Según los objetivos: Existen tres categorías o tipos principales de estudios de caso: explicativos, descriptivos y de metodología combinada. Aunque en la vida real a menudo se superponen estas categorías:

- 1) Explicativos. El propósito de los estudios de caso explicativos, tal como su nombre lo indica, es explicar las relaciones entre los componentes de un programa.
 - a. Implementación del Programa. Este estudio de caso investiga las operaciones, a menudo en varios terrenos, y con frecuencia, de manera normativa.
 - b. Efectos del Programa. Este estudio de caso examina las causas y habitualmente involucra evaluaciones de tipo multi-terreno y multi-método.
- 2) Descriptivos. Estos estudios son más focalizados que los casos explicativos.
 - a. Ilustrativo. Este tipo de estudio de caso es de carácter descriptivo y tiene el propósito de añadir realismo y ejemplos de fondo al resto de la información acerca de un programa, proyecto, o política.

Estos estudios de caso describen primordialmente lo que está sucediendo y por qué, con la finalidad de mostrar el perfil de una situación. Este tipo de estudios son especialmente útiles para ayudar a interpretar otros datos que pueden estar disponibles, tales como encuestas.

- b. Exploratorio. Este es también un estudio de caso descriptivo pero apunta, antes que a ilustrar, a generar hipótesis para investigaciones posteriores.

4.3. Investigación Documental

La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos.

La investigación documental tiene la particularidad de utilizar como una fuente primaria de insumos, más no la única y exclusiva, el documento escrito en sus diferentes formas: documentos impresos, electrónicos y audiovisuales. Sin embargo, los textos monográficos no necesariamente deben realizarse sobre la base de sólo consultas bibliográficas; se puede recurrir a otras fuentes como, por ejemplo, el testimonio de los protagonistas de los hechos, de testigos calificados, o de especialistas en el tema.

4.4. Materiales

En concordancia con la metodología y las técnicas, se emplearon los siguientes materiales:

Bibliografía:

- Bibliografía especializada existente en las bibliotecas de la UAP, CIPA, ONG Herencia, etc.
- Bibliografía digital obtenida mediante internet.

Equipos de Oficina:

- Computadora e impresora

Material de escritorio

- Papel bond
- Tinta para impresora
- USB

4.5. Análisis

Consistió en la síntesis e integración de la información obtenida de diversos instrumentos y medios de observación. Prepondera más un análisis descriptivo coherente que pretende lograr una interpretación minuciosa y detallada del asunto o problema de investigación.

Las conclusiones y recomendaciones se derivaron continuamente durante el proceso.

V. ANALISIS BIBLIOGRÁFICO

5.1. El árbol de la castaña (*Bertholletia excelsa*)

5.1.1. 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.

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 de 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.



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 plantín con cotiledón (G). Tomado con permiso de Mori (1992). Dibujos de Bobbi Angell.

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 “pygidium”, 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)

5.1.2. Ecología

Los árboles de castaña pueden llegar a tamaños muy grandes. Ellos pueden alcanzar alturas de hasta 50 m, y un diámetro a 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.

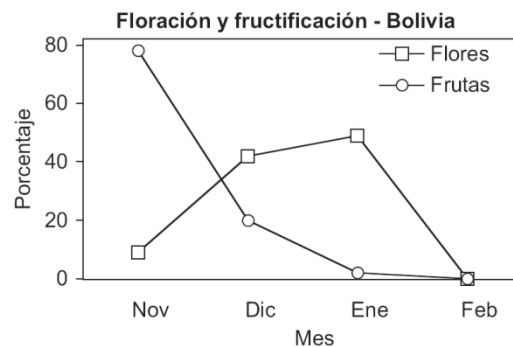


Figura 2. Períodos de floración y fructificación del árbol de castaña. Se muestra el porcentaje de la producción total de flores y frutos que cae en cada mes. Datos de 40 árboles reproductivos en un bosque primario en Beni, Bolivia, colectado en 1994-95. Fuente: Leigue Gómez & Boot (en prensa).

En la Figura 2 se muestra la distribución de las flores caídas en un bosque del norte de Bolivia. La cresta de florecimiento en esta 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 (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).

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. 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 o 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).

5.1.3. 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). 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 Baidier 1997)

5.2. Importancia de la castaña

5.2.1. 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).

5.2.2. 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 N° 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) 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).

5.3. Actividades de forestación y/o reforestación

5.3.1. 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 se 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.

5.3.2. 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 almaceno 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).

