

Contenido

CAPITULO I	1
1.1. INTRODUCCION	1
1.2. IDENTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACION	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. <i>Objetivos Generales</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	5
1.5. HIPOTESIS	6
1.5.1. <i>HIPOTESIS GENERAL ALTERNA</i>	6
1.5.2. <i>HIPOTESIS GENERAL NULA</i>	6
CAPITULO II	7
2.1. REVISION DE LITERATURA.....	7
2.1.1. <i>Antecedentes</i>	7
2.2. MARCO TEÓRICO	10
2.2.1. <i>La Regeneración Natural en el Trópico</i>	10
2.2.2. <i>Distribución, dispersión y abundancia de árboles adultos</i>	10
2.2.3. <i>Límites en el número de semillas producidas y dispersadas por los adultos</i>	11
2.2.4. <i>Límites a la dispersión</i>	11
2.2.5. <i>Conceptualización Regeneración Natural</i>	11
2.3. SOBRE LA ESPECIE CASTAÑA.....	14
2.3.1. <i>Descripción</i>	15
2.3.2. <i>Origen</i>	15
2.4. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	16
CAPITULO III	22
3.1. MATERIALES Y METODOS	22
3.1.1. <i>Equipos, Herramientas y Materiales.</i>	22
3.1.2. <i>Metodología</i>	22
CAPITULO IV.....	31
4.1. RESULTADOS	31
4.1.1. <i>Análisis de la abundancia de Bertholletia excelsa H.B.K</i>	31
4.1.2. <i>Análisis de la densidad de regeneración natural de castaña Bertholletia excelsa H.B.K evaluados según ubicación de los transectos (base del árbol madre y caminos de acceso).</i>	37
4.1.3. <i>Estratificación vertical y horizontal de la regeneración natural de Bertholletia excelsa H.B.K</i>	39
4.1.4. <i>Asociación entre la distancia al árbol parental vs. abundancia, diámetro y altura de la regeneración natural de Bertholletia excelsa</i>	42
CAPITULO V	51
DISCUSIONES	51
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFIA	60
PAGINAS COMPLEMENTARIAS.....	68
ANEXOS	68

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCION

Madre de Dios, es la única región del Perú en la que se encuentran árboles de castaña en agrupaciones haciendo que su aprovechamiento económico sea viable. De acuerdo a investigaciones preliminares, los bosques naturales de castaña ocupan un área SIG de 2638,163.97 hectáreas, que representa el 30% de la superficie departamental (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, 2010). Así mismo también menciona que según PROMPEX, en el año 2007, los niveles de exportación de estas nueces alcanzaron a los 3 205 844.22 kg (IIAP 2010)

La castaña es un recurso de importancia en el desarrollo sostenible de la región. La frágil cadena ecológica puede ser destruida si no se procede de manera adecuada en lo referente a la regulación de otras actividades forestales, mineras e hidrocarburíferas. De ser mal manejadas, dichas actividades mermarían el ecosistema y por ende los recursos que este provee. (La cadena de Valor de la castaña amazónica del Perú, 2006).

Considerándose de suma importancia obtener conocimientos e información sobre su ecología, para poder ser implementados dentro de las técnicas de manejo y mejoramiento de su aprovechamiento, y uno de los principales temas es la densidad de su regeneración natural, como banco de germoplasma que ayude a tener la especie sostenible en aprovechamiento a un largo plazo.

La distribución de los árboles de castaña en los bosques de Madre de Dios es muy variada. Esto ocasiona que solo ciertos sectores sean utilizados para la recolección mientras que otras áreas no están siendo explotadas por su lejanía y difícil acceso. Las densidades de los diferentes sectores y zonas castañeras varían desde 0.3 hasta 1.3 árboles/hectáreas (CI, 2004) Se puede decir, que la densidad en su regeneración, de acuerdo a la intensidad de aprovechamiento de sus frutos, así como el uso del área, puede considerarse como influyentes en el proceso de regeneración de la especie.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la densidad de regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** en dos tipos de concesiones, una con aprovechamiento de sus frutos y otra sin aprovechamiento, y relacionar si esta especie se ve afectada en su regeneración natural en relación al distanciamiento del árbol madre, identificando y clasificando a la regeneración en plántulas, brinzal, y latizal, mediante transectos de 4m x 70m, y parcelas anidadas de 2m x 70m, ubicando 3 transectos por árbol seleccionado, partiendo los transectos desde el fuste del árbol muestreado, que para este caso se le considera y denominaremos “árbol madre”.

Se identificaron dos zonas para el presente estudio, las cuales comprenden al Centro de Investigación y Capacitación Río Amigos (CICRA), perteneciente a la Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica - ACCA, y a la concesión castañera San Antonio ubicada en el Río Heath dentro de la Reserva Nacional Tambopata. La primera corresponde a la zona sin aprovechamiento y la segunda a la zona con aprovechamiento de las semillas de castaña.

Se evaluaron un total de 810 transectos partidos desde la base del árbol madre, siendo 270 para el CICRA y 270 para la Concesión Castañera San Antonio, registrándose 100 individuos de regeneración natural para San Antonio y 48 individuos de regeneración natural para el CICRA, en un área de 37,21 Has correspondiente a los dos sitios de evaluación.

1.2. IDENTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un estudio, se ha evaluado el estado de conservación de las poblaciones de castaña provenientes de 23 localidades en su rango de distribución (Peres et. al, 2003), y los resultados han arrojado alarmantes datos en relación al impacto de la explotación de semillas de castañas sobre la regeneración de las poblaciones locales, según estos datos, se ha encontrado que las poblaciones de castaña con sobre-explotación en la cosecha de semillas tienen pocas oportunidades para su regeneración, lo cual pone en alto riesgo la sostenibilidad de esta actividad. Por otro lado, la dispersión de semillas parece depender directamente de la interacción con un roedor del género *Dasyprocta*, lo cual predice la existencia de un patrón gradual

de variación genética, donde debería existir una correlación alta y positiva entre distancia geográfica y distancia genética entre las sub-poblaciones.

Generalmente se considera que la baja densidad poblacional es el factor más importante para iniciar acciones de manejo, ya que el riesgo de extinción local es una función inversa del tamaño local de la población (Hubbel 2001). Sin embargo, relativamente altas densidades poblacionales de castañas pueden estar en alto riesgo si su estructura poblacional está fuertemente sesgada hacia individuos seniles

Su densidad en regeneración natural también se ve afecta por el proceso de germinación de sus semillas, las cuales necesitan de intervención para su diseminación por parte de los dispersores identificados para esta especie.

Uno de los proyectos más grandes desarrollados dentro del Perú, ha sido la construcción del corredor vial interoceánico sur, que cruza el departamento de Madre de Dios, incentivando esta apertura y mejoramiento de la vía un proceso acelerado de ocupación del territorio, siendo las zonas más afectadas las concesiones castañeras, esto debido a la ubicación cercana al eje carreteros, generándose la destrucción de estos bosques, que están siendo sustituidos por la agricultura migratoria, generando quema de bosques y por ende de individuos de castaña (IIAP 2010, y Rubio & Romero 2009).

La tala de árboles también se da dentro de estas concesiones castañeras, debido a que mediante la implementación de los planes complementarios, los concesionarios castañeros obtienen autorización para el aprovechamiento de especies forestales de valor comercial.

El aprovechamiento de la castaña a través de las concesiones castañeras, es una de las actividades económicas importantes en el departamento de Madre de Dios. Durante el proceso de saneamiento físico y legal (ordenamiento, Linderamiento) que ha ejecutado y viene ejecutando el estado a través del gobierno regional de Madre de Dios, se ha realizado algunas recomendaciones y aplicaciones de labores silviculturales que persiguen el aprovechamiento adecuado de esta especie.

1.3. JUSTIFICACION

La regeneración natural forma parte muy importante en la ecología, diversidad y en la conservación de germoplasma, es también uno de los parámetros medibles más importantes para evaluar la sostenibilidad en el uso intensivo de cualquier recurso forestal.

La regeneración es afectada fuertemente por factores bióticos y abióticos (Augspurger, 1984; Ortiz, 1991). La depredación de semillas y plántulas es un factor evolutivo muy importante que afecta a la distribución de los individuos, la reproducción de la especie y la diversidad de las comunidades. (Tabarelli & Mantovani, 1996).

Gamboa (2008) menciona que considerando que algunas especies según su sistema reproductivo (por ejemplo hermafroditas autoincompatibles) y de dispersión de semillas (esencialmente diseminadas por animales), podrían sufrir con mayor énfasis los efectos de la pérdida del hábitat, la reducción en la densidad poblacional y el aislamiento. Estudios realizados por Guariguata et al. (2000 y 2002) citado por Gamboa (2008), han comprobado que se pueden producir alteraciones en procesos ecológicos como la dispersión de semillas y la regeneración de algunas especies de árboles, en especial aquellas que dependen de fauna para la diseminación de propagulos.

El árbol de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) que crece en los bosques amazónicos del Perú, Bolivia y Brasil, es muy apreciado por sus nueces comestibles y constituye casi la única fuente de sustento de los habitantes locales durante la época de lluvias (Mori, 1992). Si bien existe estudios que evidencian de que los pueblos indígenas fueron responsables de su actual distribución, según varios estudios se puede comprobar que existe una falta general de regeneración de esta especie en toda su área de distribución (Mori & Prance, 1990; Richards, 1993, Boot & Gullison, 1995). Sin embargo, un estudio efectuado por Boot & Gullison (1995) indica que la regeneración es mayor en áreas perturbadas donde existe mayor disponibilidad de luz. Myers (1997) también determinó que la regeneración de árboles de castaña, en particular de brinzales, es proporcionalmente más alta en claros mayores a 30 m². Si bien la madera de esta especie no se extrae,

aparentemente su regeneración depende también de la alteración de áreas extensas y no demuestra tener la posibilidad en bosques sujetos a la extracción selectiva.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar la estructura poblacional de la regeneración natural ***Bertholletia excelsa* H.B K** y su densidad en poblaciones naturales, en dos tipos de concesiones; de conservación y bajo manejo forestal (aprovechamiento de las semillas de castaña), en la región Madre de Dios al Sureste del Perú.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar y comparar cantidad de regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K.** en sus diferentes estadios (plántula, brinzal, latizal y fustal), en dos tipos de concesiones, de conservación y de aprovechamiento de las semillas de castaña.
- Determinar la estratificación vertical y horizontal de la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** en poblaciones naturales, en dos tipos de concesiones; de conservación y de aprovechamiento de las semillas de castaña.
- Determinar la relación entre la distancia al árbol progenitor versus Abundancia, Diámetro y Altura de la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K.**, y comparar con el modelo de Janzen y Connell.

1.5. HIPOTESIS

1.5.1. HIPOTESIS GENERAL ALTERNA

Por el tipo de uso de bosques en zonas donde se encuentra poblaciones de ***Bertholletia excelsa H.B.K*** y el aprovechamiento de semillas, se espera que la estructura y densidad de su regeneración natural de esta especie difiera al contrastar entre un bosque bajo manejo forestal (San Antonio) y de conservación (CICRA).

1.5.2. HIPOTESIS GENERAL NULA

Por el tipo de uso de bosques en zonas donde se encuentra poblaciones de ***Bertholletia excelsa H.B.K*** y el aprovechamiento de semillas, se espera que la estructura y densidad de su regeneración natural no difiera al contrastar entre un bosque bajo manejo forestal (San Antonio) y de conservación (CICRA).

CAPITULO II

2.1. REVISION DE LITERATURA

2.1.1. Antecedentes

La castaña ***Bertholletia excelsa* H.B.K** ha sido estudiada en diferentes aspectos: biología, ecología, aspecto socio económico, y sistema de cosecha y comercialización.

Los autores Van Rijsoort et al 1993 y Myers et al 2000, sobre la influencia de la iluminación sobre la especie, dándose el estudio tanto en claros naturales, así como también en la comparación de enriquecimiento de un bosque secundario con la aplicación de regeneración pero en forma artificial, ***Bertholletia excelsa* H.B.K** (Lecythidaceae) es una especie altamente demandante en regeneración que suceden mas en claros y bosques secundarios que en un bosque primario.

Así mismo Peres et al, 1997, realizó un estudio sobre dispersión de semillas, densidad y estructura población de castaña en un bosque natural de esta especie, localizada en un área indígena de Kayapó en Brasil, donde castaños con DAP ≥ 10 cm, fueron encontrados en agregados, la densidad de individuos entre dos castaños varió entre 4,8 y 5,1 de individuos por hectáreas.

Peres y Baider en 1997, realizaron estudios sobre la dispersión de las semillas, dada por el añuje (*Dasyprocta* sp.) en donde indican que la dispersión de esta semilla alcanza por lo general entre 15 metros de dispersión realizado por el añuje (*Agouti paca*), contados a partir desde donde cae el coco.

Cornejo & Ortiz 2001, han estudiado el comportamiento de plántulas de castaña en su ambiente natural para fomentar técnicas de manejo que ayuden al repoblamiento de esta especie compensando así la extracción de su semilla y asegurando la sostenibilidad de esta actividad.

G. Martínez, 2003. Demuestra que el mejoramiento del sistema de cosecha y específicamente el sistema de transporte tradicional denominado barriqueo puede ser mejorado utilizando una acémila y realizando un rediseño del castaño denominados “camino optimo”, con una evaluación de 3 años de zafra, en donde se ha incrementado el rendimiento de cosecha en 42% demostrando el nivel de eficiencia que tiene el uso de la tecnología intermedia.

V. Pareja, presenta resultados del análisis y evaluación de la producción de frutos en relación con el volumen y diámetro de copa, así como la determinación del rendimiento en almendras de **Bertholletia excelsa H.B.K**, en siete concesiones castañeras en el sector de Planchón del Distrito de Las Piedras, Provincia de Tambopata, Departamento y Región de Madre de Dios, sobre un área de estudio de 1710 Ha, con un registro de 140 árboles, en el año 2000.

Trivedi et al en el 2004, investigaron el impacto causado por guacamayos (*Ara spp*) en la depredación de semillas de castaña (**Bertholletia excelsa H.B.K**. Lecythidaceae) en un rodal castaño en el Perú. En una muestra de 50 árboles se contó el número de frutos afectados por guacamayos encontrados en el suelo, y los resultados indicaron que alrededor del 10% de la producción total del área de aprovechamiento ha sido eliminada por acción de los guacamayos.

L. Ponce en el 2007, realizó un estudio sobre la regeneración natural de **Bertholletia excelsa H.B.K** en una concesión castañera del distrito de Tambopata, se presentan los resultados de la regeneración natural en las 80 parcelas evaluadas; donde se encontraron 55 parcelas con un total de 132 plántulas; de los cuales son 106 brinzales (80.30%), 12 latizales (9.09%) y 14 fustales (10.61%), mientras que en las 25 parcelas restantes no se observó regeneración; esto puede deberse a la ausencia de claros naturales y a la deforestación de las plántulas provocado por la depredación de los herbívoros y a las actividades humanas.

L. Ponce 2007, afirma que sus resultados de densidad de plántulas muestran que en la mayoría de las concesiones castañeras de bosques naturales son afectados por el cambio de la estructura, siendo totalmente modificados por la extracción de semillas de castaña y de la madera.

No obstante, las densidades son altas y variables en la amazonia (Peres & Baider, 1997), en consecuencia varios estudios se enfocaron a las causas de la variaciones de la densidad de **Bertholletia excelsa H.B.K**, enfatizando causas como la dispersión por vertebrados como *Dassiprocta leporina* (Peres *et al.*, 1997; Peres & Baider, 1997), y aves como *Ara spp* (Trivedi *et al.*, 2004), asimismo se trata de entender su autoecología con respecto a los claros (Myers *et al.*, 2000) y composición química de los suelos (Kainer *et al.*, 1998; Corvera *et al.*, 2010).

Sin embargo, a nivel de la amazonia se puede relacionar los cambios en densidad de regeneración a los puntos calientes de la tierra, como se explica la variación de la producción de frutos de **Bertholletia excelsa H.B.K** (Kainer *et al.* 2007). Del mismo modo, se trata de entender las relaciones entre los arboles parentales de castaña con la estructura de lianas que están sobre dichos arboles (Kainer, *et al.* 2006), que de alguna manera influyen en la producción de semillas y/o frutos, dispersión y reclutamiento de plántulas de **Bertholletia excelsa H.B.K**.

W. Suri, 2008, mediante su trabajo de tesis, identifica áreas potenciales para la instalación de plantaciones de castaña **Bertholletia excelsa H.B.K** en áreas deforestadas de la región Madre de Dios, utilizando programas del Sistema de Información Geográfica y la base de datos cartográficas digital de la Zonificación Ecológica y Económica realizada por el IIAP, con superposición y evaluación de matrices de los mapas temáticos digitales, que muestran áreas aptas, medianamente aptas y no aptas en función a los requerimientos agroecológicos de la especie (fisiografía, suelo, clima y pendiente). Localizándose en su mayoría las áreas aptas en los distritos del Tahuamanu y Las Piedras.

N. Mamani, 2010. Realizo la investigación para determinar el mejor método de prendimiento para la propagación asexual mediante injerto de **Bertholletia excelsa H.B.K**, en una plantación establecida en campo definitivo en la comunidad de Otilia – Madre de Dios, el objetivo del estudio fue evaluar tres métodos de injertación y su influencia en el prendimiento de la castaña, realizándose dicho estudio en 120 plantas de *Bertholletia excelsa H.B.K*, de 2 años de reforestación en un sistema de enriquecimiento, asociado a vegetación de un bosque secundario con

distanciamiento de 10 m x 10 m. El material vegetativo utilizado para la injertación fue extraído del jardín clonal experimental Fitzcarrald del IIAP.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. La Regeneración Natural en el Trópico

El reclutamiento exitoso desde semillas en bosques neotropicales implica una secuencia de etapas. La disponibilidad del polen y recursos consumibles por los árboles maternos puede limitar el número de semillas producidas. La dispersión de semillas a un sitio determinado puede ser limitada por la densidad o la dispersión de árboles frutales, o por el agrupamiento impuesto por los procesos de dispersión de semillas. El establecimiento de semillas dispersadas puede ser limitado por la mortalidad debida a enemigos naturales, por ejemplo depredadores de semillas y herbívoros, o por factores abióticos tales como la disponibilidad de agua, nutriente y luz. Como la limitación impuesta por estas etapas puede verse afectada por la explotación forestal selectiva, es necesario investigar el efecto de las prácticas silvícolas sobre cada etapa en la dinámica del bosque (Harás & Paine, 2003).

Según Lamprecht (1990), citado por Gamboa (2008), menciona que la vegetación en los bosques tropicales, presenta de 3 a 4 pisos, teniendo árboles que alcanzan alturas de hasta 55m, con excepciones de hasta 60m o más, destacando la presencia de lianas, palmas y epífitas.

2.2.2. Distribución, dispersión y abundancia de árboles adultos

Aunque el tamaño de la población regional de muchas especies es grande, la densidad media de la mayoría de especies es baja en el paisaje, encontrándose a menudo menos de un individuo adulto por hectárea (Pitman *et al.*, 1999). La baja densidad poblacional por sí sola requiere consideraciones de manejo, ya que el riesgo de extinción local es una función inversa del tamaño local de la población (MacArthur & Wilson, 1967; Hubbell, 2001). Es decir, la eliminación de individuos de una especie focal aumenta su probabilidad de ser extirpada localmente. La baja densidad, sin embargo, no implica que los patrones de dispersión sean uniformes ni

al azar. El agrupamiento de individuos conespecíficos puede aparecer a escalas análogas a las que actúa la explotación (He *et al.*, 1997; Condit *et al.*, 2000; Plotkin *et al.*, 2002). Las consecuencias de la extracción selectiva variarán a lo largo del paisaje aunque la intensidad de extracción sea constante (por ejemplo, un número constante de los árboles extraídos por unidad de área) o si varía con la densidad de la especie focal, puesto que el cambio en abundancia relativa de la especie focal comparada con el resto de la comunidad variará de sitio a sitio.

2.2.3. Límites en el número de semillas producidas y dispersadas por los adultos

Es común que en las angiospermas maduren un número menor de frutas y dispersen menos semillas que producen flores y óvulos, respectivamente (Larson & Barrett, 2000). La producción de semillas se puede limitar por la disponibilidad del polen adecuado o por la disponibilidad de recursos (Willson & Burley, 1983; Larson & Barrett, 2000). Además, los organismos que comen frutas y semillas pueden dañar o matar las semillas antes de que abandonen la planta maternal.

2.2.4. Límites a la dispersión

Las semillas son dispersadas desde los árboles adultos por aves, mamíferos, el viento u otros agentes. Cada mecanismo crea patrones de conglomerados de dispersión de semillas sobre el piso del bosque. El agrupamiento se forma entre y dentro de las sombras de semillas de árboles individuales (Schupp *et al.*, 2002). Un estudio de diez años clarificó el grado de limitación de la dispersión al mostrar que de 260 especies de árboles del dosel, más de 50 no pudieron dispersar ni una sola semilla hasta ninguna de las 200 trampas colocadas, y solamente siete especies dispersaron una o más semillas hasta el 75% de las trampas (Hubbell *et al.*, 1999).

2.2.5. Conceptualización Regeneración Natural

- a. Zevallos, et al. (1984). Consideran la regeneración natural a partir de 0.30 m de altura hasta los 39.9 cm de DAP, agregando que pueden reemplazar a los árboles maduros después del aprovechamiento.

- b. Cornejo & Ortiz (2001), señalan que se trata del conjunto de procesos mediante los cuales el bosque denso se restablece por medio naturales. Es un aspecto prioritario que se debe conocer para realizar un manejo sostenible induciendo una regeneración cuantitativa y cualitativa suficiente que se asegure la permanencia del bosque. El manejo de la regeneración es la actividad silvicultural más apropiada para la reposición del bosque y sobre todo económica porque se trabaja con el mismo material del bosque, en el mismo terreno y sin tener gastos de materiales en vivero.

2.2.6. Regeneración natural y su ciclo en el bosque.

En términos independientes en la composición, de grupos ecológicos y de estructura, los bosques maduros se caracterizan por tener un ciclo de regeneración natural que se divide en 3 fases, estas son: claro, reconstrucción y madura. Whitmore 1990, Finegan 1997, mencionan que estas fases son arbitrarias si se consideran dentro del flujo continuo que va desde los claros del bosque, pasando por etapas de regeneración hasta estadíos maduros. Este proceso constante se refleja en un cambio del bosque a través del tiempo.

En la fase del claro, se representa cuando se logra una apertura del dosel del bosque, ya sea por la caída de uno o varios árboles, el tamaño del claro influenciará que especies se encontrarían dentro de ellas. Y su principal identificación es la fuerte incidencia de luz que penetra hacia el piso del bosque.

La etapa de regeneración o de construcción, se presenta de forma más dinámica, ya que en esta fase, las especies utilizan todo el potencial para lograr su crecimiento vertical, de acuerdo a las condiciones y recursos existentes. Así logran alcanzar los estratos superiores del bosque y pueden asegurar de alguna manera su supervivencia.

Por último, se tiene a la estadío de fase madura, y este se caracteriza por presentar una mayor dinámica en los pisos inferiores del bosque, tal es así que en esta etapa los individuos de mayor crecimiento logran establecer posiciones de dominancia y

codominancia en el dosel superior (Whitmore 1991 y 1998, citado por Gamboa. 2008)

2.2.7 Estructura Vertical y Horizontal de los bosques tropicales

Por otro lado, la **estructura vertical** del bosque está determinada por la distribución de organismos, tanto plantas como animales, a las alturas de un perfil. Esta estructura se da como respuesta a las características de las especies que la componen y a las condiciones medioambientales presentes en las diferentes alturas del perfil. Los cambios micro ambientales permiten que especies con diferentes requerimientos de energía solar, se ubiquen en los diferentes niveles que mejor satisfagan sus necesidades (Louman, et al., 2001).

La **estructura horizontal** de una población o de un bosque en su conjunto se puede describir mediante la distribución del número de árboles por clase diamétrica. Así se han definido dos estructuras principales: las coetáneas o regulares y las discetáneas o irregulares (Hawley & Smith, 1972 citado por Louman et al., 2001). En base a los censos realizados, los arboles adultos y su respectiva regeneración natural de ***Bertholletia excelsa H.B.K.***, se ajustan a una estructura discetánea. Del mismo modo, ocurre en los diámetros de regeneración natural, que a menor diámetro existe mayor presencia de individuos, esta estructura es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente y a las limitaciones, a las amenazas que estas presentan, cambios en estos factores pueden causar cambios en la estructura de una población o del bosque (Louman, et al., 2001).

2.2.8 La Teoría de Janzen y Connell

Esta hipótesis sugeridas de forma independiente por Daniel Janzen en 1970 y por Joseph Connell en 1971, por lo que se denomina la teoría de Janzen y Connell, manifiesta que el mantenimiento de la diversidad de comunidades forestales tropicales es el proviene como resultado de dos mecanismos, las cuales son: la mortalidad de las semillas y plántula aumenta a medida que nos alejamos de los arboles parentales, sugiriendo que esto se da por la depredación de los enemigos

naturales de la especie, especialmente por herbívoros, insectos y organismos patógenos.

Esta hipótesis asume que a mayor densidad, la mortalidad de las semillas y plántulas aumenta, esto debido a que los depredadores se centran principalmente en su ataque a altas muestras de densidad.

Otro supuesto hecho, es que, a mayor distancia del árbol madre, las semillas y las tasas de supervivencia de las plántulas aumenta. La mortalidad de las semillas y plántulas que se encuentra debajo y cerca del árbol madre, se ve influenciada por el hecho de que los árboles adultos tienden a alojar los altos niveles de plagas y patógenos que se transmiten a las mismas. Mientras que una cierta cantidad de daños en adulto puede tener consecuencias negativas para las plántulas de dicho árbol.

2.3 SOBRE LA ESPECIE CASTAÑA

Reino : Vegetal
 Tipo : Fanerógama
 Sub Tipo: Angiosperma
 Clase : Dicotiledonea
 Orden: Lecythidales
 Familia: Lecythidaceae
 Género: *Bertholletia*
 Especie: *excelsa*

Los famosos exploradores Humboldt y Bonpland fueron los primeros en describir la especie científicamente en 1807, de algunas muestras colectadas en Venezuela – arboles que fueron plantados por misioneros con semillas traídos desde Brazil. (Conservation series 1995).

Algunos registros indican que los arboles de la castaña se pueden encontrar con agregaciones de 10 a 25 individuos por hectáreas, pero estos son excepciones,

pero la fluctuación común de la densidad de estos árboles está entre 2,5 a 3 individuos adultos por hectárea.

2.3.1 Descripción

Árbol de porte muy grande, llegando a medir hasta 60 m de altura. El fuste es cilíndrico, liso y desprovisto de ramas hasta la copa; la corteza es oscura y hendida. Las hojas son deciduas, en forma cóncava, con tomento suave y lámina cartáceo-coriácea, tiene hojas compuestas, imparipinadas, alternas. Inflorescencias espiciformes, axilar o en panículas terminales, de pocas ramas, erectas. Flores zigomorfas, con dos a tres sépalos y seis pétalos amarillos; ovario ínfero, tetralocular o pentagonal, lóculos generalmente con cuatro a seis óvulos. El fruto es una capsula de tipo pixidio incompleto, llamado popularmente coco, el cual es esférico o ligeramente achatado, con cascara dura y leñosa. El peso de cada fruto varía entre 200 y 2,000 g, con diámetro de 10 a 25 cm, un promedio de 18 semillas angulosas de 4 a 7 cm de longitud, con cáscara coriácea y rugosa, conteniendo en su interior una almendra blanco lechosa, recubierta por una epidermis de color marrón.

La raíz principal es pivotante, con la implementación de sus raíces secundarias lograr dar al árbol raíces de anclaje. (Conafrut 2000, citado por Chancasanampa, 2008).

Desde la polinización hasta la caída de los cocos, el tiempo es prolongado, por lo que varían de 12 a 18 meses aproximadamente para que los frutos maduren y tiendan a caer, siendo los meses de caída de Diciembre a Marzo, en época de lluvias. Mori et al (1992), IIAP (2010).

2.3.2 Origen

La castaña es una especie nativa de los bosques altos en las zonas no inundables de la amazonia brasileña, boliviana y peruana. En el Perú y Bolivia, los castaños con más densidad se encuentran en las zonas limítrofes entre dos países, así como la correspondiente frontera con Brasil.

En el Perú, el departamento dedicado a la recolección de la castaña es Madre de Dios, la importancia de la castaña no solo radica en su aporte a la economía gracias

a la exportación, sino por su componente ecológico en la preservación de la selva amazónica, ya que su explotación permite frenar la depredación de los bosques.

Ecología y adaptación: En las áreas de dispersión natural de la especie, en la amazonia brasileña, boliviana y peruana, la temperatura media anual varía de 24,3 a 27,2 °C con valores máximos de 30,2 y 32,6°C y mínimos de 19,9 y 23,5°C. La precipitación total anual varía entre 1,400 y 2,800 mm, con ocurrencia, en determinadas áreas, de periodos de hasta seis meses con precipitaciones mensuales inferiores a 100 mm. La humedad relativa anual media se sitúa en el rango de 79 a 91. En estas áreas el total anual de horas de brillo solar varía entre 2000 y 2,500 horas.

Fisiografía; el área natural de desarrollo de la castaña amazónica corresponde a suelos originados por sedimentos aluviales antiguos, los cuales reciben la denominación de terraza alta, que va de los 30 a 50 metros sobre el nivel del río o terraza media no inundable que va de los 20 a 30 metros sobre el nivel del río.(IIAP, 2010).

2.4 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

2.4.1 Área de estudio.

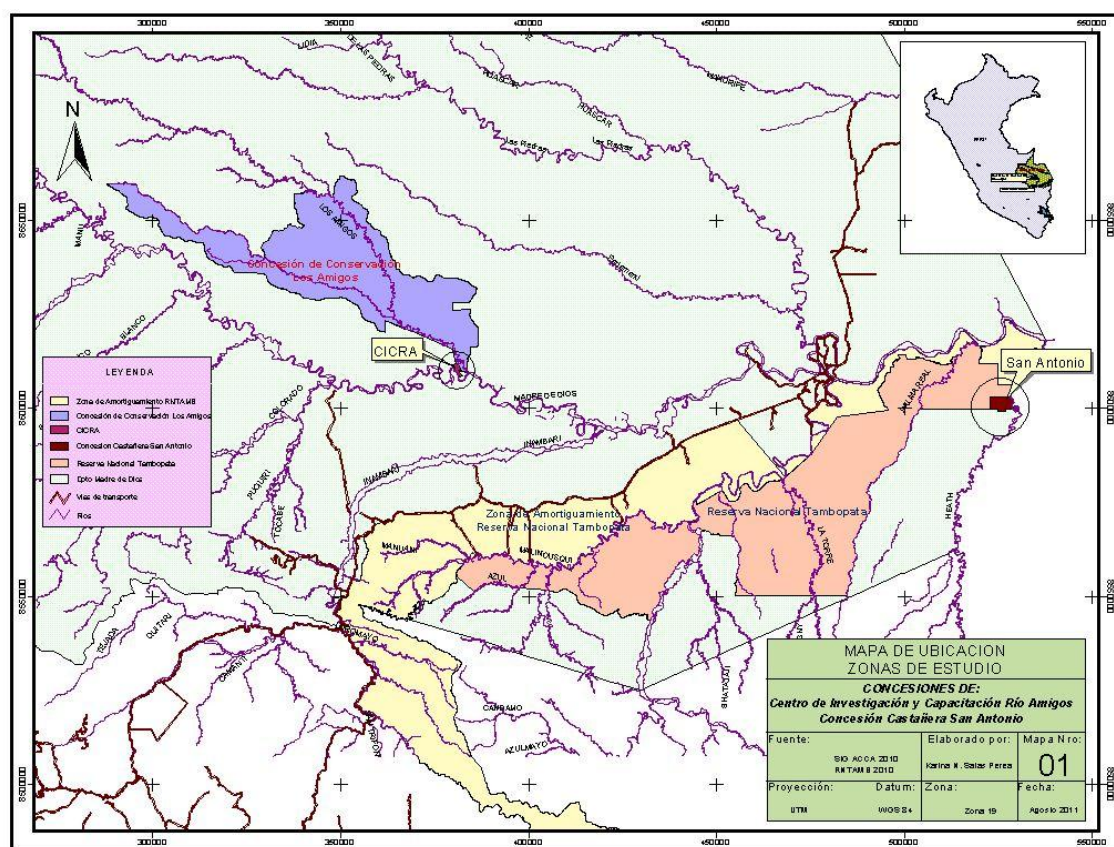
El presente estudio se realizó en dos zonas dentro del departamento de Madre de Dios, una de ellas representa un área en donde la especie es conservada en su totalidad sin realizar el aprovechamiento de las nueces de la castaña ***Bertholletia excelsa* H.B.K**, para este estudio se determinó que el Centro de Investigación y Capacitación Río Amigos (CICRA) tiene esta característica, Dicha área abarca un total de 440 Ha, el uso actual es dirigido hacia el desarrollo de proyectos de investigación científica en aras de la conservación de los recursos naturales

El CICRA, se ubica en el margen izquierdo del río Madre de Dios, a 5 horas de surcada desde el Distrito de Laberinto. (Ver mapa Nro. 01).

La otra zona de estudio, representa el área de aprovechamiento en donde se da la recolección del fruto de la castaña está ubicado en la frontera con Bolivia, concesión

castañera ubicada dentro de la Reserva Nacional de Tambopata. Por estar ubicada dentro de un Área Natural Protegida, es que su uso se limitan a algunos parámetros (entradas a las áreas programadas y por tiempo restringidos, cronograma de cazas y prohibición de tala de árboles) indicados por la Jefatura de Areas Naturales Protegidas, para evitar que el impacto que se dé en ella no sea negativo y perturbe demasiado al área (Ver mapa Nro. 01).

Mapa Nro. 01: Ubicación Zonas de Estudios.



Elaborado por: K. Salas 2011.

2.4.2 Descripción de las áreas de estudio

Las áreas de estudio presentan características similares en cuanto manejo de bosques, basándonos en que uno de los parámetros de evaluación es el aprovechamiento y no aprovechamiento de las nueces de la castaña, se tenía que tomar en cuenta la reducción de otras variables para lograr obtener los parámetros similares, tal es así, que en el CICRA se prohíbe la caza y tala de árboles, y cuenta con un sistema de trochas que permite el acceso al bosque por parte de investigadores, estudiantes y visitas a este centro de investigación, así mismo

mantiene relaciones de buena vecindad con las comunidades colindantes al área, logrando disminuir el ingreso de personas ajenas al área para la realización de caza.

La concesión castañera San Antonio, por estar ubicada dentro de la Reserva Nacional Tambopata, tiene límites al uso y acceso del bosque, está permitido la caza solo para subsistencia, autorizándose de 5 a 8 individuos por ingreso en época de cosecha, el ingreso a esta área se da bajo permiso y conocimiento de la jefatura de esta área natural protegida y por lo general se da solo en época de cosecha con tiempo definido, se prohíbe la tala de árboles, y por ser una concesión que colinda con el Parque Nacional Bahuaja Sonene y con el río Heath (frontera con Bolivia), no existe poblaciones humanas cercanas por lo que el ingreso de personas ajenas al área es mínima.

2.4.2.1 Centro de Investigación y Capacitación Río Amigos – CICRA

El Centro de Investigación y Capacitación Río Amigos (CICRA) colinda con la Concesión de Conservación Los Amigos, situado entre los márgenes de los ríos Madre de Dios y Los Amigos, y se puede llegar por vía fluvial, teniendo dos opciones, la primera partir desde el Puerto Rosario de Laberinto surcando el río Madre de Dios en un total de 5 horas con motor fuera de borda de 65 Hp, y Partiendo desde ríos arriba de la ciudad del Cusco, haciendo el viaje en 24 horas de igual manera con motor fuera de borda de 65 Hp.

Tabla 1. Coordenadas del área del Centro de Investigación y Capacitación Río Amigos - CICRA

VERTICE	ESTE	NORTE
1	379580	8611537
2	381092	8611728
3	381631	8611520
4	382402	8609982
5	381479	8609982
6	381979	8609089
7	382467	8608540
8	381626	8608292
9	381350	8609062
10	380400	8610089
11	380019	8610722

a) Tipos de Bosques

Esta área cuenta con la formaciones de 3 tipos de bosques (citado por Chambi, 2007), bosques de terrazas altas, bosques de terrazas bajas y bosques aguajales.

El estudio para regeneración natural de castaña fue realizado en bosques de terrazas altas y bosques de terrazas bajas.

El bosque de terrazas altas comprende las terrazas planas, onduladas y disectadas, de origen aluvial muy antiguo y tectónico (estructural), con drenaje moderado a bueno. Las terrazas onduladas y disectadas, representan el segundo proceso erosivo originado por la precipitación pluvial. Este proceso erosivo ha originado disecciones en diferentes grados de intensidad formando un panorama de cauces superficiales y profundos, espaciados entre sí, los mismos que están vinculados al material de origen. Este bosque es considerado en equilibrio dinámico, con presencia de estratos definidos en su estructura vertical y una estructura poblacional estable; en esta formación se da la presencia de árboles dominantes, basándose en los 40 m de altura del dosel aproximadamente, con abundantes lianas, bejucos y epífitas.

Los bosques de terrazas bajas se desarrollan sobre terrazas planas de origen aluvial de aproximadamente 5 a 10 m de altura, ubicadas a continuación del bosque de llanura meandrica o de los aguajales, excepcionalmente es ribereño. Este bosque esta propenso a inundaciones en épocas de crecientes de los ríos, y presenta un suelo con drenaje moderado, salvo en las depresiones donde es imperfecto.

El bosque de terrazas bajas tiene mayor estabilidad sucesional que el bosque de llanura meandrica, reflejando una contextura más vigorosa y dosel más desarrollado con individuos de hasta de 30 m de altura.

b) Clima

El CICRA, según la Zonificación Ecológica Económica presenta un clima húmedo tropical.

2.4.2.2 Concesión Castañera San Antonio – Reserva Nacional Tambopata.

La concesión castañera San Antonio, se encuentra ubicada dentro de La Reserva Nacional Tambopata, en las concesiones castañeras que tienen como límite natural el río Heath en la frontera con Bolivia, el acceso hacia la zona es partiendo desde la ciudad de Puerto Maldonado, bajando el río Madre de Dios, por un lapso de 4 horas para luego surcar el río Heath en un promedio de 3 horas hasta llegar al campamento de la concesión castañera San Antonio, situada a orillas del río Heath.

Tabla 2. Coordenadas del área de la concesión Castañera San Antonio.

VERTICE	ESTE	NORTE
1	522600	8599720
2	522600	8602800
3	528475	8602800
4	528809	8599720
5	527000	8599720
6	527000	8599000
7	525000	8599000
8	525000	8599720

a) Tipo de Bosque

Según El Plan Maestro de La Reserva Nacional Tambopata (2004-2008), La concesión castañera San Antonio está ubicada dentro de 3 tipos de bosques, siendo estas: Bosque aluvial inundable, bosque de terraza baja y bosque de terraza disectadas suave. Siendo 3 tipos de bosques de las 8 clasificadas para La Reserva Nacional Tambopata y su zona de amortiguamiento.

b) Clima

Según estudios realizados en la zona y descripciones de las características biofísicas mencionadas en el Plan Maestro de la RNTAMB, el clima corresponde a zonas de vida de bosque subtropical, húmedo o muy húmedo, con una temperatura anual de 26°C, y fluctuando entre los 10°C y los 38°C.

Las temperaturas máximas llegan a los 38°C y se presentan regularmente en los meses de setiembre a octubre. La precipitación anual oscila entre 1600 a 2400 mm (Rasanen 1993, citado en CI-Perú, 1999, tomado del Plan Maestro de la RNTAMB), marcando dos épocas por la frecuencia y cantidad de precipitación: una época seca entre abril y diciembre y una época de lluvias entre los meses de enero a marzo, aunque esto tiene variaciones constantes durante los últimos años.