5.3.3. 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 (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 estos plántulas probablemente serán matados 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.

5.4. 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 plantines por hectárea. Otro estudio en uno de estos sitios reveló una

densidad similar a 53 plantines 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 plantines 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.

5.4.3. 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 los plantines de castaña tienden a producir muchas ramas, por consiguiente invierten más biomasa en crecimiento horizontal que en el crecimiento vertical.

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 plantines 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 plantines.

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).

5.5. 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 (*Dasypsecta 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.

Se han reportado pocas enfermedades para las plantas de castaña, se tiene registrada la mancha parda de las hojas, cuyo agente etiológico es el homgo *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.

VI. APORTE TEÓRICO

6.1. El Vivero

El vivero es el lugar donde se producen y manejan plántones utilizando semillas seleccionadas de alta calidad genética. Los plántones se producen con cuidados y protecciones adecuadas de manera que se obtengan planificadamente las cantidades necesarias, con la calidad suficiente y en el tiempo esperado. Los requerimientos para su instalación son:

Agua: El vivero debe estar ubicado en una zona cercana a una fuente de agua, como ríos, quebradas, o pozos con agua permanente. Este es el requerimiento más importante para un vivero pues necesita agua durante todas las etapas de la producción.

Topografía: En la amazonia lo más adecuado es ubicar el vivero en una ladera suave, la inclinación del terreno debe ser mínima, para facilitar las labores culturales.

Suelo: El suelo del vivero debe ser en lo posible suelto y de buen drenaje, después de las lluvias no debe quedar encharcado.

Acceso: El acceso al vivero debe ser fácil y de preferencia cercano al lugar donde se van a instalar los plántones.

Protección: Los viveros ubicados cerca a las viviendas o caminos, deberán estar protegidos por un cerco o valla para evitar daños por animales domésticos y silvestres.

6.1.1. Construcción del vivero

Una vez elegido el terreno para construir el vivero iniciaremos las actividades de instalación y construcción de la infraestructura. Básicamente el vivero contará con

las siguientes instalaciones: germinador, tinglado, camas de repique y equipos para riego. La limpieza del terreno es una actividad muy importante ya que facilita las labores en el vivero, evita la competencia de la vegetación originaria del terreno con las plantas que se producen, y facilita el control de insectos (hormigas, grillos, etc.). Antes de iniciar la producción de plántulas es necesario detectar la presencia de malezas, nemátodos, hongos, parásitos e insectos, principalmente cuando se establece el vivero en terrenos que con anterioridad se dedicaron a la agricultura. Esto permitirá elegir las técnicas de manejo y fumigación necesarias que aseguren la producción exitosa de plántulas con alta calidad.



Instalación de un vivero: Para construir nuestro vivero forestal es recomendable comenzar nuestras actividades en la época seca, ello facilitará nuestras labores, pero antes deberemos conocer cuántos plantones producirémos y bajo qué sistema (en bandejas, en bolsa o a raíz desnuda).

6.1.2. Instalación de camas

Camas de almácigo.- Se construyen sobre el nivel del suelo. En ellas se depositará el sustrato preparado para recibir las semillas donde germinarán y desarrollarán sus raíces. El tamaño variará con el diámetro de las semillas y la cantidad de plantas a producir. Sembraremos las semillas directamente en el sustrato acondicionado en las bolsas. Es una mejor opción, cuando se conoce la capacidad de germinación del lote de semillas y cuando son grandes y fáciles de manipular como el cedro, caoba, entre otros. En caso de semillas pequeñas como bolaina y capirona es recomendable almacigarlas.

Camas de repique.- Estas camas son los lugares donde colocaremos las bolsas con plántulas repicadas, el tamaño de las bolsas variará dependiendo del tiempo que las plantas permanecerán en el vivero, así como también de acuerdo al desarrollo radicular, ello condicionará al número de camas que debemos construir. Para facilitar las labores culturales en el vivero recomendamos construir camas de 1m a 1.20m de ancho por 8m a 10m de largo, pero ello no es una regla. En la actualidad los viveros de alta tecnología usan bandejas de germinación en lugar de las camas de almácigo, así como otros implementos que pueden optimizar el manejo de los plantones en los viveros, como son: tubetes, portatubetes y otros materiales para viveros como mallas raschel, etc.

El sustrato.- El sustrato es una mezcla de varios componentes que nos permitirá una buena nutrición y el crecimiento adecuado de los plantones. Sus componentes son:

Tierra negra: Componente básico, generalmente buscaremos tierra del bosque o tierra suelta del área cercana.