CAPITULO III

3.1. MATERIALES Y METODOS

3.1.1. Equipos, Herramientas y Materiales.

A.- Equipos

01 GPS (60 CX MAP – GARMIN)

Cámara Fotográfica

Equipo de Computo

B.- Herramientas

Calibrador Vernier (MITOTUYO)

Cinta métrica (STANLEY)

Machetes

C.- Materiales

Cintas marcadoras flagging

Placas marcadoras de aluminio

Cuaderno de apunte

Batería AA (DURACELL)

Lápices y Lapiceros

3.1.2. Metodología

Al obtener datos sobre el efecto del aprovechamiento sobre la densidad de regeneración natural de la ***Bertholletia excelsa* H.B.K.**, se planteó la evaluación de los mismos a través de transectos, partiendo desde la base del fuste del árbol madre, ya que como parte del enfoque de esta investigación, también se evaluó los efectos de distancia y densidad de la teoría de Janzen (1970) y Connell (1971), la cual sugiere que en los bosques tropicales las plántulas al encontrarse agregados o cerca del árbol madre o adulto coespecífico sufren una alta mortalidad debido al ataque continuo de depredadores. La teoría se aplica generalmente a muchas especies e intenta explicar el paradigma de la diversidad en los bosques tropicales.

Así mismo, parte de la metodología se basó en el modelo de evaluación realizada por Cornejo y Ortiz (2001), quienes evaluaron regeneración natural en zonas dentro de la Reserva Nacional Tambopata.

También se tomó como base, las trochas abiertas que son las vías de acceso tanto para el aprovechamiento de las nueces de castaña (concesión castañera San Antonio), así como también para ingreso al bosque (CICRA). Tanto para animales como para las personas.

El método de transectos permitirá en forma rápida conocer la diversidad vegetal, composición florística y especies dominantes para poder sugerir acciones de manejo y conservación.

Un transecto es una porción alargada de vegetación. Dependiendo del tipo de bosque variará la distancia del transecto y el número de transectos. En bosques secos y transiciones a nublados por ejemplo, es suficiente 5 transectos de 50 x 2m, y las especies evaluadas son a partir de 2,5 cm de DAP en adelante.

Otro tipo de información estructural que se debe obtener con los datos es la distribución de individuos por clases de alturas y de tallos por clases diamétricas. Para esto se deben establecer los rangos de diámetros o de altura y determinar cuántos individuos o tallos se encuentran en cada uno de estos rangos.

3.1.2.1. Determinación del área de muestreo

Las áreas de muestreos, se seleccionaron por el tipo de actividad que se realizan en cada zona, en el CICRA se realiza investigación de carácter científico, por lo que la recolección de los frutos de castaña no se realiza, mas al contrario en la concesión castañera San Antonio, que estando dentro de la Reserva Nacional Tambopata, bajo ciertas restricciones se realiza la recolección de los frutos de castaña.

Las áreas muestreadas solo fueron las zonas donde se encuentra el mayor número de agregados de individuos de castaña, ubicándose estos en bosques de terrazas altas.

3.1.2.2. Evaluación de Regeneración Natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K.

La evaluación de regeneración natural se realizó cerca del árbol madre mediante la instalación de 03 transectos lineales de 2 x 70m, partiendo de la base del árbol (ver grafico Nro 01). Sobre la base de la misma, se amplía para un segundo transecto de 4 x 70 m, esto para evaluaciones de la regeneración mayor a 1.50 m de altura.

Así mismo, se tomo como transectos a las trochas abiertas en cada concesión. Para el caso del CICRA éstas se denominan trochas, y para el caso de la concesión castañera estas se denominan varaderos, y estradas. Para los muestreos, se utilizó de igual manera la metodología de los transectos de árbol madre, 2 x 70 m para regeneración menores a 1.50 m de altura, y de 4 x 70 m para la regeneración mayores a 1.5 m de altura.

3.1.2.3. Evaluación de plántulas menores a 1.50 m de altura

- a) Se establecieron tres (3) transectos lineales de 2 x 70m, partiendo de la base del árbol madre.
- b) Se ubicaron todas las plántulas de castaña menores a 1.5 m de altura dentro del transecto.
- c) Para cada una de las plántulas encontradas se registraron, altura total, diámetro a 30 cm de altura, número de hojas y distancia de la plántula con respecto al árbol madre (Ver Foto. Nro. 01).
- d) Cada una de las plántulas fueron marcadas y codificadas con una placa de aluminio.
- e) Las plantas de regeneración encontradas fueron registradas mediante el sistema GPS en coordenadas UTM, y se anotaron observaciones sobre situación del sitio donde fueron ubicadas

Foto 01: Medición de altura de plántulas de *Bertholletia excelsa* H.B.K ubicadas en el Centro de Investigación y Capacitación Río Amigos.



3.1.2.4. Evaluación de plántulas mayores a 1.50 metro de altura

- a) Se establecieron tres (3) transectos radiales de 4 x 70m, partiendo de la base del árbol madre.
- b) Se ubicaron todas las plántulas de castaña mayores a 1.50 m de altura hasta los 30 cm de DAP (Ver foto Nro. 02).
- c) Para cada uno de los individuos encontrados se registró el DAP, la altura total y la distancia del individuo a la base del árbol madre,
- d) Cada uno de los individuos encontrados fueron marcados y codificados con placas de aluminio.
- e) Las plantas de regeneración encontradas tuvieron registro de coordenadas UTM, y anotaciones sobre situación del sitio donde fueron ubicadas.

Foto 02: Ubicación de regeneración natural de **Bertholletia excelsa** H.B.K ubicadas en el Centro de Investigación y Capacitación Río Amigos.



3.1.2.5. Evaluación de regeneración natural utilizando como transecto principal a las trochas.

- a) Se ubicaron individuos de regeneración natural de **Bertholletia excelsa** H.B.K presentes a lo largo de las vías de acceso (consideradas trochas, varaderos y estradas) de cada concesión, de igual forma estableciendo dos tipos de parcelas, la primera mediante transecto lineal de 2 x 70 m, para la ubicación de regeneración de castaña menores a 1.50 m de altura, y la segunda mediante transecto lineal de 4 x 70 m, para la ubicación de regeneración mayores de 1.50 m hasta los 30 cm de DAP.
- b) Para todos los individuos encontrados, desde plántulas hasta los 30 cm de DAP, se registraron datos de altura total, diámetro, coordenadas UTM, y número de hojas, en caso sean plántulas.
- c) Cada uno de los individuos encontrados fueron marcados y codificados con placas de aluminio para evaluaciones posteriores y con la finalidad de

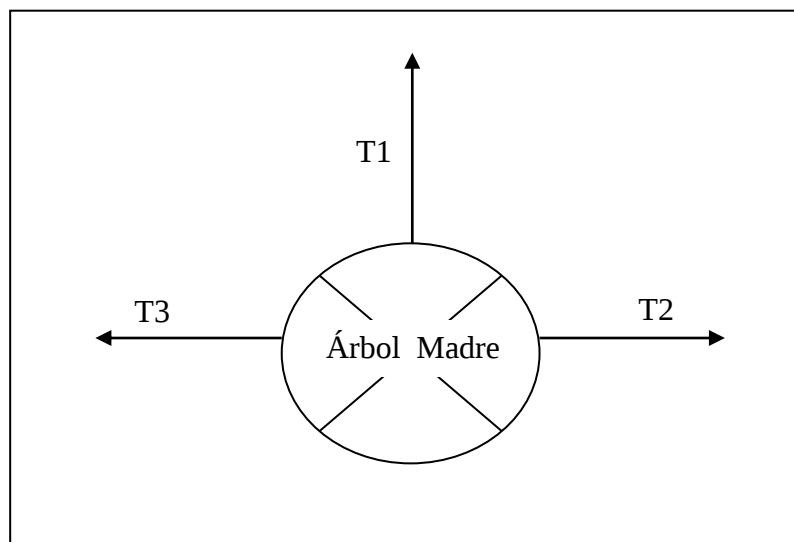
que sean visibles evitar el daño de los mismos por los transeúntes (personas y animales).

3.1.2.6. Selección de árboles madres a evaluar

Para la selección de los arboles a muestrear y tomarlos como “**árboles madres**”, se identificaron los arboles productivos, esto se pudo obtener por los registros que cada concesión llevaba sobre la producción de la castaña, cabe indicar que para el caso del área correspondiente al CICRA, solo se contó con una base de datos tomados por única vez durante dos años seguidos (1999, 2000).

Tomando esta base de datos sobre distribución de los individuos en producción, se procedió a seleccionar los individuos adultos de la castaña para tomarlos como “árbol madre”, a aquellos que dentro de su radio no tenían otros individuos de castaña adultos en un radio de 70 m. Para contrastar y corroborar esta información, se realizó la verificación de los mismos en campo, quedando finalmente seleccionados 135 árboles por cada zona de estudios (CICRA y San Antonio).

Gráfico Nro. 01: Esquema de Ubicación de transectos con respecto al árbol madre



Elaborado por: K. Salas, 2012.

3.1.2.7. Mapeo de la regeneración natural

De acuerdo Freddericksen & Mostacedo (2000), se agrupó los datos registrados en trochas y transectos para la categorización avanzada de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K presenta de la siguiente manera:

- a. Plantines: Individuos de regeneración natural < 30 cm. de altura
- b. Brinzal: Individuos de regeneración natural desde 30 cm. a 1.5 m. de altura
- c. Latizal bajo: Individuos de regeneración natural desde 1.5 cm. a 4.9 cm. de DAP.
- d. Latizal alto: Individuos de regeneración natural desde 5 cm a 9.9 cm. de DAP.
- e. Fustal juvenil: Individuos de regeneración natural desde 10 cm. a 30 cm. de DAP.

Se evaluaron en caminos o trochas a 2 metros a cada lado y alrededor del árbol de *Bertholletia excelsa* H.B.K en una longitud de transecto de 70 metros iniciados desde la base del tallo.

3.1.3. Análisis de datos

- a. **Abundancia (A).**- Según Lamprecht (1990), la abundancia está representado por el número de individuos de una especie forestal o por categorías. Asimismo, nos indica la participación de la especie con respecto al número total de individuos.

A = Sumatoria del número de individuos de una especie o familia.

- b. **Densidad Absoluta (DA).**- Expresa el número de individuos de *Bertholletia excelsa* en una determinada área de muestreo. Las unidades de expresión son: individuos/ha o individuos/m². La formula es la siguiente:

$$DA = \frac{\text{Sumatoria del número de individuos de una especie o familia}}{\text{Área de muestreo (ha)}}$$

c. Histograma.- La abundancia de la regeneración natural se realizara una representación grafica, en cual está representado por dos ejes (“X” y “Y”). Donde “X” sea el valor de la clase diamétrica o altimétrica y “Y” las frecuencias absolutas de la abundancia de *Bertholletia excelsa*. Esta agrupación de datos se denomina histograma.

d. Análisis de Varianza.- Es una prueba estadística que sirve para evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una variable dependiente, es un método propio que se utiliza para los diseños experimentales factoriales o univaridos. Para diferenciar entre las abundancias de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K presente en bosques de las dos concesiones.

Tabla 3. Componentes de un análisis de varianza.

Fuente de Variación	Grado Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Frecuencia calculada
Regresión	1	$SC = \sum (xy)^2 - \sum x^2 \sum y^2$	$CM = SC Reg$ $GL Reg$	$F = CM Reg$ $CM Res$
Residual	$n - 2$	$SC = \sum y^2 - SC Regresión$	$CM = SC Res$ $GL Res$	
Total	$n - 1$	$SC = SC Regresión + SC Residual$		

e. Prueba T.- Es una prueba estadística que sirve para diferenciar las entre las medias (promedios) de dos grupos diferentes o independientes. A veces se usa para ver si hay una diferencia significativa en la respuesta al tratamiento entre los grupos de un estudio.

La fórmula es la siguiente:

$$T = \frac{X1 - X2}{S_{x1-x2}}$$

T = Prueba T
X1 = Media del grupo 01
X2 = Media del grupo 02
S_{x1-x2} = Error estándar de la diferencia entre dos medias.

f. Correlación de Spearman

El análisis de correlación de Spearman se utiliza para probar la existencia de una asociación entre dos variables; como la distancia del árbol parental vs. Abundancia, diámetro y altura de regeneración natural *Bertholletia excelsa*. Es una prueba no paramétrica, con la que medimos la asociación o interdependencia entre dos variables continuas.

Para calcular ρ , los datos son ordenados y reemplazados por su respectivo orden.

El estadístico P viene dado por la expresión:
$$\rho = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde: D es la diferencia entre los correspondientes valores de x - y. N es el número de parejas. Asimismo se considero la existencia de datos idénticos a la hora de ordenarlos, aunque si éstos son pocos, se puede ignorar tal circunstancia. Para muestras mayores de 20 observaciones, podemos utilizar la siguiente aproximación a la distribución t de Student.

$$t = \frac{\rho}{\sqrt{(1 - \rho^2)/(n - 2)}}$$

La interpretación de coeficiente de Spearman es similar al coeficiente de correlación de Pearson. Oscila entre -1 y +1, indicándonos asociaciones negativas o positivas respectivamente, 0 cero, significa no correlación pero no independencia y el valor 1 indica correlación perfecta.

CAPITULO IV

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Análisis de la abundancia de *Bertholletia excelsa* H.B.K

En los bosques de estudio se evaluaron un total de 810 transectos (distribuidos entre la concesión de conservación y la de aprovechamiento), que se iniciaron desde 270 árboles de *Bertholletia excelsa* H.B.K (3 transectos por árbol), de los cuales se evaluaron 135 árboles para el Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA) y 135 árboles para el bosque de la concesión castañera San Antonio (SA). Asimismo, más de 18152m de largo y 4 m de ancho de transectos se evaluaron paralelo a las trochas de ambos sitios en estudio. Ver **Tab. 4**.

Del mismo modo, en total se registraron 148 individuos de regeneración natural (Plántulas, Brinzales, Latizales y Fustal juvenil) de *Bertholletia excelsa* H.B.K en un área total de 37.21 has, correspondiente a los dos sitios de evaluación. La más alta abundancia se registró para el bosque de la concesión castañera San Antonio (100 individuos) y en menor cantidad (48 individuos) para Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos. Ver detalle en **Tab. 4**.

Tabla 4. Áreas evaluadas y abundancia de *Bertholletia excelsa* H.B.K registrados en los bosques del Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA) y bosque de concesión San Antonio (SA).

Tipo de muestreos	Área Evaluada (Ha)	CICRA Individuos	SA Individuos
Transectos	22.68	30	57
Trochas CICRA	7.27	18	
Trochas SA	7.26		43
Total	37.21	48	100

Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

4.1.1.1. Análisis de la abundancia de *Bertholletia excelsa* H.B.K evaluados en transectos instalados partiendo de la base del fuste del árbol madre.

En total se registraron 87 individuos de regeneración natural, distribuidos en 30 individuos para el bosque del CICRA y 57 corresponde al bosque de la concesión San Antonio.

El promedio de regeneración natural por árbol en el CICRA fue de 0.22 ± 0.04 y en el bosque San Antonio de 0.42 ± 0.06 (Media y $\pm$ Error estándar); estas diferencias si fueron significativas ($N=135$; Valor T = -2.54; g.l.=268; $P < 0,05$). Ver **Graf. 2.** y **Tab. 5.**

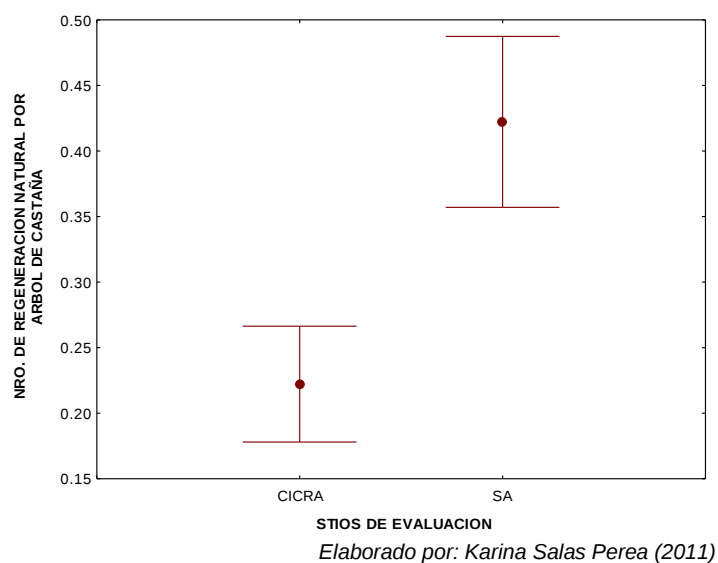
Asimismo, se observa que presenta diferencias entre la variación con respecto a la media de cada sitio de evaluación (Ver valores de desviación estándar en **Tab. 5**), esta variación se da por la ausencia de regeneración natural en 203 de los 270 árboles evaluados.

Tabla 5. Valores descriptivos de la abundancia de regeneración natural por árbol parental de *Bertholletia excelsa* H.B.K registrado en los bosques del Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA).

Valores descriptivos	CICRA	SA
Media	0.22	0.42
Error estándar de la Media	0.04	0.06
Desviación estándar	0.51	0.76
Suma	30	57
Mínimo	0.0	0.0
Máximo	3	4
Total Arboles	135	135
Total Transectos	405	405

Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

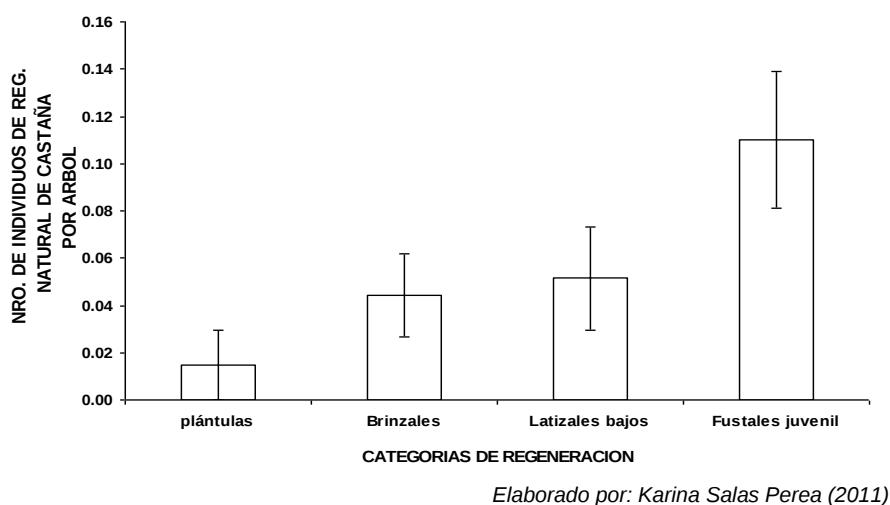
Grafico Nro. 2. Número promedio ($\pm$ Error estándar) de regeneración natural por árbol de *Bertholletia excelsa* H.B.K en transectos evaluados en bosques del Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA) y San Antonio (S.A.).



Por otro lado, de acuerdo a las categorías de regeneración natural se tiene los siguientes resultados:

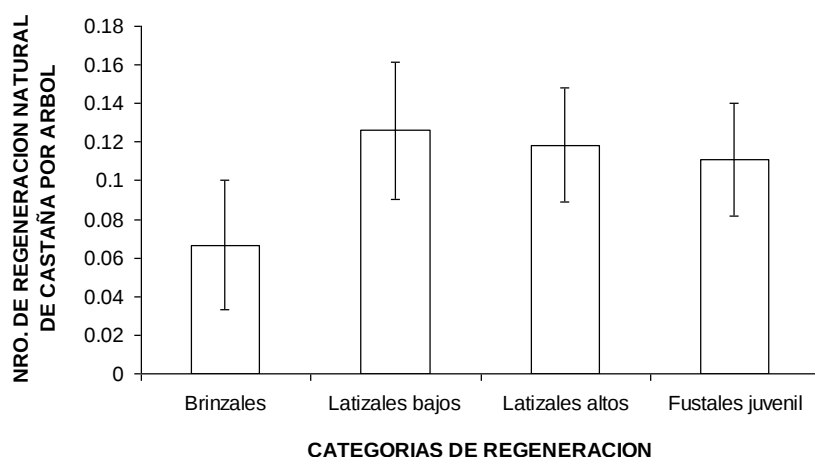
El CICRA presentó un promedio de 0.014 ± 0.01 plántulas por árbol, 0.044 ± 0.017 brinzales por árbol, 0.051 ± 0.022 latizales bajos por árbol y 0.11 ± 0.03 fustales juveniles por árbol. Ver **Graf. 3**.

Grafico Nro. 3. Número promedio ($\pm$ error estándar) de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K por árbol, según categorías para el bosque del Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos, 2010.



En el bosque de la concesión castañera San Antonio el número promedio de brinzales fue de 0.06 ± 0.03 , de latizales bajos 0.13 ± 0.04 , en latizales altos 0.11 ± 0.03 y de fustales juveniles 0.11 ± 0.03 . Ver **Graf. 4**.

Grafico Nro. 4. Número promedio ($\pm$ Error estándar) de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K por árbol, según categorías, para el bosque de la concesión castañera San Antonio, 2010.



Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

Por otro lado, al comparar entre las abundancias de las categorías de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K del CICRA, se encontraron diferencias estadísticas significativas ($F=3.49$; g.l. 3/540; $P<0.05$). Mediante una prueba de comparación de promedios de Tukey HSD ($\alpha: 0.05$), se encontró que el número promedio de regeneración natural de la categoría de fustal juvenil, es diferente a las demás categorías.

En contraste, al comparar entre las abundancias de las categorías de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K de la Concesión San Antonio, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($F=0.68$; g.l. 3/540; $P>0.05$).

4.1.1.2. Análisis de la abundancia de *Bertholletia excelsa* H.B.K evaluados instalados en los caminos de accesos (trochas, varaderos, estradas).

Se registraron 61 individuos de regeneración natural en ambos sitios de estudio, distribuidos en 18 individuos para el bosque del CICRA y 43 corresponde al bosque de la concesión castañera San Antonio.

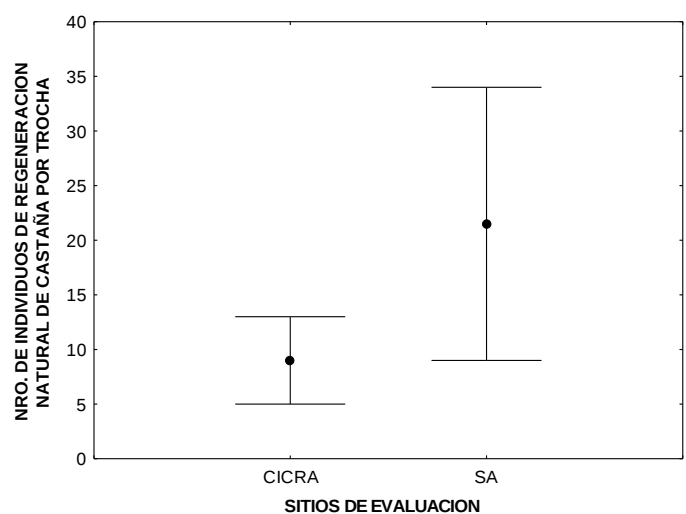
Asimismo, el promedio de regeneración natural por árbol en el CICRA está representado por 9 ± 5.7 , en contraste el alto promedio de regeneración natural registrado para el bosque San Antonio de 21.5 ± 17.7 (Media y $\pm$ Desviación estándar). Ver **Graf. 5** y **Tab. 6**.

Tabla 6. Valores descriptivos de la abundancia de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K registrados en trochas en los bosques del Centro de Investigación y Capacitación Río los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA).

Valores descriptivos	CICRA	SA
Media	9	21.5
Error estándar de la Media	4	12.5
Desviación estándar	5.7	17.7
Coeficiente de variación	62.9	82.2
Mediana	9	21.5
Suma	18	43
Longitud de trochas	18180 m.	18152 m.
Ancho de trochas	4 m.	4 m.

Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

Grafico Nro. 5. Número promedio ($\pm$ Error estándar) de regeneración natural por árbol de *Bertholletia excelsa* H.B.K en trochas evaluadas en bosques del Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA) y San Antonio (S.A.), 2010.



Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

Al agrupar la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en categorías de plántula (altura < 0.30 m), brinzal (0.30 m < altura < 1.50 m), latizal bajo (altura > 1.50 m y diámetro medido a 1.3 m del suelo < 4.9 cm), latizal alto (5 cm ≤ diámetro medido a 1.30 m del suelo < 9.9 cm) y fustal juvenil (10 cm ≥ diámetro ≤ 30 cm), en el bosque del Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA) se encontró un total de 2 plántulas, 5 brinzales, 5 latizales bajos, 3 latizales altos y 3 fustales juveniles; en el bosque de la concesión castañera San Antonio (SA) se encontraron 7 plántulas, 11 brinzales, 12 latizales bajos, 4 latizales altos y 9 fustales juveniles.

Al comparar entre los promedios de las categorías de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($F=9.25$; g.l. 1/86; $P<0.05$).

Mediante una prueba de comparación de promedios de Tukey HSD ($\alpha: 0,05$), se encontró que el número promedio de regeneración natural en la categoría de fustal juvenil, latizal bajo y latizal alto son diferentes significativamente con las categorías plántulas y brinzales. Las categorías plántulas y brinzales no presentaron diferencias estadísticas en el número promedio de regeneración natural.

4.1.1.3. Análisis de varianza para la abundancia de *Bertholletia excelsa* H.B.K evaluados según ubicación de los transectos (base del árbol madre y caminos de acceso).

La abundancia de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K registrados en transectos ubicados desde la base del fuste del árbol madre (87 individuos) y trochas de acceso al bosque (61 individuos) suman un total de 148 individuos, estos se agruparon a nivel de categorías de regeneración. Al comparar las categorías de regeneración natural por árbol entre los sitios de evaluación, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($F=6.5$; g.l. 9/20; $P<0.05$), sin embargo, al comparar la regeneración natural entre los sitios de evaluación se encontraron diferencias altamente significativas ($F=5.63$; g.l. 9/19; $P>0.05$), finalmente el factor de intersección de sitio de evaluación vs. Categorías de regeneración, no son significativas ($F=0.49$; g.l. 4/14; $P<0.05$).

4.1.2. Análisis de la densidad de regeneración natural de castaña *Bertholletia excelsa* H.B.K evaluados según ubicación de los transectos (base del árbol madre y caminos de acceso).

En el bosque del Centro de Investigación y Capacitación Río Los Amigos (CICRA), se registro el más alto valor de densidad 1.32 individuos/ha para la categoría fustal juvenil y el más bajo valor de 0.34 individuos/ha para la categoría plántulas. Sin embargo, no se registro ningún individuo en la categoría latizal alto. Asimismo, en el muestreo realizado en trochas (vías de acceso); se registro 1.38 individuos/ha para las categorías brinzales y latizales bajos, en contraste con la categoría fustal juvenil donde se registro 0.41 individuos/ha. Ver **Tab. 7**.

Para el bosque de la concesión castañera San Antonio, en transectos ubicados desde la base del fuste del árbol madre se registró 3 individuos/ha para la categoría latizal bajos que corresponde al valor más alto, y el más bajo es de 1.32 individuos/ha para fustal juvenil. Del mismo modo, en trochas (vías de acceso); se registro el valor más alto es 3.3 individuos/ha para la categoría latizales bajos y la densidad absoluta más baja es 1.1 individuos/ha para latizales altos. Ver **Tab. 7**.

Al integrar la densidad absoluta de transectos (árbol madre) y trochas (vías de acceso); para el CICRA se registró la densidad más alta es 1.29 individuos/ha, que corresponde a la categoría latizales bajos y el valor más bajo es 0.32 individuos/ha de latizales altos. Sin embargo, nuevamente la categoría latizales bajos tiene la densidad más alta (3.12 individuos/ha), y la más baja densidad es 0.75 individuos/ha, que corresponde a la categoría plántulas. Ver **Tab. 7**.

En consecuencia, para el bosque del CICRA la densidad absoluta total de regeneración natural (plántulas, brinzales, latizales bajos, latizales altos y fustales juveniles) de **Bertholletia excelsa H.B.K** es 2.58 individuos/ha, y 5.38 individuos/ha corresponde al bosque de la concesión castañera San Antonio.

Tabla 7. Densidad de regeneración natural por tipo de muestreo de **Bertholletia excelsa H.B.K** registrados en los bosques del Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA).

CATEGORIAS	TRANSECTO (TRA)		TROCHA (TRO)		TOTAL (TRA y TRO)	
	CICRA	SA	CICRA	SA	CICRA	SA
Plántulas	0.35	--	0.55	1.93	0.43	0.75
Brinzales	1.06	1.59	1.38	3.03	1.18	2.15
Latizal bajo	1.23	3.00	1.38	3.30	1.29	3.12
Latizal alto	--	2.82	0.83	1.10	0.32	2.15
Fustal juvenil	1.32	1.32	0.41	1.24	0.97	1.29
Total general	2.65	5.03	2.48	5.91	2.58	5.38

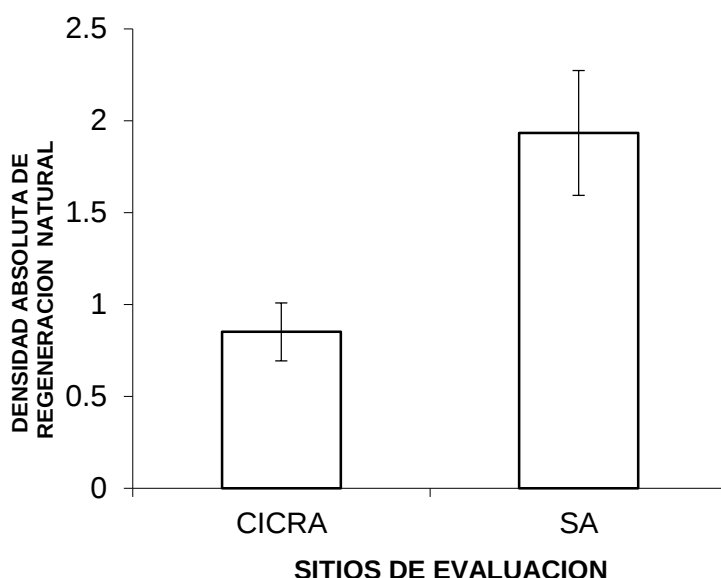
Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

El promedio de densidad absoluta total (incluye todos los individuos registrados en trochas y transectos) para el CICRA es 0.85 ± 0.16 individuos/ha y 1.93 ± 0.34 individuos/ha (Media y $\pm$ Error estándar) para el bosque de la concesión castañera San Antonio. Es decir que esos valores de densidad absoluta se pueden encontrar en cualquier categoría de regeneración natural de **Bertholletia excelsa H.B.K**. Asimismo, en ambos casos el coeficiente de variación sobre pasa el 50% (CICRA=58.5% y SA=55.6%).

Al comparar los promedios totales de las categorías de regeneración de **Bertholletia excelsa H.B.K** registrados en bosques de CICRA y SA, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($F=2.79$; g.l. 9/20; $P>0.05$), asimismo entre la densidad absoluta registrada por tipo de muestreo (transecto-árbol madre

vs. Trocha-vías de acceso) no presenta diferencias estadísticas ($F=2.79$; g.l. 1/18; $P>0.05$), sin embargo al comparar los promedios de densidades absolutas de ambos sitios si presentan diferencias estadísticas altamente significativas ($F=11.74$; g.l. 1/18; $P>0.05$). En contraste, el factor de intersección de sitio de evaluación vs. tipos de muestreo, no son significativas ($F=0.001$; g.l. 1/18; $P>0.05$).

Grafico Nro. 6. Densidad absoluta promedio ($\pm$ Error estándar) de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K, para los bosques de Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA).



Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

4.1.3. Estratificación vertical y horizontal de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K

La estratificación se basó en los diámetros y alturas de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K a continuación se describe y presenta su análisis respectivo:

4.1.3.1. Estructura vertical de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K.

La más alta abundancia (49 individuos) de regeneración natural de la especie *Bertholletia excelsa* H.B.K del bosque de la concesión castañera San Antonio (SA) se registró en la clase altimétrica de 0m a 5m, seguido por la clase de 5m a 10m con 21 individuos y la clase 25m-30m tiene solo un individuo. Sin embargo, en el bosque

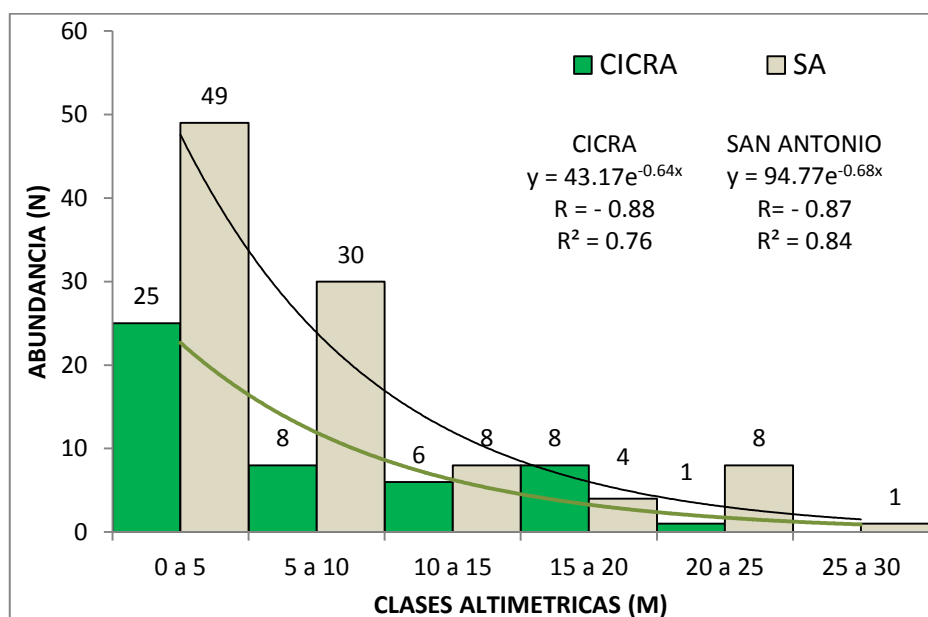
del Centro de Investigación y Capacitación en el Río los Amigos (CICRA), donde 25 individuos corresponden a la clase diamétrica de 0m-5m con la más alta abundancia, y en menor cantidad están las clases 20m-25m con un individuo.

Al comparar los promedios totales de las abundancia de regeneración natural entre las clases altimétricas de los sitios de evaluación, no presentan diferencias significativas (CICRA: 8 ± 3.7 ; SA: 16.7 ± 7.7 ; $F=1.03$; g.l.=1/10; $P>0.05$).

Por otro lado, el CICRA presenta relación exponencial negativa significativa entre la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** con sus respectivas clases altimétricas (Regresión exponencial: $R = -0.88$; $R^2 = 0.76$; $P < 0.05$). Ver **Graf. 7**.

De la misma forma, la abundancia de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** para el bosque de la concesión castañera San Antonio, presenta relación negativa media significativa con sus respectivas clases altimétricas (Regresión exponencial: SA: $R = -0.87$; $R^2 = 0.84$; $P < 0.05$). Es decir que a menor clase altimétrica se registrara mayor abundancia de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K. Ver **Graf. 7**.

Grafico Nro. 7. Abundancia de la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** en relación con sus clases altimétricas, en dos bosques del Centro de Investigación y Capacitación en el Río los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA), al Sureste de Perú (mediciones realizadas en metros).



Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

4.1.3.2. Estructura horizontal de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K.

La más alta abundancia (57 individuos) de regeneración natural de la especie *Bertholletia excelsa* H.B.K del bosque de la concesión castañera San Antonio se registro en la clase diamétrica de 0m a 0.05m, seguido por la clase de 0.05m a 0.2m con 20 individuos y las clases 0.2m-0.25m y 0.25m-0.3m tienen los valores más bajos de abundancia de 4 y 6 individuos respectivamente.

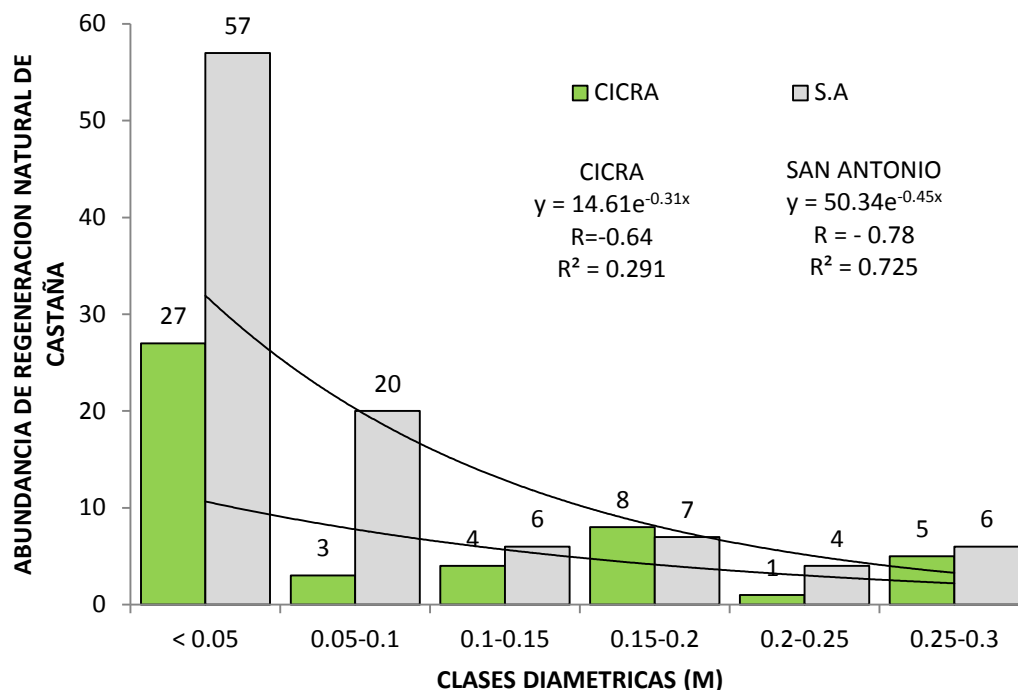
Del mismo modo, en el bosque del Centro de Investigación y Capacitación en el Río los Amigos (CICRA), donde 27 individuos corresponden a la clase diamétrica de 0m-0.05m con la más alta abundancia, y en menor cantidad están las clases 0.05m-0.1m y 0.2m-0.25m con 1 individuo respectivamente.

Asimismo, los promedios totales de las clases diamétricas de los sitios de evaluación, no presentan diferencias significativas (CICRA: 8 ± 3.9 ; SA: 16.7 ± 8.4 ; $F=0.87$; g.l.=1/10; $P>0.05$).

Por otro lado, la abundancia de *Bertholletia excelsa* H.B.K del bosque de la concesión castañera San Antonio, presenta relación negativa media significativamente con sus respectivas clases diamétricas (Regresión exponencial: SA: $R= - 0.78$; $R^2 =0.72$; $P<0.05$). Es decir que a menor clase diamétrica se registrara mayor abundancia de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K. Ver **Graf. 8**.

Sin embargo, para el CICRA presenta relación exponencial negativa entre la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K con sus respectivas clases diamétricas (Regresion exponencial: $R= - 0.64$; $R^2 =0.29$; $P>0.05$), pero dicha relación estadísticamente no es significativa ($P>0.05$). Ver **Graf. 8**.

Grafico Nro. 8. Abundancia de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con sus clases diamétricas, en dos bosques del Centro de Investigación y Capacitación en el Rio los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA), al Sureste de Perú (mediciones realizadas en metros).



Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

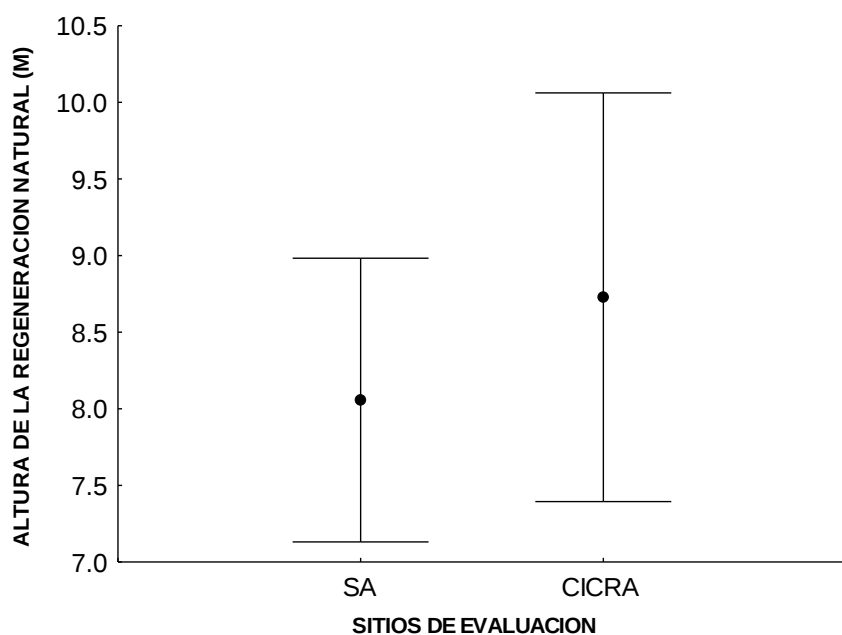
4.1.4. Asociación entre la distancia al árbol parental vs. abundancia, diámetro y altura de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K.