Arena: La utilizaremos para favorecer el drenaje; para evitar el endurecimiento del sustrato, y que no se produzca encharcamiento. También podemos usar tierra arenosa.

Abono: Son de origen animal o vegetal. Nos proveerán de nutrientes que falten a la tierra. Pueden ser humus de lombriz, heces de gallina o ganado, compost, biol, bokashi u otros.

Al mezclar estos componentes obtendremos el sustrato. Antes de mezclarlos los tamizaremos en una zaranda por separado. Proporciones de la mezcla para el sustrato. La mezcla para preparar el sustrato del almácigo es de dos partes de tierra negra por una de arena (2 x 1). Para el sustrato de repique es de dos partes de tierra negra por una de arena por 0,3 partes de abono (2 x 1 x 0,3). No es recomendable usar esta mezcla como una receta, esta variará de acuerdo a las características del suelo o del lugar, por ejemplo: si nuestro suelo es arenoso disminuirémos el porcentaje de arena en la mezcla.

Desinfección del sustrato: Los sustratos se desinfectan para prevenir ataques de hongos, eliminar gusanos, semillas de malas hierbas y huevos de parásitos que puedan ocasionar daños a las semillas. Un método sencillo y eficiente es hervir agua y verterla con una regadera de metal, con ducha fina lentamente sobre el sustrato o cama del almácigo en una proporción de 5 litros por metro cuadrado de sustrato. Otra forma de desinfectar nuestro sustrato será cubrirlo con plástico negro y someterlo a pleno sol durante una semana.

El tinglado: El tinglado es el techo del vivero y se construye con hojas de palmeras o caña brava amarradas. Éste se mantiene desde la etapa de almácigo. Cuando la sombra es fuerte, y prolongada, el desarrollo de las plantas es muy lento, son delgadas, tienen pocas hojas y son débiles. Cuando el tinglado es construido muy bajo se dificulta el manejo cultural, se presentan ataques de hongos y en el caso de las plantas repicadas, éstas pueden llegar a chocar con el tinglado. Dos meses antes de ser llevados al campo definitivo nuestras plantas deben estar acostumbradas a pleno sol. En algunos lugares los tinglados han sido sustituidos por mallas Raschel, que al ser material sintético puede tener mayor durabilidad y mayor facilidad de operación.

Podas: Antes de la instalación en el campo definitivo realizaremos la poda para favorecer la multiplicación de las raíces secundarias y frenar el desarrollo de la raíz principal, ello aumenta la resistencia al efecto trasplante. Podaremos las raíces que sobresalen de las bolsas. Lo haremos con una tijera o un cuchillo bien afilado.

Control fitosanitario: Los problemas más frecuentes en los viveros son los ataques de grillos, hormigas, babosas y hongos. Algunas semillas y hojas de plantas poseen toxinas. Con ellos podemos hacer insecticidas naturales o controladores de insectos que sirvan para matar o ahuyentar a los insectos. Una de las enfermedades más importantes es el “mal del semillero”; y el método que más se utiliza para eliminar el hongo que lo produce es la fumigación. Una opción para evitar el uso de fungicidas químicos es cubrir las semillas con una capa de arena de 5cm de espesor, que favorezca la reducción de la humedad alrededor de

la semilla e incremente la temperatura en la superficie del suelo. Debido a que el “mal del semillero” es un problema constante en los viveros recomendamos efectuar revisiones continuas en los cultivos, con el propósito de detectar oportunamente su presencia o la de alguna otra enfermedad. De esta manera podremos prescribir y aplicar inmediatamente el tratamiento adecuado y evitaremos la pérdida significativa de nuestras plantas.



6.1.3. Producción de plántones

Antes de iniciar la siembra de semillas en el vivero es necesario tener claro cuál es el método de cultivo que utilizaremos, pues su elección está directamente relacionada su desarrollo y manejo, tanto en el vivero como en los sitios de plantación.

Para producir plántones en vivero existen dos métodos:

Plántones a raíz desnuda: Se realiza en camas y en envases de crecimiento grandes (depósitos de gran variedad de materiales y dimensiones). Los podemos iniciar por medio de la siembra directa de las semillas u obteniendo las plántulas por medio de almácigos (semilleros), para posteriormente trasplantarlas. Lo realizaremos con especies rústicas que soporten el “stress” o que toleren el transporte y manipuleo como el café, cítricos y otros. Las plantas producidas a raíz desnuda, comparadas con las obtenidas en bolsas, desarrollan mejor sus raíces y

un mejor tallo al no estar limitadas por las bolsas, y los costos de producción son menores en transporte e instalación.