La regeneración natural en el bosque San Antonio (SA) presentó una altura promedio de $8.06m \pm 0.93m$ y en el Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA) es $8.73m \pm 1.33m$ (Ver **Graf. 9**); estos valores no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($F=0.176$; g.l. = 1/87; $P>0.05$).

Asimismo la altura confiable a registrar para el bosque de la concesión castañera San Antonio fluctúa desde 6.2m (-95% Limite de Confianza =LC, menor) hasta 9.91m (+95% LC mayor) y para el CICRA oscila desde 5.99m (-95% LC menor) hasta 11.46m (+95% LC mayor), estos valores son los que se podrían encontrar en una nueva eventual evaluación de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa*

H.B.K en una longitud de transecto de 70m iniciado desde la base del tronco del árbol parental.

Grafico Nro. 9. Altura promedio ($\pm$ error estándar) de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con el árbol parental, en bosques del Centro de Investigación y Capacitación Río los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA).

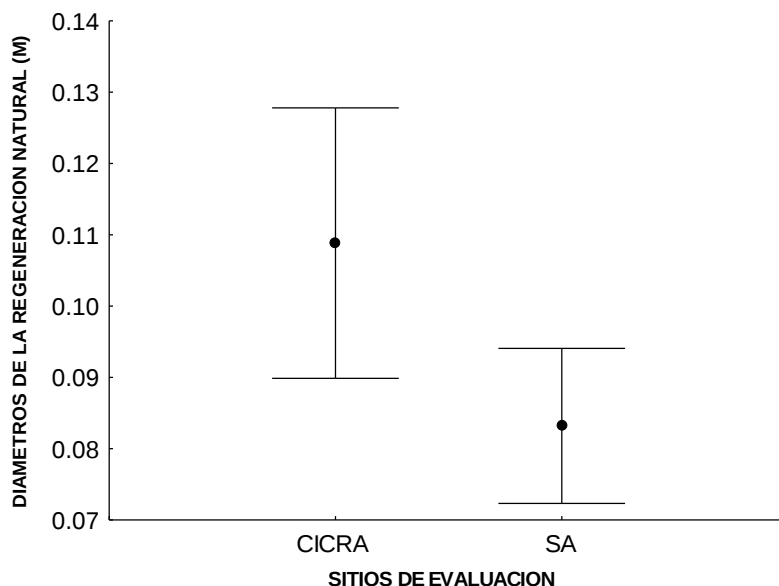


Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

Asimismo, la regeneración natural en el bosque de la concesión castañera San Antonio (SA) presentó un diámetro promedio de $0.083\text{m} \pm 0.01\text{m}$ y en el Centro de Investigación y Capacitación Río los Amigos (CICRA) es $0.11\text{m} \pm 0.018\text{m}$ (Ver **Graf. 10**); al comparar estos promedios no presentan diferencias significativas ($F=1.59$; g.l. = 1/87; $P>0.05$).

Cabe mencionar que el diámetro confiable a registrar para el bosque de la concesión castañera San Antonio oscila (LC al $\pm 95\%$) desde 0.061m (LC menor) hasta 0.105m (LC mayor) y para el CICRA fluctúa desde 0.07m (LC menor) hasta 0.147m (LC mayor), estos valores son los que se podrían encontrar en una nueva eventual evaluación de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en una longitud de 70m iniciado desde la base del tallo árbol parental.

Grafico Nro. 10. Diámetro promedio ($\pm$ error estándar) de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con el árbol parental, en bosques del Centro de Investigación y Capacitación Río los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA).

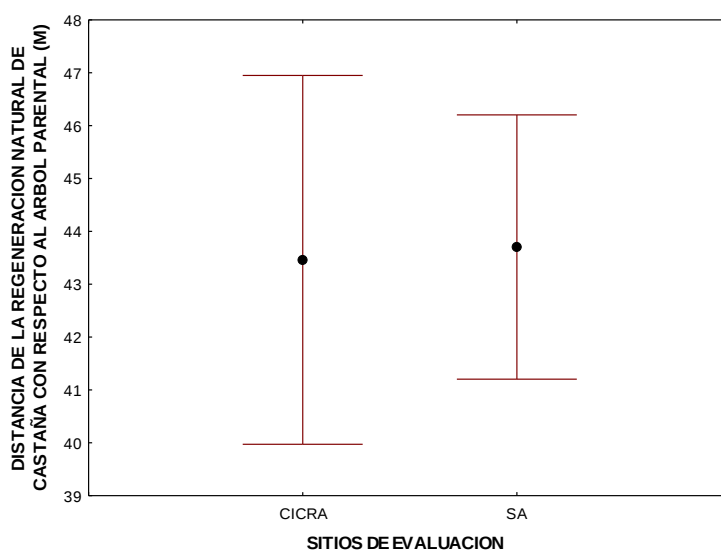


Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

Finalmente, la variable distancia promedio de la regeneración natural al árbol parental para los bosques de SA es $43.7\text{m} \pm 2.5\text{m}$ y CICRA es de $43.46\text{m} \pm 3.9\text{m}$; al comparar estos promedios no presentan diferencias significativas ($F=0.003$; g.l. = 1/86; $P>0.05$).

Del mismo modo, la distancia de regeneración de *Bertholletia excelsa* H.B.K confiable para el bosque de la concesión castañera San Antonio los límites de confianza (al $\pm 95\%$ de LC) se presenta desde 38.69 m (LC menor) hasta 48.7 m (LC mayor) y para el CICRA oscila desde 36.32 m (LC menor) hasta 50.59 m (LC mayor), estos valores son los que se podrían encontrar en una nueva eventual evaluación de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en una longitud de 70m iniciado desde la base del tallo del árbol parental.

Grafico Nro. 11. Distancia promedio ($\pm$ error estándar) de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con el árbol parental, en bosques del Centro de Investigación y Capacitación Río los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA).



Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

Por otro lado, al analizar las categorías de regeneración de *Bertholletia excelsa* H.B.K, según la distancia promedio a la que se ubican respecto al árbol parental, para el CICRA no se encontraron diferencias significativas (plántulas: 56.3 ± 13.75 ; brinzales: 37.3 ± 8.9 ; latizales bajos: 41.3 ± 5.8 ; fustales juveniles: 45.2 ± 5.2 ; $F=0.55$; 3/29 g.l.; $P>0.05$). Ver **Tab. 8**.

De similar manera, para el bosque de la concesión castañera San Antonio (SA) tienen distancias promedios para las categorías de regeneración; brinzales: 49.78 ± 7.97 , latizales bajos: 44.3 ± 3.84 , latizales altos: 38.56 ± 5.34 y fustales juveniles: 44.86 ± 4.2 . Estos promedios de distancias no presenta diferencias estadísticas ($F=0.71$; g.l.=3/56; $P>0.05$). Ver **Tab. 8**.

Tabla 8. Distancia promedio ($\pm$ error estándar) de la regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con el árbol parental, según las categorías de regeneración, en bosques del Centro de Investigación y Capacitación Río los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA) al Sureste de Perú (mediciones realizadas en metros).

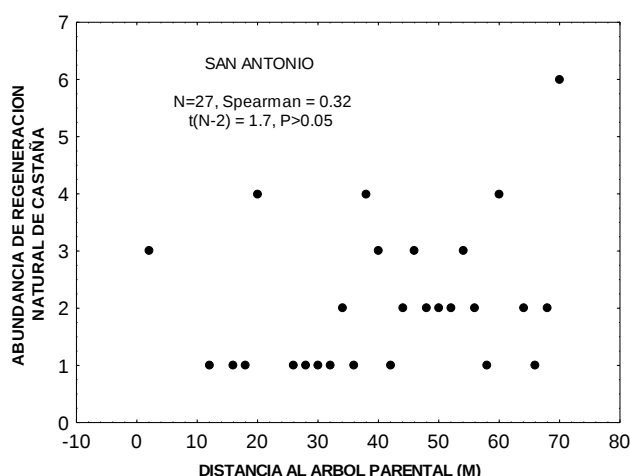
CATEGORIAS DE REGENERACION	CICRA		SA	
	N	$\bar{X} \pm$ Error estándar	N	$\bar{X} \pm$ Error estándar
Plántulas	2	56.3 $\pm$ 13.75	-	-----
Brinzales	6	37.3 $\pm$ 8.9	9	49.78 $\pm$ 7.97
Latizales bajos	7	41.3 $\pm$ 5.8	17	44.3 $\pm$ 3.84
Latizales altos	-	-----	16	38.56 $\pm$ 5.34
Fustales juvenil	15	45.2 $\pm$ 5.2	15	44.86 $\pm$ 4.2

Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

4.1.4.1. Distancia al árbol parental vs. Abundancia de regeneración natural

La abundancia de la regeneración natural de la especie *Bertholletia excelsa* H.B.K del bosque de la concesión castañera San Antonio, no está asociado a la distancia al árbol parental (Spearman = 0.32; $P > 0.05$), es decir no presenta correlación entre la distancia al árbol parental y el número de individuos de la regeneración natural *Bertholletia excelsa* H.B.K (Ver **Graf. 12**).

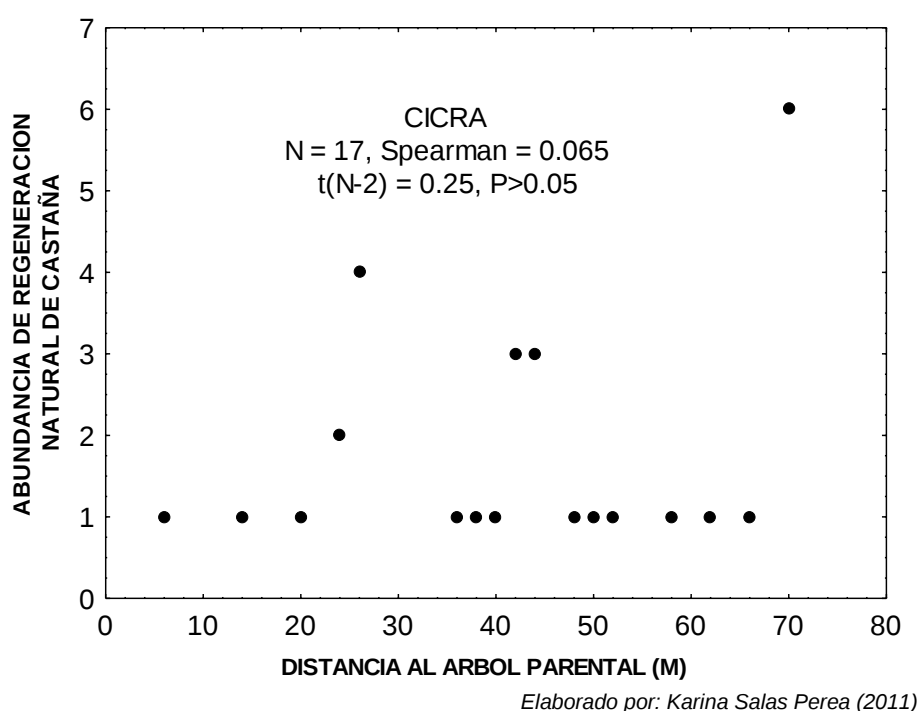
Grafico Nro. 12. Distancia de los individuos de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con el árbol parental, en un tipo de bosque de la concesión castañera San Antonio, al Sureste de Perú (mediciones realizadas en metros).



Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

También, la abundancia de la regeneración natural de la especie *Bertholletia excelsa* H.B.K del Centro de Investigación y Capacitación en el Río los Amigos (CICRA), tampoco está asociado a la distancia al árbol parental (Spearman = 0.065; $P > 0.05$), es decir la distancia al árbol parental no está ligado a la disminución o incremento paulatino de individuos de la regeneración natural *Bertholletia excelsa* H.B.K (Ver **Graf. 13**).

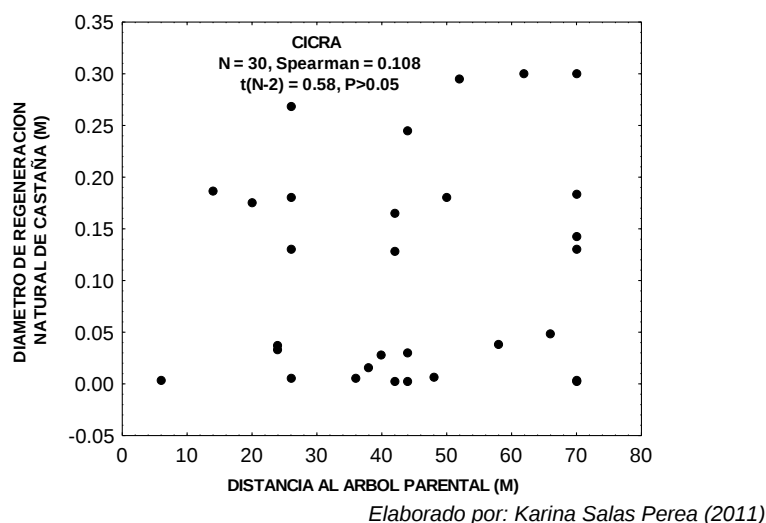
Grafico Nro. 13. Distancia de los individuos de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con el árbol parental, en un tipo de bosque del Centro de Investigación y Capacitación en el Río los Amigos (CICRA), al Sureste de Perú (mediciones realizadas en metros).



4.1.4.2. Distancia al árbol parental vs. Diámetro de regeneración natural

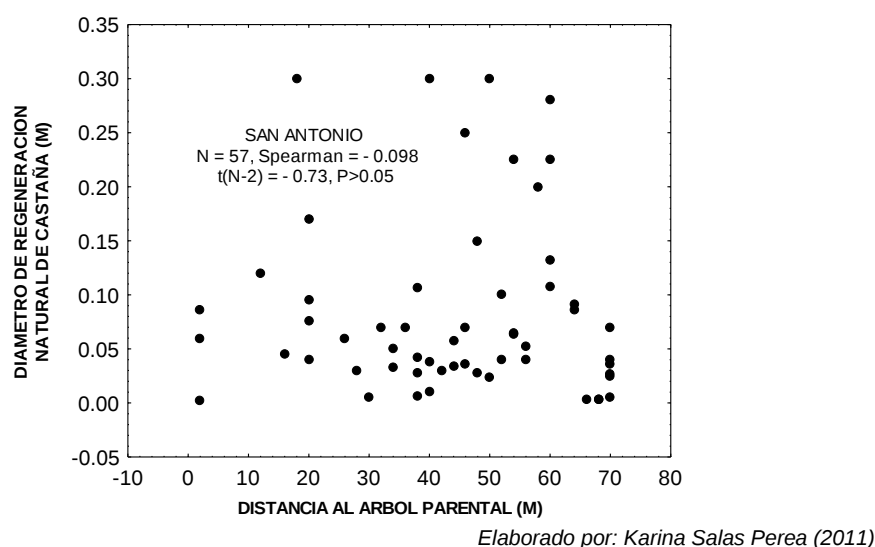
Los diámetros de la regeneración natural de la especie *Bertholletia excelsa* H.B.K del Centro de Investigación y Capacitación en el Río los Amigos, no está asociado a la distancia al árbol parental (Spearman = 0.108; $P > 0.05$), es decir que la diámetros de la regeneración natural *Bertholletia excelsa* H.B.K no existe un aumento o disminución paulatino en una distancia de 70m al árbol parental (Ver **Graf. 14**).

Grafico Nro. 14. Distancia de los diámetros de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con el árbol parental, en dos bosques en un tipo del bosque del Centro de Investigación y Capacitación en el Rio los Amigos (CICRA), al Sureste de Perú (mediciones realizadas en metros).



Del mismo modo, los diámetros de la regeneración natural de la especie *Bertholletia excelsa* H.B.K del bosque de la concesión castañera San Antonio (SA), no está asociado a la distancia al árbol parental (Spearman = 0.098; $P > 0.05$), es decir que la diámetros de la regeneración natural *Bertholletia excelsa* H.B.K registrados en una distancia de 70m al árbol parental, están dispersos aparentemente uniforme en toda la longitud de los transectos (Ver Graf. 15).

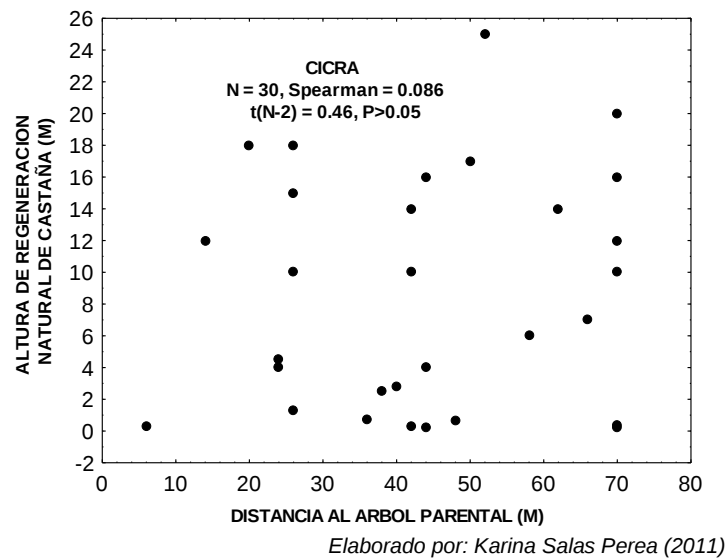
Grafico Nro. 15. Distancia de los diámetros de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con el árbol parental, en un tipo del bosque de la concesión castañera San Antonio, al Sureste de Perú (mediciones realizadas en metros).



4.1.4.3. Distancia al árbol parental vs. Altura total de regeneración natural

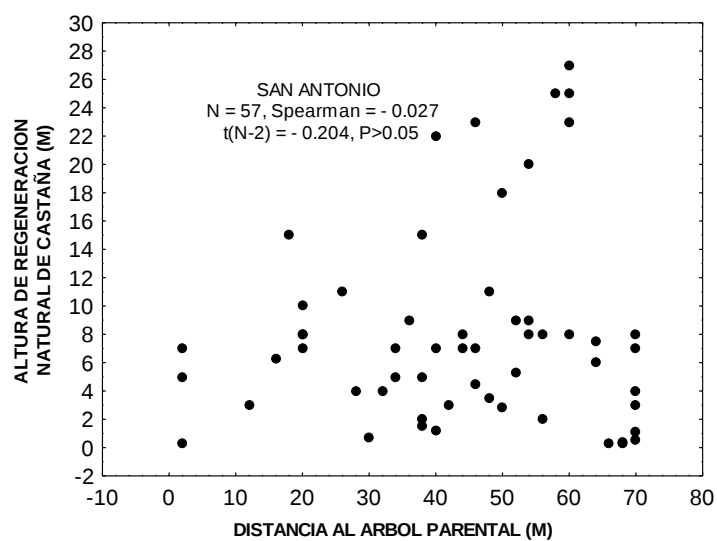
Las alturas de la regeneración natural de la especie *Bertholletia excelsa* H.B.K del Centro de Investigación y Capacitación en el Rio los Amigos (CICRA), no está asociado a la distancia al árbol parental (Spearman = 0.086; $P > 0.05$), es decir que las alturas de la regeneración natural *Bertholletia excelsa* H.B.K se incrementa o disminuye gradualmente en una distancia de 70m al árbol parental (Ver **Graf. 16**).

Grafico Nro. 16. Distancia de las alturas de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con el árbol parental, en dos bosques en un tipo del bosque del Centro de Investigación y Capacitación en el Rio los Amigos (CICRA), al Sureste de Perú (mediciones realizadas en metros).



Las alturas de la regeneración natural de la especie *Bertholletia excelsa* H.B.K del bosque de la concesión castañera San Antonio (SA), no está asociado a la distancia al árbol parental (Spearman = - 0.027; $P > 0.05$), es decir que las alturas de la regeneración natural *Bertholletia excelsa* H.B.K no disminuye o incrementa gradualmente en una distancia de 70m al árbol parental (Ver **Graf. 17**).

Grafico Nro. 17. Distancia de las alturas de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K en relación con el árbol parental, en un tipo del bosque de la concesión castañera San Antonio, al Sureste de Perú (mediciones realizadas en metros).



Elaborado por: Karina Salas Perea (2011)

CAPITULO V

DISCUSIONES

Abundancia y densidad de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K

El bosque de concesión San Antonio presenta la más alta abundancia (100 individuos) de regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** y menor abundancia (48) para el bosque del CICRA. Asimismo, las densidades registradas son de 2.58 individuos/Ha y 5.38 individuos/ha para el CICRA y SA respectivamente, destacan principalmente las categorías de regeneración latizales bajos y altos, y con los más bajas densidades la categoría plántulas (0.75 plántulas/Ha), dichos valores son a los registrados por Cornejo & Ortiz (2001) y Cornejo (2005), quienes en base a 7 sitios de evaluación (Concesión Oculto y Limón se ubican en quebradas Patuyacu y Palma Real Grande respectivamente, La viuda en Parque Nacional Bahuaja-Sonene, Lago Valencia, Alegría, Las Piedras y Pariamanu) en Madre de Dios, mencionan que la densidad promedio de castaña es 18 plántulas/ha con un mínimo de 9 plántulas/ha y un máximo de 27 plántulas/ha.

Estas diferencias a nivel de regeneración natural ocurren también a nivel de arboles adultos de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** donde se estima que se podría encontrar desde 0.2 a 26 árboles por hectárea (Miller *et al.*, 1990; Mori & Prance, 1990; Boot & Gullinson, 1995; Clay, 1997; Myers *et al.*, 2000; CI, 2004; Wadt *et al.*, 2005; Cotta *et al.*, 2008; Corvera *et al.*, 2010) en diferentes áreas de la amazonia.

Por otro lado, en el CICRA la regeneración natural encontrada de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** registró en promedio de 0.85 individuos/ha y 1.93 individuos/ha para el bosque de la concesión castañera San Antonio, estos resultados confirman las afirmaciones de Pitman *et al* (1999), que una población regional compuesta de muchas especies, la densidad media de la mayoría de especies es baja en el paisaje, registrándose a menudo menos de un individuo adulto por hectárea.

En el bosque de la concesión castañera San Antonio con recolección de semillas de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** presenta mayor regeneración natural, las cuales se registraron a los lados de caminos y alrededor del árbol parental o progenitor. En

consecuencia la alta densidad (1.93 individuos/ha) de regeneración en el bosque de San Antonio se debe a la disponibilidad de luz en el sotobosque (Cornejo & Ortiz, 2001; Valladares, 2004; Cornejo, 2005) y muchos lugares con disturbios donde la actividad de los dispersores (fauna, incluido el hombre) son intensos (Peres *et al.*, 1997; Peres & Baider, 1997; Cornejo & Ortiz, 2001; Cornejo, 2005). No obstante Ponce (2007) sustenta lo contrario. A pesar del manejo sostenible que realizan los extractores los titulares de la concesión San Antonio, la intervención sobre las poblaciones de ***Betholletia excelsa* H.B.K** podrían sucumbir a procesos de senescencia y colapso demográfico, siendo esta actividad como una de las más importantes en la económica extractiva de la amazonia (Peres *et al.*, 2003).

Estas diferencias en densidad (SA =0.85 ind./ha y CICRA=1.93 Ind./ha) posiblemente sean por la influencia del diámetro o altura del progenitor, competencia interespecífica, estructura del bosque y aspectos de micro sitio y microclima (como temperatura, luz, humedad, nutrientes del suelo, entre otros), que actúan paralelamente con procesos a escala de paisaje, y asociado a variaciones en la estructura de las comunidades de la fauna dispersora. Sin embargo, la alta abundancia de regeneración de San Antonio se atribuye principalmente a las actividades de aprovechamiento, en el cual se generan involuntariamente claros y dispersión de semillas en toda su área de acción del extractor castañero.

Por otro lado, las categorías de regeneración como brinzales, latizales bajos y altos presentaron mayor densidad en ambos sitios de evaluación. Eso nos indica que la poca presencia de plántulas puede estar afectada por escases de luz acompañado de otros factores bióticos y abióticos que truncan o alterar los procesos de regeneración de natural.

Las intensidades de extracción moderada ejecutados en el bosque de la concesión San Antonio (con intervención), no comprometería el potencial (abundancia) de la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K**, si están manejados adecuadamente dichos bosque (Gómez, 2011). Sin embargo, persiste la preocupación de requerimientos de luz por la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K**, se podría solucionar mediante labores silviculturales como el

aumento del tamaño de los claros (Myers, 1997) o el plantío (Mori, 1992) para incrementar la densidad y ganancia en alturas de cada individuo.

Patrones en la estructura vertical y horizontal de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K

Específicamente, comparando los diámetros de la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** del bosque de la concesión San Antonio vs. CICRA, no presentan diferencias, lo cual fue reportado por Cornejo & Ortiz (2001). Eso nos explica, que los factores ambientales, estructura del bosque, calidad de sitios, competencia interespecifica e intraespecifica, intervención antrópica y fauna silvestre no difieren en la estructura horizontal de la regeneración natural.

Por otro lado, la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** presenta una “J” invertida, típicos de las especies de los bosques tropicales con estructura disetánea (Louman *et al.*, 2001). Eso nos indica que la regeneración natural (plántulas, brinzales, latizales) de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** se encuentran bajo sombra de arboles de mayor tamaño y edad, pueden sobrevivir como la mayoría de las especies del trópico en condiciones de menor iluminación (Louman *et al.*, 2001). Asimismo, se registro poco individuos de regeneración entre lo 10cm a 30cm de DAP, como la castaña es de interés comercial, es necesario tomar medidas para disminuir la competencia y mortalidad natural y propiciar la regeneración natural en claros grandes para sostener a ***Bertholletia excelsa* H.B.K** a largo plazo (principios silviculturales de Orozco & Brumér, 2002).

La abundancia de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** registrada en la clase diamétrica de 10 cm-15 cm es baja (SA=6 CICRA=4) a lo registrado por Wadt *et al* (2005) en Extractive Reserve (RESEX) Chico Mendes de Brasil. Asimismo, la abundancia en la clase 10cm a 20cm es baja para el bosque de la concesión San Antonio, el cual es superado por los estudios por Peres & Baider, 1997 realizados en el sureste de Brazil, donde se registro en esa clase diamétrica casi 50% de los arboles.

En ese sentido, basado en las clases altimétricas establecido por Rollet (1980), la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** de San Antonio presenta mayor número de individuos de regeneración natural de 0m-5m y 5m-10m de altura

superando a la regeneración natural de la concesión CICRA. A estas alturas se ubican las plántulas, brinzales bajos con alta abundancia de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** reportado por Ponce (2007) para los bosques de terraza alta del sector Mavila, Madre de Dios. Asimismo, Cornejo & Ortiz (2001) y Cornejo (2005) en “Oculto” y “Limón” registro más del 78% de individuos de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** en la clase 0m – 0.5m el cual superior a los resultados de nuestro estudio, quienes destacan que una de las limitaciones para el crecimiento de la planta es la herbívoría por insectos y animales.

Por otro lado, las alturas promedios de regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** de CICRA y SA no presentaron diferencias estadísticas, contrariamente Cornejo & Ortiz (2001) y Cornejo (2005) si encontraron diferencias en alturas, por los tratamientos silviculturales aplicados en “Oculto” vs. “Limón”.

Dinámica de la dispersión y reclutamiento de plántulas de *Bertholletia excelsa* H.B.K

La ausencia de relación entre la distancia al árbol parental (70m) vs. la abundancia, el diámetro y altura total de regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K**. Eso nos confirma que los patrones espaciales de las plantas pueden generarse a partir de diferentes procesos como la dispersión de las semillas, competición intra e inter específica, la ocurrencia de eventos extraordinarios o simplemente ser consecuencia de la heterogeneidad ambiental (Hubbel, 1980; Barot *et al.*, 1999; Condit *et al.*, 2000; Wiegand *et al.*, 2007 citado por Pinazo *et al* 2009).

La distribución de los arboles progenitores de ***Bertholletia excelsa* H.B.K**. influye sobre la diseminación de semillas, vinculado a dispersores como *Dasyprocta sp* (Cornejo & Ortiz, 2001; Cornejo, 2005; Wadt *et al.* 2008), los cuales influyen sobre la distribución espacial de las plántulas. Asimismo, la actividad de extracción de semillas de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** favorece la dispersión al costado de los caminos (estradas y varaderos) y alrededor del árbol progenitor. La presencia humana influye en la disminución de dispersores en el área de concesión castañera San Antonio. Sin embargo, el área de conservación del CICRA, a pesar que está prohibido la caza tampoco existe un patrón espacial de dispersión de regeneración natural con respecto al árbol parental, posiblemente sea por la herbivoría que

muestran las plántulas de *Bertholletia excelsa* H.B.K (K. Salas, *Obs. Per.*), que ocurre frecuentemente en el bosque natural (Weis & Berenbaum 1989) y juega un rol muy importante en la estructuración de un ecosistema forestal (Harper, 1969; Janzen 1970; Roldan, 1997 citado por Medinacelli, et al., 2004).

En ese contexto, el stock de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K registrado en CICRA y SA no se ajusta a la teoría denso dependiente o modelo Janzen (197) y Connell (1971). Asimismo, la no coincidencia de nuestros resultados al modelo de Janzen (197) y Connell (1971) confirman a los reportados para ***Bertholletia excelsa* H.B.K** y otras especies del trópico (Peres et al., 1997; Cintra, 1997; Vilchez & Rocha, 2006; Zipparro & Mollerato, 2005; Noughauer et al., 2006; Cotta et al 2008; Terborgh et al., 2008).

Del mismo modo, la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** registrados al costado de caminos y alta densidad cercano al árbol progenitor evaluado en CICRA y SA, no está exento de daños y son vulnerables a los ataques de factores bióticos y abióticos (Harms & Paine, 2003). Eso no indica, que la variación de la estructura poblacional o reclutamiento de regeneración natural ***Bertholletia excelsa* H.B.K** de ambos sitios evaluados, podrían estar afectados por agentes de mortalidad que actúan de manera dependiente de la distancia con respecto al árbol progenitor (Janzen, 1970; Connell, 1971; Howe et al., 1985; Howe, 1993; Peters, 2003; Russo, 2005 citado por Barajas & Alvares, 2008).

CONCLUSIONES

- i. La abundancia de regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** encontrado en el bosque de la concesión castañera San Antonio (SA) es superior al bosque para la conservación del Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA).
- ii. La densidad de regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** es alta en la concesión castañera San Antonio, y menor en el bosque destinado para la conservación del Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA). Estas diferencias posiblemente sea por el tipo de uso que se realiza en las dos áreas. Asimismo, la alta densidad de regeneración natural de la concesión castañera San Antonio se atribuye principalmente a la actividad extractiva, sumado a ello, la confluencia de otros factores ecológicos que favorecen el desarrollo de las plántulas de castaña.

Por lo tanto, el presente estudio confirma evidencias de que en áreas con extracción de semillas de ***Bertholletia excelsa* H.B.K**, no modifica de manera significativa la densidad y la estructura espacial de la regeneración natural de la mencionada especie. Por el contrario, demuestra que la regeneración natural en los bosques aprovechados, se incrementa y continúa después del aprovechamiento forestal; no comprometería el potencial de la regeneración natural de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** en los bosques manejados.

- iii. La estratificación vertical y horizontal de la regeneración natural, estadísticamente no presentaron diferencias entre el bosque de conservación (CICRA) y de aprovechamiento de semillas de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** (San Antonio). Es decir que el promedio de diámetro y alturas de la regeneración natural no son diferentes a pesar de la diferencia en abundancia y densidad.

Asimismo, estas similitudes se pueden fundamentar posiblemente a patrones heterogéneos de la distribución espacial y temporal de los factores ambientales que determinan los procesos de regeneración en los sitios de estudio. El

bosque con extracción de semillas de castaña (***Bertholletia excelsa H.B.K***) de San Antonio presenta una “J” invertida significativa tanto en diámetro y altura de regeneración natural, la cual es típico de los bosques discetáneos, y el bosque protegido continuo del CICRA solo presento una correlación exponencial negativa para las alturas. No es frecuente este resultado para el bosque de San Antonio, debería estar asociado a bosques primarios sin intervención, sin embargo la regeneración natural del CICRA presenta una estructura de “J” invertida truncada típico de los bosques primarios bajo aprovechamiento y secundarios. En consecuencia en el pasado reciente estas dos áreas han sido alteradas en su estructura del bosque por el aprovechamiento selectivo de la madera, eso explica las diferencias en su “J” invertida de la regeneración de ***Bertholletia excelsa H.B.K***.

- iv. La dispersión de individuos de regeneración natural de ***Bertholletia excelsa H.B.K*** con respecto al árbol progenitor, no se ajustan al modelo propuesto por Janzen y Connell. Posiblemente sea por la intervención de diferentes factores como; dispersión y depredación de semillas, agentes patógenos, herbivoría, luz, tamaño de claros, calidad de sitio, composición química y física del suelo, competencia inter e intra específica, calidad del agua disponibles en el suelo, energía de cotiledones depositadas por el árbol madre e intensidad de visita de la fauna dispersora. Esta confluencia compleja de factores abióticos y bióticos que intervienen en los procesos de regeneración natural, explican que el mencionado modelo probado, no se ajusta a todas especies tropicales.

RECOMENDACIONES

- a. Promover políticas de reforestación para favorecer el manejo sostenible de las especies forestales, específicamente ***Bertholletia excelsa* H.B.K** por sus múltiples beneficios sociales y ecológicos a largo plazo.
- b. Replicar estudios similares con diferentes intensidades de aprovechamiento en otras para tener más confiabilidad en los resultados que actualmente se presentan sobre la regeneración natural en áreas de extracción castañera.
- c. Estudiar las posibles interacciones entre la especie ***Bertholletia excelsa* H.B.K** y sus potenciales dispersores (Fauna silvestre).
- d. Determinar el índice de competencia de la categoría fustal juvenil con el propósito de aplicar intensidades de raleo de algunas especies de su entorno.
- e. Monitorear los procesos durante la regeneración natural (dispersión y depredación de semillas, germinación, reclutamiento y desarrollo de las plántulas) de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** en ambos bosque sin y con intervención antrópica.
- f. Estudiar la morfometría de ***Bertholletia excelsa* H.B.K** con el propósito de aplicar técnicas silviculturales acorde a tamaño y edad del árbol.
- g. La gestión de los bosques de Madre de Dios, especialmente los castaños, se debe de incidir en estudios sobre ecofisiología, heterogeneidad lumínica, dinámica forestal, cambio global un punto de encuentro entre la ecología y gestión forestal, equivalente a la gestión de la luz, asimismo el conocimiento integral de los ecosistemas tropicales peruanos, donde las incertidumbres son grandes y sus predicciones muy poco optimistas (similar a Valladares, 2004). Es momento de tomar criterios técnicos adecuados y consideraciones ecológicas para la gestión y manejo de nuestros bosques Peruanos.

- h. Las estrategias de conservación y el manejo forestal de los bosques concesionados para el uso de conservación y aprovechamiento, es necesario considerar y asegurar la regeneración natural particularmente de las especies que se aprovechan como ***Bertholletia excelsa H.B.K*** y que poseen cualidades que las hacen vulnerables a los mencionados bosques en estudio. Eso implica la importancia del uso de técnicas de aprovechamiento de impacto reducido, con una mayor especificidad en las consideraciones ecológicas para el manejo y silvicultura de las especies arbóreas. Sin estas condiciones el manejo forestal de especies como ***Bertholletia excelsa H.B.K*** tendrá pocas opciones de ser potencialmente sostenible. Simultáneamente, estas estrategias de manejo forestal deberían incluir acciones efectivas para la conservación de las poblaciones de mamíferos tanto en el ámbito de los bosques intervenidos como a escala de paisaje.

BIBLIOGRAFIA

Adler, F.R. & H.C. Muller-Landau. 2005. When do localized natural enemies increase species richness? *Ecology Letters* 8(4): 438-447.

Arana, et al. 2002. Mejoramiento del sistema de cosecha de castaña (*Bertholletia excelsa*) en Madre de Dios y sus impactos en la economía del productor castaño. Perú. 77 Págs.

Arias-Le Claire, H. 2004. Aspectos ecológicos de la fragmentación y el aislamiento en el noreste de Costa Rica. Propuesta de investigación para presentación oficial ante el Consejo Institucional de investigación, Universidad Estatal a Distancia. Mimeografía de documento sin publicar. San José, Costa Rica. 44 págs.

Arteaga, L. 2008. Dispersión y remoción de semillas de *Virola sebifera* (Myristicaceae) en un bosque montano de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, Vol. 43(2), 111-118 Págs.

Augspurger, C. 1984. Seedling survival of tropical tree species; interactions of dispersal distance, Light gaps and pathogens. *Ecology* 65: 1705 – 1712.

Barajas J. & F. Alvarez, 2004. Asignacion de recursos e influencia de los cotiledones en el crecimiento de plantulas de *Nectandra ambigens* (Blacke) C.K. Allen (Lauraceae) en una selva tropical. *Boletín de la Sociedad Botanica de Mexico*, Nro 70. Distrito Federal, Mexico, 5-11 pags.

Barone, J.A. 2000. Comparison of herbivores and herbivory in the canopy and understory for two tropical tree species. *Biotropica* 32(2): 307-317.

Barot, S., Gignoux, J. & J.C. Menaut, 1999. Demography of a savanna palm tree : predictions from comprehensive spatial pattern analyses. **Ecology**, v. 80, p. 1987-2005.

Bartimachi A., Neves J. & F. Pedroni. 2008. Predação pós-dispersão de sementes do angico *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Leguminosae-Mimosoideae) em mata de galeria em Barra do Garças, MT. *Revista Brasil. Bot.*, V.31, n.2, p.215-225 Pags.

Boot, R. & R. E. Gullison. 1995. Approaches to developing sustainable extraction systems for tropical forest products. *Ecological Applications* 5: 4896– 903.

Burdon J. 1987. Diseases and plant population biology. Cambridge University Press, Cambridge.

Chapman, C. A. & L. J. Chapman, 1995. Survival without dispersers: seedling recruitment under parents. *Conservation Biology*. 9 (3): 675-678.

Cintra, R. 1997. A test of the Janzen-Connell model with two common tree species in Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 13: 641-658.

Comité Técnico Multisectorial de la Castaña, 2006. La cadena de valor de la castaña amazónica del Perú.

Condit, R. et al. 2000. Spatial pattern in the distribution of tropical tree species. *Science*, v.288, p. 1414-1418.

Connell, J. H. 1971. On the roles of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest. Proceedings of the Advanced Study Institute on Dynamics of Numbers in Population, Oosterbeek, 1970 (eds. P. J. Den Boer y G. R. Grandwell)(Center of Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands.): pp. 298-312.

Connell, J. 1978. "Diversity in tropical rain forest and coral reefs". *Science* 199: 1302-1310.

Córdoba J., González D., Ramos Y., Serna D. & N. Panesso, 2004. Regeneración natural en claros de un bosque pluvial tropical en Pacurita, Chocó – Colombia. *Revista Institucional. Universidad Tecnológica del Chocó D. L. C., No. 23.* 11- 19 Págs.

Cornejo F., 2005. Historia natural de la castaña (*Bertholletia excelsa Humb & Bonpl.*) y propuesta para su manejo. Perú. 52 Pág.

Cornejo F. & E. Ortiz 2001. La regeneración natural de la castaña (*Bertholletia excelsa Humb & Bonpl.*) y sus implicancias para su manejo en la Reserva Nacional Tambopata al Sudeste de Perú. *El Manu y otras experiencias de investigación y manejo de bosques neotropicales* pág 83-90. Pro-Manu. Perú.

Corvera, R., Castillo, D. Suri, W., Cusi, E. & A. Canal, 2010. La castaña amazónica (*Bertholletia excelsa*), Manual de cultivo. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Primera edición. 72 Págs.

Cotta, J., Kainer, K., Wadt, L., & C. Staudhammer, 2008. Shifting cultivation effects on Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) regeneration. *Forest Ecology and Management* 256 (2008) 28–35.

Clark, D.A., Clark, D.B., Sandoval, R. & Castro, M.V. 1995. Edaphic and human effects on landscape-scale distributions of tropical rain forest palms. *Ecology*, 76:2581-2594.