Plantones en bolsas de plástico: En este método de producción las plantitas emergentes de un almácigo son trasladadas a bolsas negras de plástico llenas de sustrato. Las bolsas son de tamaños variables y vienen acondicionadas con orificios en su base para facilitar el drenaje del agua de riego o de lluvia. Comparada con la producción a raíz desnuda esta técnica es más fácil, ocupa menos espacio en las camas, posibilita realizar la plantación en diferentes épocas del año y asegura un mejor prendimiento.



6.1.4. Cuidados durante el crecimiento de las plántulas.

Después de la siembra y el trasplante se presenta un periodo crítico en el vivero durante el cual nuestras semillas y las plántulas son vulnerables a los factores del ambiente y a los diversos depredadores y patógenos. Por ello debemos extremar los cuidados en los semilleros, camas y envases de crecimiento, pues de lo contrario se presentarán pérdidas cuantiosas en este periodo. Por ejemplo, si las condiciones no son las apropiadas para la germinación de las semillas y no les brindamos los cuidados necesarios, no germinarán o podrían ser atacadas por depredadores y enfermedades, que continuarán siendo un problema aun después de que las plántulas hayan emergido. Asimismo, la presencia de malas hierbas puede afectar su ritmo de crecimiento, y hasta provocar su muerte al competir con ellas por agua, luz y nutrientes. Para disminuir los riesgos en la producción

debemos cuidar el riego, el deshierbe, la aparición de plagas, enfermedades y deberemos seleccionar que la talla de las plantas producidas sea la adecuada.

El embolsado: El embolsado consiste en llenar de sustrato las bolsas de plástico. Lo realizaremos manualmente aplicando golpecitos a la bolsa contra el suelo de tal manera que el sustrato ocupe todos los espacios sin dejar aire que perjudique posteriormente el crecimiento de las raíces. En el embolsado buscaremos conseguir una adecuada distribución del sustrato, una rigidez en la base y en toda la bolsa sin compactar demasiado, para evitar que la bolsa se rompa al momento del repique. El embolsado en algunos lugares es sustituido por tubetes de diferentes tamaños para acomodar plántones forestales, frutales como café, cacao y otros, con distintas necesidades de espacio radicular, los cuales son colocados en bandejas porta tubetes.

6.1.5. Transplante en bolsitas o tubetes

El objeto del transplante es disminuir la competencia que existe en la siembra; aumentar el espacio vital entre las plantas jóvenes; desarrollar el sistema radicular (particularmente las raicillas más finas), una vez que la raíz principal se ha formado después de la germinación; ayudar a colocar verticalmente a la joven raíz en la tierra sin encorvarla y sin que se dañen las raicillas; favorecer el acceso a los elementos nutritivos; formar ramificaciones radiculares, pues el crecimiento en altura o tamaño está disminuido, y posibilitar el transporte y acomodamiento en su lugar. El trasplante lo efectuaremos rápidamente después de la germinación, en cuanto se desarrollan algunas hojas. Desde cualquier punto de vista es preferible realizarlo prematuramente, pues así garantizaremos una buena recuperación y eliminaremos la posibilidad de la detención pasajera del crecimiento (crisis del trasplante). Las plántulas las trasplantaremos a camas o envases dos o tres semanas después de la germinación, aunque el tiempo puede variar hasta en cinco semanas dependiendo de la especie. Como regla general debemos transplantar cuando la plántula se está desarrollando a expensas de los cotiledones u hojas cotiledonarias y las raicillas laterales no se han desarrollado,

pues una vez que aparezcan las hojas verdaderas y raíces laterales el trasplante puede resultar perjudicial para ellas.

Manejo de la luz y sombra: La sombra es buena para las plántulas jóvenes, pero el exceso puede dañarlas. Las plantas que crecen en sombra fuerte, son altas, débiles y muy sensitivas a la luz y pueden quemarse al ser expuestas a la luz solar. Sobre las camas de almácigo (germinadero) recomendamos poner tinglados que dejen pasar 50% de luz solar. En las camas de repique recomendamos un tinglado que deje pasar 40% de luz solar y que luego ampliaremos progresivamente, hasta quitarlo totalmente, así lograremos la adaptación de las plantas para el campo definitivo.