Clay, J.W., 1997. Brazil nuts: the use of a keystone species for conservation and development. In: Freese, C.H. (Ed.), *Harvesting Wild Species: Implications for Biodiversity Conservation*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA, pp. 246–282.

Davidar, P., J.P. Puyravaud & E.G. Leigh. 2005. Changes in rain forest tree diversity, dominance and rarity across a seasonality gradient in the Western Ghats, India. *Journal of Biogeography* 32(3): 493-501.

Díaz, C. V. 1959. Aspectos geográficos do comércio da castanha no município de Tocantins. *Revista Brasileira de Geografia* 21:77-91.

Finegan, B. 1997. Comunidades de bosques tropicales: Historia, Perturbación y el efecto del medio ambiente físico. Apuntes de la clase de postgrado de CATIE "Bases ecológicas para el manejo de bosques tropicales", CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Forget, P. M. 1994. Recruitment pattern of *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae), a rodent-dispersed tree species in French Guiana. *Biotropica* 26 (4): 408-419.

Gamboa, N. 2008. Regeneración Natural de *Dipeteryx panamensis* (Pitier) Record, en fragmentos de bosque, Sarapiquí, Costa Rica.

Gomez, J. 2011. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Acta Amazónica*. VOL. 41(1) 2011: 135 – 142.

González, T. 2007. Influencia de los claros sobre la regeneración natural de especies maderables de importancia económica, en la cuenca del río Los Amigos.

González-Martínez, S.C., J. Burczyk, R. Nathan, N. Nanos, L. Gil & R. Alía. 2006. Effective gene dispersal and female reproductive success in Mediterranean maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton). *Molecular Ecology* 15(14): 4577-4588.

Harms, K. E. & Paine, C. E. T. 2003. Regeneración de árboles tropicales e implicaciones para el manejo de bosques naturales. *Ecosistemas* 2003/3 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/033/revision2.htm>)

Harper, J.L., 1969. The role of depredation in vegetational diversity. Brookhaven Symposia in Biology 22: 48-62.

Haugaasen, T. 2009. Lepidopteran defoliator attack on Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in Central Amazonia, Brazil. *BIOTROPICA* 41(3): 275–278.

Hawley, R. C. & D. M. Smith. 1972. Silvicultura practica. Barcelona, España, Omega. 544 págs.

Howe, H.F. 1993. Aspects of variation in a Neotropical seed dispersal system. *Vegetatio* 107/108: 149-162.

- Howe, F. H., Schupp, E. W. & Westley, L. C. 1985.** Early consequences of seed dispersal for a neotropical tree (*Virola surinamensis*). *Ecology* 62 : 781-791.
- Howe, F. H.; Smallwood, J. 1982.** Ecology of seed dispersal. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13: 201-228.
- Howe, F. H.; Westley, L.C. 1986.** Ecology of pollination and seed dispersal. In: Crawley, M. J. *Plant Ecology*. US.Blackwell. p. 185-215.
- Hyatt, L.A., M.S. Rosenberg, T.G. Howard, G. Bole, W. Fang, J. Anastasia, K. Brown. R. Grella, K. Hinman, J.P. Kurdziel & J. Gurevitch. 2003.** The distance dependence prediction of the Janzen Connell hypothesis: a meta-analysis. *Oikos* 103(3): 590-602.
- Hubbell, S.P. 1980.** Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forests. *Oikos*, v. 35, p. 214-229.
- Janzen, D.H. 1970.** Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist* 104 (940): 501-527.
- Janzen D.H. 1976.** Reduction of *Macuna andreana* (Leguminosae) seeding fitness by artificial seed damage. *Ecology* 57: 826-828.
- Kainer, et al 1998.** Brazil Nut Seedling Establishment and Autecology in Extractive Reserves of Acre, Brazil. *Ecological Applications*, Vol. 8, No. 2. (May, 1998), pp. 397-410.
- Kainer, K., Wadt, L. & C. Staudhammer, 2007.** Explaining variation in Brazil nut fruit production. *Forest Ecology and Management* 250, 244–255.
- Kainer, K., Wadt, L., Gomes-Silva, D. & M. Capanu. 2006.** Liana loads and their association with *Bertholletia excelsa* fruit and nut production, diameter growth and crown attributes. *Journal of Tropical Ecology* (2006) 22:147–154.
- Lamprecht, H. 1990.** Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. República federal de Alemania – Eschborn – 335 p.
- Louman, B., Quiroz, D. & M. Nilsson. 2001.** Silvicultura de bosques húmedos latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 265 págs.
- Mamani, N. 2010.** Evaluación de tres métodos de injertación y su influencia en el prendimiento de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) en Madre de Dios.

- Martinez, G. 2003.** Evaluación comparativo de beneficios/costos y el rendimientos para el aprovechamiento de *Bertholletia excelsa* H.B.K en una concesión del área de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú.
- Medinaceli, A., Miranda, F., Flores, F. & E. Gutierrez, 2004.** Herbivoría en relación al tamaño de la planta y a las diferencias de exposición de *Pilea* sp. (Urticaceae) en la Estación Biológica Tunquini, Cotapata, La Paz – Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 39(2): 4-8.
- Mori, S. A. 1992.** The Brazil nut industry—Past, present and future. *In* M. Plotkin and L. Famolare (Eds.). *Sustainable harvesting and marketing of rainforest products*, pp. 241–251. Island Press, Washington, DC.
- Mori, S. A & G. T. Prance. 1990.** Taxonomy, ecology, and economix botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl: Lecythidaceae). *Adv. Econ. Bot.* 8: 130 – 150.
- Mostacedo, B. & T. Freddericksen, 2000.** Estado de regeneración de especies forestales importantes en Bolivia: Evaluación y recomendaciones. Documento Técnico del Proyecto de Manejo sostenible. BOLFORD. Santa Cruz, Bolivia. 22 págs.
- Myers, G. 1997.** The Relationship between Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*) seedling Regeneration and Canopy Gap Size. M.S. Thesis, University of Edinburgh, United Kingdom.
- Myers G. Newton A. & O. Melgarejo. 2000.** The influence of canopy gap size on natural regeneration of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in Bolivia. *Forest Ecology and Management* 127 (2000) 119 – 128.
- Nobel P. 1991.** *Physicochemical and Environmental Plant Physiology*. Academic Press, San Diego.
- Norghauer, J., Malcolm, J., Zimmerman, B. & J. Felfili, 2006.** An experimental test of density- and distant-dependent recruitment of mahogany (*Swietenia macrophylla*) in southeastern Amazonia. *Oecologia* 148: 437–446
- Orosco L. & C. Brumér. 2002.** Inventarios forestales para bosques latifoliadas en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 265 págs.
- Ortiz, E. 1991.** Early recruiment of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) : Preliminary results, discussion and experimental approach.

Peres, C. & 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.

Peres, C., Schiesari, L. & C. Dias-Leme, 1997. Vertebrate Predation of Brazil-Nuts (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), an Agouti-Dispersed Amazonian Seed Crop: A Test of the Escape Hypothesis. *Journal of Tropical Ecology*, Vol. 13, No. 1. pp. 69-79.

Peres, c. Baider, C. Zuidema, p., Wadt, L., Kainer, k., Gomes-Silva, D., Salomao, R., Simoes, L., Franciosi, E., Cornejo F., Gribel, R., Shepard Jr., G., Kanashiro, M., Coventry, P. Yu, D., Watkinson, A. & R. Freckleton, 2003. Demographic Threats to the Sustainability of Brazil Nut Exploitation. Reporte. *Science* **302**, 2112.

Peters, H.A. 2003. Neighbour-regulated mortality: the influence of positive and negative density dependence on tree populations in species-rich tropical forests. *Ecology Letters* 6(8): 757-765.

Pinazo, M., Moscovich, F., Dummel, C. & Knebel O. 2008. Patrón espacial de *Cedrela fissilis* Vell. en un bosque sometido a aprovechamiento selectivo en el norte de la provincia de Misiones. *XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales, UNAM - EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. "2008 Año de las Ciencias"*.

Pinazo, M., Moscovich, F., Dummel, C. & O. Knebel. 2009. Patrón espacial de la regeneración de *Aspidosperma polyneuron* müll. arg. en un bosque sometido a aprovechamiento selectivo en el norte de la provincia de Misiones. Universidade Federal de Santa María, Brasil. *Ciência Florestal*, Vol. 19, Núm. 3, 2009, pp. 237-245.

Pinazo, M., Moscovich, F., Dummel, C. & O. Knebel, 2009. Patrón espacial de la regeneración de dos especies leñosas en un sector aprovechado de la Selva Paranaense. *Asociación Argentina de Ecología. Ecología Austral*, 19:139-148.

Ponce D., L. 2007. "Evaluación de la regeneración Natural de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb.& Bonpl) en una concesión castañera de Tambopata – Madre de Dios.

Reynal J. & Bazzaz, F. 1973. Establishment of early successional plant populations on forest and prairie soil. *Ecology* 54: 1335-1342.

Rivas, C.J., Aguirre, C., Jimenez, P. & Corral, R. 2005. Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el bosque mesófilo de montaña "El Cielo", Tamaulipas, México. *Sistemas y Recursos Forestales*, 14(2): 217-228.

Roldan, A.I., 1997. El síndrome del bosque vacío: Es un fenómeno recurrente en los bosques neotropicales? Tesis de Magister en Ciencias. Universidad de Chile, Santiago. 63 págs.

Rollet, B. 1980. Organización. *In* Anónimo. Ecosistemas de los bosques tropicales: informe sobre el estado de los conocimientos. Roma, Italia. UNESCO-PNUMA-FAO: 126-162.

Russo, S., Campbell, Lawrence C, Stevenson, P. & S. Suarez 2005. A Multi-Forest Comparison of Dietary Preferences and Seed Dispersal by *Ateles* spp. *International Journal of Primatology*, Vol. 26, No. 5.

Sánchez, J. S. 1973. Explotación y comercialización de la castaña en Madre de Dios. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Forestal; Caza, Informe No. 30. Lima, Perú.

Suri, W. 2008. Identificación de áreas potenciales para la instalación de plantaciones de castaña *Bertholletia excelsa* H.B.K en áreas deforestadas – Madre de Dios.

Tabarelli, M. & Mantovani, W. 1996. Remoção de sementes de *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae) por animais em uma floresta de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Biología* 56: 755-760.

Terborgh, J., Nuñez, G. Pitman, N., Cornejo, F., Alvarez, P., Swamy, V. Pringle, E. & C. Paine, 2008. Tree recruitment in an empty forest. *Ecology*, 89(6), pp. 1757–1768.

Trivedi, M., Cornejo, F. & A. Watkinson, 2003. Seed Predation on Brazil Nuts (*Bertholletia excelsa*) by Macaws (Psittacidae) in Madre de Dios, Peru. *BIOTROPICA* 36(1):118-122.

Valladares, F. 2004. Cambio global y ambiente lumínico en ecosistemas forestales mediterráneos: consideraciones ecológicas e implicancias para su gestión. Acta de la I Reunión sobre ecología, Ecofisiología y Suelos Forestales. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 20: 37- 46.

Van Rheenen J., Boot R., Zuidema P., Werger M., Ulloa M., Wieringa N., Vos V. & S. Guardia. 2003. Regeneración natural de árboles maderables en un bosque aprovechado en la Amazonia Boliviana: resultados de estudios y sus implicancias para el manejo sostenible. Programa Manejo de Bosques de la Amazonia boliviana (PROMAB). Informe técnico no.6, Riberalta Beni Bolivia.

Vilchez, B. & O. Rocha, 2006. Estructura de una población del árbol *Peltogyne purpurea* (Cesalpinaceae) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 54 (3): 1019-1029.

Wadt, L., Kainer, K. & D. Gomes, 2005. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. *Forest Ecology and Management* 211 (2005) 371–384.

Wadt, L., Kainer, K., Staudhammer, C. & R. Serrano, 2008. Sustainable forest use in Brazilian extractive reserves: Natural regeneration of Brazil nut in exploited populations. *Biological conservation*, 141. 332-346.

Weis A.E. & M.R. Berenbaum. 1989. Herbivorous insects and green plants. Pp. 123-162. In: Abrahamson W.G. (Ed.), *Plant-animal interactions*. McGraw-Hill, New York.

Wiegand, T., Gunatilleke, S. & Gunatilleke, N. 2007. Species associations in a heterogeneous Sri Lankan Dipterocarp forest. *The American Naturalist*, v.170, n.4, p.77-95.

Wright, S.J. & Duber, H.C. 2001. Poachers and forest fragmentation alter seed dispersal, seed survival, and seedling recruitment in the palm *Attalea butyracea*, with implications for tropical tree diversity. *Biotropica* 33:583-595.

Wyatt J. & M. Silman, 2004. Distance-dependence in two Amazonian palms: effects of spatial and temporal variation in seed predator communities. *Oecologia*. 25 págs.

Zevallos, et al. 1984. Evaluación Natural y el potencial del departamento de Lambayeque. Proyecto Forestación y Pastos en áreas inundables del departamento Lambayeque- Perú.

Zipparro, V. & P. Morellato, 2005. Seed predation of *Virola bicuhyba* (Schott) Warb. (Myristicaceae) in the Atlantic forest of south-eastern Brazil. *Revista Brasil. Bot.*, V.28, n.3, p.515-522.

PAGINAS COMPLEMENTARIAS

ANEXOS

Tabla 9. Datos del inventario de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* registrados en los bosques del Centro de Investigación y Capacitación Rio los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA). AM = Árbol madre, A= El ancho evaluado en la trocha.

Sitios	Nro. de árbol AM	Tamaño Parcela (m)	Altura total	Categoría	DAP	Distancia al árbol progenitor	X1	Y1	Z1
CICRA	18	2x70	6.00	Latizales bajos	0.038	56.6	376895	8612988	300
CICRA	23	2x70	18.00	Fustales juvenil	0.175	20	377777	8612421	299
CICRA	34	2x70	4.00	Latizales bajos	0.030	42.6	377997	8612706	262
CICRA	34	2x70	4.50	Latizales bajos	0.037	23.3	378008	8612733	295
CICRA	38	2x70	10.00	Fustales juvenil	0.128	41	378687	8613275	269
CICRA	39	2x70	18.00	Fustales juvenil	0.268	25.5	377990	8612327	302
CICRA	44	4x70	12.00	Fustales juvenil	0.186	12.6	379089	8613362	260
CICRA	54	4x70	12.00	Fustales juvenil	0.142	70	379229	8612925	280
CICRA	56	2x70	14.00	Fustales juvenil	0.165	41.2	379155	8612600	286
CICRA	58	2x70	7.00	Latizales bajos	0.048	65	379161	8612367	290
CICRA	59	2x70	4.00	Latizales bajos	0.033	24	379423	8612331	295
CICRA	75	4x70	16.00	Fustales juvenil	0.183	70	380332	8611769	276
CICRA	77	2x70	0.34	Brinzales	0.003	70	380425	8612203	278
CICRA	77	2x70	25.00	Fustales juvenil	0.295	52	380444	8612120	312
CICRA	92	2x70	16.00	Fustales juvenil	0.245	44	380172	8611396	285
CICRA	98	2x70	0.21	plántulas	0.002	42.5	381374	8610606	278
CICRA	98	2x70	0.30	Brinzales	0.002	41	381379	8610600	276
CICRA	98	2x70	0.25	plántulas	0.002	70	381363	8610480	278
CICRA	101	4x70	20.00	Fustales juvenil	0.300	70	381015	8611039	264
CICRA	106	2x70	2.50	Latizales bajos	0.016	37.75	381194	8611324	252
CICRA	111	2x70	17.00	Fustales juvenil	0.180	50	380529	8611260	276
CICRA	112	4x70	15.00	Fustales juvenil	0.130	25	380509	8611330	282
CICRA	112	4x70	10.00	Fustales juvenil	0.180	25	380500	8611331	264
CICRA	115	2x70	0.65	Brinzales	0.006	48	380195	8610936	265
CICRA	119	4x70	10.00	Fustales juvenil	0.130	70	380064	8610889	295
CICRA	122	2x70	14.00	Fustales juvenil	0.300	62	380431	8610474	279
CICRA	125	2x70	0.70	Brinzales	0.005	34.5	380772	8610446	274
CICRA	127	2x70	2.80	Latizales bajos	0.028	40	381263	8611396	263
CICRA	128	2x70	0.30	Brinzales	0.003	5	380795	8612176	283
CICRA	135	2x70	1.29	Brinzales	0.005	25.3	381161	8611295	278
CICRA	Trocha	2m de A.	6.00	Latizales bajos	0.017	1.55	380299	8610537	287
CICRA	Trocha	2m de A.	5.00	Latizales bajos	0.027	0.95	380408	8610397	280
CICRA	Trocha	4m de A.	9.00	Latizales altos	0.060	1.8	379879	8610997	267
CICRA	Trocha	4m de A.	10.00	Latizales altos	0.085	2	379907	8610979	271
CICRA	Trocha	2m de A.	4.00	Latizales altos	0.052	1	380033	8610873	308
CICRA	Trocha	2m de A.	0.20	plántulas	0.002	1	379459	8612043	311
CICRA	Trocha	2m de A.	4.00	Latizales bajos	0.027	2	377219	8612621	308
CICRA	Trocha	2m de A.	2.60	Latizales bajos	0.028	2	381102	8611238	263
CICRA	Trocha	2m de A.	0.30	Brinzales	0.003	1	380770	8611741	269
CICRA	Trocha	2m de A.	3.00	Latizales bajos	0.025	1	379765	8612055	277

CICRA	Trocha	2m de A.	0.55	Brinzales	0.005	0.95	378158	8612725	272
CICRA	Trocha	2m de A.	0.21	plántulas	0.003	1	380859	8610992	275
CICRA	Trocha	2m de A.	0.44	Brinzales	0.004	1	380540	8613158	278
CICRA	Trocha	2m de A.	0.80	Brinzales	0.006	1	381263	8611461	277
CICRA	Trocha	2m de A.	1.00	Brinzales	0.005	1	381114	8611240	263
CICRA	Trocha	4m de A.	20.00	Fustales juvenil	0.300	3	379946	8613028	287
CICRA	Trocha	4m de A.	15.00	Fustales juvenil	0.170	3	381317	8610981	285
CICRA	Trocha	4m de A.	16.00	Fustales juvenil	0.200	2	380941	8611140	301
S.A	16	2x70	18.00	Fustales juvenil	0.300	50.00	525364	8599791	195
S.A	19	2x70	4.00	Latizales altos	0.070	31.00	525407	8599376	215
S.A	21	2x70	0.33	Brinzales	0.002	2.00	525489	8599418	189
S.A	23	4x70	8.00	Fustales juvenil	0.170	20.00	525549	8599150	209
S.A	34	2x70	15.00	Fustales juvenil	0.300	18.00	526140	8599242	203
S.A	37	2x70	9.00	Fustales juvenil	0.100	51.00	526215	8599332	189
S.A	45	4x70	11.00	Fustales juvenil	0.150	48.00	526434	8599687	212
S.A	45	4x70	25.00	Fustales juvenil	0.200	58.00	526508	8599651	213
S.A	47	2x70	7.00	Latizales altos	0.086	2.00	526591	8599811	192
S.A	47	4x70	23.00	Fustales juvenil	0.250	45.00	526580	8599776	179
S.A	48	2x70	7.00	Latizales altos	0.076	19.00	526669	8599891	225
S.A	48	2x70	7.00	Latizales altos	0.070	45.00	526723	8599919	204
S.A	48	2x70	22.00	Fustales juvenil	0.300	40.00	526717	8599920	216
S.A	49	2x70	7.50	Latizales altos	0.086	64.00	526981	8599137	199
S.A	51	2x70	7.00	Latizales bajos	0.034	42.10	526998	8599247	233
S.A	51	2x70	2.80	Latizales bajos	0.024	50.00	527002	8599257	211
S.A	58	2x70	8.00	Latizales altos	0.057	43.00	527043	8599750	194
S.A	60	2x70	0.54	Brinzales	0.005	69.00	526990	8599902	190
S.A	60	2x70	0.30	Brinzales	0.003	68.00	526990	8599895	195
S.A	60	2x70	0.36	Brinzales	0.003	67.00	526989	8599893	200
S.A	60	2x70	0.32	Brinzales	0.003	65.00	526983	8599896	202
S.A	64	2x70	10.00	Latizales altos	0.095	20.00	526732	8600091	197
S.A	66	4x70	23.00	Fustales juvenil	0.132	60.00	526578	8599981	204
S.A	68	2x70	3.00	Fustales juvenil	0.120	12.00	526522	8600137	204
S.A	72	4x70	20.00	Fustales juvenil	0.225	54.00	526849	8600626	195
S.A	78	4x70	8.00	Fustales juvenil	0.108	60.00	527500	8600876	197
S.A	79	2x70	8.00	Latizales altos	0.064	54.00	527540	8601065	165
S.A	80	2x70	4.00	Latizales bajos	0.025	69.00	527341	8600961	205
S.A	80	2x70	7.00	Latizales bajos	0.036	69.00	527345	8601007	191
S.A	82	2x70	6.30	Latizales bajos	0.045	16.00	527404	8601156	195
S.A	82	2x70	11.00	Latizales altos	0.060	25.00	527427	8601134	194
S.A	83	2x70	9.00	Latizales altos	0.065	54.00	527290	8601188	225
S.A	85	2x70	4.50	Latizales bajos	0.036	46.00	527052	8600970	191
S.A	90	2x70	6.00	Latizales altos	0.091	64.00	527129	8601143	204
S.A	91	2x70	4.00	Latizales bajos	0.030	27.00	527107	8601243	186
S.A	92	2x70	5.00	Latizales altos	0.050	34.00	527149	8601386	180
S.A	93	2x70	1.20	Brinzales	0.010	39.00	525215	8600853	201
S.A	101	4x70	25.00	Fustales juvenil	0.225	60.00	525759	8600341	204
S.A	103	2x70	5.30	Latizales bajos	0.040	52.00	526082	8600371	214
S.A	104	2x70	3.00	Latizales bajos	0.027	69.00	526098	8602348	202
S.A	107	2x70	8.00	Latizales altos	0.070	70.00	526367	8601950	199
S.A	108	2x70	2.00	Latizales bajos	0.028	38.00	526631	8602070	203