El repique: El repique consiste en colocar las plántulas del almácigo en las bolsas negras de plástico llenas de sustrato. El momento oportuno del repique será cuando las plantitas tengan como mínimo dos hojas verdaderas. Para el caso de la bolaina blanca y capirona el repique lo realizaremos al mes y a los dos meses respectivamente o de 3 cm a 5 cm de altura. Para semillas grandes podremos transplantar hasta los 10 cm de altura con cuatro hojas verdaderas.

6.2. Establecimiento en sitio definitivo

6.2.1. Preparación del área

Es bien conocida la rusticidad que tiene el árbol de castaña, sin embargo, la preparación del área de la plantación es fundamental para potencializar las mejores condiciones de desarrollo de las plantas y de las operaciones de campo ligadas al mantenimiento del cultivo en la fase de desarrollo.

La castaña amazónica puede ser plantada en áreas abandonadas de pastura en proceso de degradación, asociada con cultivos anuales, cultivos de coberturas leguminosas o asociadas con otras especies de importancia agroforestal cuando la mayoría de los tocones estén descompuestos.

La instalación de las plantas en campo definitivo debe realizarse en hoyos mínimamente de 40 x 40 x 40 cm incorporando un abonamiento de fondo con 0,5 kg de abono orgánico descompuesto mezclando homogéneamente con el suelo.



6.2.2. Época de plantación

La mejor época para la instalación de las plantaciones es el inicio del periodo lluvioso, para la amazonía se recomiendan entre los meses de noviembre y enero. Es importante considerar, al momento de la instalación en campo, incluir cercos de protección dispuestos en el contorno de la planta para evitar el ataque de roedores por lo menos en los primeros ocho meses, para lo cual se tienen alternativas como el uso de malla metálica, estaquillas de madera, corteza de árbol y botellas plásticas de bebidas gaseosas que pueden ser reutilizadas.

6.2.3. Densidad de plantación

La distribución espacial de las plantas en campo definitivo depende del aprovechamiento del área y de la finalidad de la plantación. Así el espaciamiento y la concentración de plantas por área, podrá variar según el objetivo de la plantación; puede ser monocultivo, recuperación de áreas de pasturas abandonadas o la asociación agroforestal con frutales.

En los cultivos puros o exclusivos, el espaciamiento mínimo recomendado es de 10 x 10 m, con distribución de plantas en triángulo equilátero, lo que posibilita la densidad de 115 plantas/ha. Cuando se adopta la distribución tradicional en forma de cuadrado, el número es de 100 plantas/ha. Cuando el plantío es efectuado para la recuperación de áreas en asociación con pasturas, el espaciamiento es más abierto, 20 x 10 m ó 25 x 15 m, para proporcionar mejores condiciones de luminosidad para las gramíneas forrajeras. En asociación con otras especies

perennes como cacao, copoazú, arazá y asaí entre otras, se recomienda los espaciamientos de 25 x 10 ó 25 x 15 m.

6.3. Prácticas Culturales

Como cualquier cultivo de importancia comercial, la castaña requiere de tratamientos culturales que va a influir de manera importante en el establecimiento y producción de los árboles, dentro de los cuales se pueden destacar:

Limpieza en corona: consiste en realizar deshierbe en el contorno de la planta para evitar competencia por luz y nutrientes sobre todo en el periodo de establecimiento y de formación de la copa. Se recomienda hacerlo cada cuatro meses, durante los tres primeros años de plantación.

Limpieza en entre líneas: Las entrelíneas del cultivo se pueden deshierbar de manera manual (machete, azadón y pala), semi-mecanizada (tractor agrícola), luego de realizar la limpieza de planteo de las plántulas. La vegetación cortada como producto del deshierbe debe ser aprovechada como cobertura muerta, esta práctica es fundamental en el periodo seco de la región para disminuir la pérdida de agua del suelo por evaporación.



6.3.1. Podas:

Se deben efectuar dos tipos de poda para tener un buen desarrollo de la planta: la de formación del tallo y la de formación de la copa. La primera consiste en eliminar gradualmente las ramas más bajas hasta los dos metros de altura sobre el suelo y se efectúa en plantas con más dos años de injertadas. La segunda, se realiza cuando el injerto presenta pocas ramificaciones y tiene por objetivo aumentar el número de ramas responsables de la futura fructificación. Estas ramas son podadas a una distancia de 50 a 100 cm del tronco, eliminando de cuatro a cinco hojas por debajo del corte, a fin de forzar la emisión de nuevos brotes.

6.3.2. Fertilización

Los avances en el tema de fertilización sugieren una respuesta de absorción de nitrógeno (N) a razón de 100 Kg/ha/año en el primer año, al segundo año 60 Kg/ha/año de fósforo en forma de P_2O_5 y al tercer año 70 Kg/ha/año de fósforo en la forma de P_2O_5 .

6.3.3. Control de plagas y Enfermedades

Los mayores perjuicios en plantaciones de la región amazónica se producen en el periodo de establecimiento, son ocasionados por el añuje (*Dasiprocta fuliginosa*). El ataque es controlado eficientemente usando una barrera física en el contorno de las plantas que impida el acceso del roedor a la misma, los mejores resultados se han obtenido usando una malla metálica.

Otras plagas de menor importancia son las hormigas cortadoras (*Atta sexdens*), que corta las hojas, que puede ser controlada con cebos formicidas, 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.

6.4. Monitoreo y Evaluación de árboles de castaña

Las plantas injertadas deben ser monitoreadas y evaluadas para conocer sus variables de crecimiento, incrementos diamétricos, estado fitosanitario, fenología reproductiva, visitas de los agentes polinizadores y finalmente su productividad, conjuntamente con la calidad de frutos.

La castaña proveniente de semilla (planta franca) puede eventualmente, entrar en producción, a los ocho años después del trasplante al sitio definitivo, mientras que la mayoría de las plantas fructifican a los 12 años. Por otro lado, las plantas injertadas inician, en algunos casos, su fase de producción con 3,5 años de edad. Esta precocidad está asociada a la posición que tenía la yema del injerto en la planta madre. En general empiezan su producción al sexto año después de realizada la injertación. Los datos de producción obtenidos en el CPATU/EMBRAPA muestran que las plantas injertadas pueden producir hasta 25 litros de castaña a los 12 años. Esta producción puede ser considerada buena, cuando se compara con la productividad de los castañeros nativos, que se sitúa en el rango de 15 a 55 litros de castaña/ha/año y naturalmente se encuentra en una densidad de 0,3 a 1,3 árboles por hectárea.



CONCLUSIONES

El análisis de la bibliografía relacionada con el manejo de la especie y las características de la región, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- La importancia de castaña en la economía regional en el norte de Bolivia es una de las más especiales: probablemente no hay otra región donde la castaña sea un pilar tan importante en la economía regional.
- El árbol de castaña ocurre a densidades muy variantes. Hay informes de densidades muy altas (más de 26 árboles por hectárea) pero también cifras muy bajas (mucho menos de 1 por hectárea).
- La germinación puede ocurrir después de un periodo de 12-18 meses. Sin embargo, se requieren experimentos de germinación, realizados bajo las condiciones naturales, para obtener estimaciones adicionales del periodo de la germinación con éxito, y sobre las condiciones biofísicas que influyen en la germinación.
- El programa de forestación y/o reforestación debe iniciar con la producción del material vegetal en un vivero, el cual debe ser construido empleando materiales propios de la región. Las semillas a emplear deben provenir de árboles padres con buenas características morfológicas, en lo posible libre de lianas y otros daños naturales o artificiales.
- Para el establecimiento en el sitio definitivo se debe considerar las características del área evitando llanuras aluviales y temporalmente inundadas, asimismo se debe valorar el interés del agricultor, es decir como parte de un sistemas agroforestales o plantaciones puras.
- En el sitio definitivo se deben desarrollar tratamientos silviculturales como la fertilización, poda, limpieza en corona, para ello se deben seguir las instrucciones descritas en la presente monografía o consultar el criterio de expertos o personas de amplia experiencia.

VIII. RECOMENDACIONES

Consideramos que se deben implementar las siguientes medidas para la reforestación con la mara:

- Considerando que la castaña constituye una de las principales actividades económicas para la región Amazónica de Bolivia y particularmente el Departamento Pando, se deben profundizar investigaciones a nivel experimental, sobre las técnicas propuestas en la presente investigación.
- Difundir los resultados del presente estudio entre las instituciones públicas privadas y ONGs relacionadas con el sector, así como a los involucrados en los diferentes eslabones de la cadena es decir en el manejo de castañaes recolectores, transportistas, beneficiadores y comercializadores.
- Al personal técnico de las instituciones que tienen por misión la asistencia técnica a los pobladores del área rural, se recomienda considerar los resultados de la presente investigación y sugerir a los castañeros empleen de manera experimental las recomendaciones y luego hagan una evaluación con el fin de mejorar y/o retroalimentar

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/castana.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. Estudos 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.
- 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.