S.A	109	2x70	2.00	Latizales bajos	0.040	56.00	526709	8601971	203
S.A	109	2x70	1.10	Brinzales	0.040	70.00	526727	8601961	211
S.A	110	2x70	8.00	Latizales altos	0.052	55.00	526446	8601833	204
S.A	111	2x70	0.69	Brinzales	0.005	30.00	526190	8601669	210
S.A	112	2x70	8.00	Latizales bajos	0.040	20.00	526257	8601604	207
S.A	112	2x70	7.00	Latizales bajos	0.033	33.00	526239	8601607	196
S.A	115	2x70	15.00	Fustales juvenil	0.107	37.00	526468	8601755	203
S.A	117	2x70	1.50	Brinzales	0.006	38.00	526570	8601607	223
S.A	119	2X70	3.50	Latizales bajos	0.028	48.00	526299	8601167	196
S.A	123	2X70	5.00	Latizales altos	0.060	1.00	526298	8601179	216
S.A	132	2x70	3.00	Latizales bajos	0.030	41.00	527093	8601521	179
S.A	132	2x70	7.00	Latizales bajos	0.038	40.00	527089	8601516	201
S.A	132	2x70	9.00	Latizales altos	0.070	36.00	527085	8601519	191
S.A	132	2x70	27.00	Fustales juvenil	0.280	60.00	527100	8601493	191
S.A	134	2x70	5.00	Latizales bajos	0.042	37.00	526904	8601492	177
S.A	Trocha	2m de A.	0.11	plántulas	0.001	0.80	525552	8599214	192
S.A	Trocha	2m de A.	0.24	plántulas	0.002	0.80	526964	8600853	202
S.A	Trocha	2m de A.	0.27	plántulas	0.003	0.75	527111	8601326	192
S.A	Trocha	2m de A.	3.00	Latizales bajos	0.027	0.50	527300	8601712	182
S.A	Trocha	2m de A.	0.54	Brinzales	0.003	1.00	527300	8601703	195
S.A	Trocha	2m de A.	0.60	Brinzales	0.005	1.00	527295	8601683	181
S.A	Trocha	4m de A.	5.00	Latizales altos	0.052	0.90	527294	8601682	181
S.A	Trocha	2m de A.	3.00	Latizales bajos	0.015	0.95	527151	8601462	183
S.A	Trocha	2m de A.	5.00	Latizales bajos	0.043	0.87	526575	8601927	217
S.A	Trocha	2m de A.	0.23	plántulas	0.002	1.50	526319	8601357	209
S.A	Trocha	2m de A.	0.21	plántulas	0.002	1.80	526319	8601357	209
S.A	Trocha	2m de A.	0.22	plántulas	0.002	1.00	526319	8601357	209
S.A	Trocha	2m de A.	6.00	Latizales bajos	0.044	1.00	526688	8601321	182
S.A	Trocha	2m de A.	0.45	Brinzales	0.004	1.95	526783	8601317	197
S.A	Trocha	2m de A.	7.00	Latizales bajos	0.028	2.00	526744	8601331	195
S.A	Trocha	2m de A.	7.00	Latizales bajos	0.035	0.60	527387	8601811	181
S.A	Trocha	2m de A.	9.00	Latizales altos	0.062	0.80	527390	8601814	186
S.A	Trocha	2m de A.	0.28	plántulas	0.002	0.59	527559	8601890	190
S.A	Trocha	2m de A.	0.40	Brinzales	0.003	0.79	527612	8601962	185
S.A	Trocha	4m de A.	8.00	Latizales altos	0.080	0.95	528237	8602368	165
S.A	Trocha	2m de A.	6.50	Latizales bajos	0.045	0.95	528237	8602368	165
S.A	Trocha	2m de A.	1.20	Brinzales	0.008	0.85	528223	8602393	199
S.A	Trocha	2m de A.	0.40	Brinzales	0.004	0.80	528223	8602393	199
S.A	Trocha	2m de A.	1.00	Brinzales	0.006	0.75	528223	8602393	199
S.A	Trocha	2m de A.	0.60	Brinzales	0.005	0.60	528223	8602393	199
S.A	Trocha	2m de A.	0.30	Brinzales	0.004	0.90	528223	8602393	199
S.A	Trocha	2m de A.	2.50	Latizales bajos	0.015	0.85	528223	8602393	199
S.A	Trocha	2m de A.	1.65	Latizales bajos	0.021	0.75	528223	8602393	199
S.A	Trocha	2m de A.	0.35	Brinzales	0.003	0.65	528223	8602393	199
S.A	Trocha	2m de A.	5.00	Latizales bajos	0.032	0.50	528417	8602643	188
S.A	Trocha	2m de A.	2.00	Latizales bajos	0.022	0.50	528423	8602643	169
S.A	Trocha	2m de A.	7.00	Latizales bajos	0.047	0.50	528425	8602658	175
S.A	Trocha	2m de A.	0.36	Brinzales	0.002	0.50	528412	8602693	169
S.A	Trocha	2m de A.	8.00	Latizales altos	0.060	0.50	528412	8602693	169
S.A	Trocha	4m de A.	15.00	Fustales juvenil	0.300	3.00	524876	8600136	202

S.A	Trocha	4m de A.	12.00	Fustales juvenil	0.170	4.00	525426	8599943	201
S.A	Trocha	4m de A.	13.00	Fustales juvenil	0.250	4.00	525550	8599234	196
S.A	Trocha	4m de A.	19.00	Fustales juvenil	0.154	3.00	526747	8600261	187
S.A	Trocha	4m de A.	13.00	Fustales juvenil	0.160	4.00	525138	8600807	205
S.A	Trocha	4m de A.	19.00	Fustales juvenil	0.180	4.00	526174	8600373	191
S.A	Trocha	2m de A.	25.00	Fustales juvenil	0.170	2.00	526567	8601406	181
S.A	Trocha	4m de A.	25.00	Fustales juvenil	0.125	4.00	528437	8602675	169
S.A	Trocha	2m de A.	25.00	Fustales juvenil	0.295	2.00	526746	8600256	196

Tabla 10. Datos del inventario de arboles parentales (progenitor) de *Bertholletia excel/sa* H.B.K evaluados en los bosques del Centro de Investigación y Capacitación Río los Amigos (CICRA) y San Antonio (SA). AM = Árbol madre.

Sitio	Nro. de árbol progenitor (AM)	DAP (M)	X	Y	Z
CICRA	1	0.70	376364	8612988	281
CICRA	2	1.40	376459	8613028	294
CICRA	3	0.80	376854	8613221	304
CICRA	4	1.85	377021	8613343	282
CICRA	5	0.65	377102	8613364	284
CICRA	6	0.90	377175	8613409	275
CICRA	7	0.75	377261	8613462	281
CICRA	8	0.85	377363	8613457	275
CICRA	9	1.43	377499	8613321	273
CICRA	10	0.98	377453	8613276	273
CICRA	11	0.99	377344	8613300	275
CICRA	12	1.78	377292	8613238	269
CICRA	13	1.36	377313	8613103	273
CICRA	14	1.80	377006	8613119	272
CICRA	15	0.83	376636	8612994	270
CICRA	16	1.02	376786	8612952	273
CICRA	17	0.87	376822	8612840	269
CICRA	18	1.58	376913	8612934	274
CICRA	19	1.65	377025	8612782	274
CICRA	20	1.10	377107	8612804	279
CICRA	21	1.31	377297	8612851	277
CICRA	22	1.09	377655	8612493	271
CICRA	23	0.65	377782	8612402	284
CICRA	24	1.48	377828	8612521	273
CICRA	25	1.35	378501	8612986	270
CICRA	26	1.10	378360	8613177	286
CICRA	27	1.32	378320	8613063	266
CICRA	28	1.18	378323	8612844	276
CICRA	29	0.85	378086	8612935	275
CICRA	30	0.98	378188	8612588	275
CICRA	31	1.52	378116	8612677	273
CICRA	32	0.98	377901	8612611	276
CICRA	33	0.58	377929	8612721	279
CICRA	34	1.05	378031	8612731	274
CICRA	35	1.13	378048	8612673	275
CICRA	36	0.91	378525	8613280	223
CICRA	37	0.68	378615	8613196	409
CICRA	38	0.80	378647	8613284	268
CICRA	39	1.27	377998	8612351	289

CICRA	40	1.15	378126	8612473	270
CICRA	41	1.27	378276	8612502	278
CICRA	42	0.84	378421	8612370	305
CICRA	43	1.41	378438	8612116	281
CICRA	44	0.56	379075	8613364	253
CICRA	45	1.85	378937	8613239	288
CICRA	46	1.25	378915	8613110	280
CICRA	47	1.24	378903	8613051	275
CICRA	48	1.06	378756	8612712	284
CICRA	49	1.02	378665	8612600	293
CICRA	50	1.11	379487	8612893	278
CICRA	51	0.81	379385	8612936	273
CICRA	52	0.92	379362	8612865	276
CICRA	53	1.87	379345	8612838	245
CICRA	54	1.70	379224	8613021	250
CICRA	55	2.23	379134	8612910	289
CICRA	56	1.20	379136	8612561	218
CICRA	57	1.70	379252	8612559	246
CICRA	58	1.47	379092	8612363	224
CICRA	59	0.90	379405	8612346	275
CICRA	60	1.50	379556	8612499	279
CICRA	61	1.34	379575	8612763	290
CICRA	62	1.00	379676	8612714	279
CICRA	63	0.85	380082	8612739	281
CICRA	64	0.75	380083	8612865	277
CICRA	65	1.30	379998	8613023	275
CICRA	66	1.32	380139	8613077	278
CICRA	67	0.97	380530	8613108	276
CICRA	68	1.13	380632	8612676	281
CICRA	69	0.92	380723	8612036	282
CICRA	70	1.05	380750	8612167	272
CICRA	71	1.03	380795	8612224	279
CICRA	72	1.39	380499	8612386	277
CICRA	73	1.30	380206	8612482	281
CICRA	74	0.95	379960	8612322	275
CICRA	75	0.72	380455	8611743	284
CICRA	76	0.65	380517	8611846	280
CICRA	77	1.47	380438	8612070	279
CICRA	78	0.89	381146	8611263	281
CICRA	79	0.92	379997	8612127	274
CICRA	80	0.78	379746	8612056	278
CICRA	81	0.86	379660	8612378	278
CICRA	82	0.68	379582	8612273	273
CICRA	83	1.30	379715	8611670	277
CICRA	84	1.76	379782	8611729	279

CICRA	85	1.24	379749	8611862	267
CICRA	86	0.95	379911	8611844	271
CICRA	87	1.05	379914	8611931	264
CICRA	88	0.89	380162	8611960	275
CICRA	89	1.30	380467	8611408	276
CICRA	90	1.60	380414	8611383	274
CICRA	91	1.14	380344	8611426	274
CICRA	92	1.12	380138	8611426	270
CICRA	93	1.54	380068	8611479	262
CICRA	94	1.10	379951	8611479	263
CICRA	95	1.43	379724	8611451	286
CICRA	96	1.72	379712	8611406	280
CICRA	97	1.04	379713	8611305	273
CICRA	98	1.15	381349	8610572	278
CICRA	99	0.95	381267	8610802	268
CICRA	100	1.13	380989	8610825	271
CICRA	101	0.78	381034	8610968	283
CICRA	102	1.34	381150	8611055	278
CICRA	103	1.07	381471	8610927	278
CICRA	104	1.10	381484	8611050	278
CICRA	105	0.96	381424	8611150	274
CICRA	106	1.13	381166	8611347	276
CICRA	107	1.06	381050	8611195	270
CICRA	108	1.57	381014	8611148	272
CICRA	109	1.40	380938	8611081	275
CICRA	110	0.68	380911	8611047	279
CICRA	111	0.96	380497	8611221	279
CICRA	112	0.98	380493	8611309	272
CICRA	113	1.46	380177	8611292	277
CICRA	114	1.05	380144	8611128	279
CICRA	115	1.68	380197	8610984	246
CICRA	116	1.36	379808	8611155	273
CICRA	117	1.50	379686	8611211	280
CICRA	118	0.78	379970	8610876	275
CICRA	119	1.07	380150	8610858	276
CICRA	120	0.95	380320	8610801	275
CICRA	121	0.90	380476	8610548	272
CICRA	122	1.01	380382	8610435	273
CICRA	123	1.33	380651	8610795	275
CICRA	124	0.95	380654	8610768	270
CICRA	125	1.10	380746	8610469	276
CICRA	126	0.94	380914	8610404	276
CICRA	127	1.12	381285	8611429	282
CICRA	128	0.69	380792	8612179	263
CICRA	129	1.20	380481	8610698	276

CICRA	130	0.86	380747	8610607	270
CICRA	131	0.90	381199	8611313	250
CICRA	132	0.76	381275	8611306	276
CICRA	133	0.87	381290	8611324	301
CICRA	134	0.95	381234	8611359	299
CICRA	135	0.68	381137	8611303	290
S.A	1	1.20	524767	8599535	197
S.A	2	0.90	524888	8600208	194
S.A	3	1.30	524922	8600030	197
S.A	4	0.80	524935	8599882	203
S.A	5	2.20	524841	8599701	208
S.A	6	0.85	524691	8599841	196
S.A	7	0.80	524785	8599780	202
S.A	8	1.50	525256	8600182	189
S.A	9	1.70	525162	8600038	186
S.A	10	0.75	525026	8599892	191
S.A	11	0.70	525176	8599527	196
S.A	12	0.90	525210	8599658	191
S.A	13	1.65	525262	8599595	190
S.A	14	1.20	525407	8599688	201
S.A	15	0.80	525356	8599698	205
S.A	16	0.75	525356	8599741	199
S.A	17	2.80	525364	8600047	214
S.A	18	1.15	525353	8599283	178
S.A	19	1.17	525425	8599352	194
S.A	20	1.60	525468	8599384	197
S.A	21	1.15	525489	8599420	190
S.A	22	1.60	525536	8599061	182
S.A	23	0.68	525529	8599143	194
S.A	24	1.24	525564	8599257	195
S.A	25	0.80	525595	8599410	190
S.A	26	1.20	525523	8599383	182
S.A	27	0.90	525722	8599471	200
S.A	28	1.15	526076	8599553	214
S.A	29	0.80	525830	8599280	189
S.A	30	1.25	525931	8599356	208
S.A	31	1.60	526075	8599083	194
S.A	32	0.95	525958	8599228	210
S.A	33	1.10	526097	8599373	196
S.A	34	1.35	526137	8599262	185
S.A	35	0.70	526265	8599250	188
S.A	36	1.25	526210	8599244	197
S.A	37	0.97	526163	8599338	188
S.A	38	1.60	526115	8599430	194
S.A	39	1.30	526059	8599428	189

S.A	40	1.20	526236	8599510	190
S.A	41	1.30	526308	8599505	196
S.A	42	0.70	526362	8599562	192
S.A	43	1.30	526281	8599600	207
S.A	44	1.25	526268	8599677	197
S.A	45	1.35	526476	8599711	196
S.A	46	1.20	526491	8599754	190
S.A	47	1.10	526538	8599796	196
S.A	48	1.10	526680	8599906	207
S.A	49	1.35	527037	8599105	218
S.A	50	0.87	526951	8599166	187
S.A	51	1.30	526959	8599231	184
S.A	52	1.10	526921	8599444	190
S.A	53	0.90	526887	8599542	187
S.A	54	0.85	526630	8599727	194
S.A	55	1.45	526718	8599726	194
S.A	56	1.60	526816	8599694	199
S.A	57	0.85	526891	8599818	207
S.A	58	0.87	527055	8599793	217
S.A	59	1.00	526993	8599777	182
S.A	60	0.75	526930	8599859	207
S.A	61	0.96	526762	8599889	197
S.A	62	0.90	526816	8599921	197
S.A	63	1.20	526764	8599999	194
S.A	64	0.82	526722	8600074	204
S.A	65	0.80	526588	8600098	198
S.A	66	1.05	526605	8600036	179
S.A	67	1.15	526531	8600073	196
S.A	68	1.25	526521	8600148	194
S.A	69	1.10	526741	8600200	185
S.A	70	0.85	526740	8600481	204
S.A	71	0.83	526738	8600596	202
S.A	72	1.10	526808	8600659	212
S.A	73	1.00	526867	8600724	191
S.A	74	0.83	526915	8600817	172
S.A	75	0.80	526677	8600772	200
S.A	76	1.20	526779	8600737	199
S.A	77	1.10	526964	8600901	207
S.A	78	0.70	527477	8600958	202
S.A	79	1.20	527503	8601025	180
S.A	80	0.60	527433	8600994	216
S.A	81	1.65	527355	8601077	190
S.A	82	0.93	527402	8601139	210
S.A	83	1.18	527290	8601134	203
S.A	84	1.15	527144	8601083	197

S.A	85	1.30	527098	8600976	197
S.A	86	1.25	527169	8600895	216
S.A	87	1.70	527271	8600914	211
S.A	88	1.10	527385	8600914	181
S.A	89	0.97	527210	8600975	198
S.A	90	0.65	527069	8601122	195
S.A	91	1.10	527080	8601240	199
S.A	92	1.10	527115	8601385	192
S.A	93	1.15	525193	8600820	198
S.A	94	1.30	525097	8600839	199
S.A	95	0.90	525232	8600945	200
S.A	96	1.25	525242	8601014	206
S.A	97	1.33	525332	8600981	200
S.A	98	1.53	525363	8600828	195
S.A	99	1.30	525531	8600703	203
S.A	100	0.86	525616	8600542	179
S.A	101	1.20	525675	8600319	191
S.A	102	1.05	525858	8600303	197
S.A	103	1.18	526117	8600410	202
S.A	104	1.47	526164	8602368	191
S.A	105	1.10	526163	8602229	178
S.A	106	1.60	526353	8602101	208
S.A	107	1.10	526434	8601970	206
S.A	108	1.05	526620	8602106	194
S.A	109	1.23	526685	8602023	192
S.A	110	1.13	526497	8601853	197
S.A	111	1.17	526165	8601687	184
S.A	112	1.34	526263	8601585	187
S.A	113	1.16	526337	8601530	202
S.A	114	1.05	526310	8601441	194
S.A	115	1.31	526477	8601717	197
S.A	116	1.00	526499	8601588	205
S.A	117	0.90	526565	8601568	217
S.A	118	1.44	526561	8601473	197
S.A	119	1.25	526341	8601143	181
S.A	120	0.91	526086	8601130	213
S.A	121	1.05	526266	8601112	198
S.A	122	1.06	526275	8600933	190
S.A	123	1.26	526297	8601179	210
S.A	124	1.00	526319	8601357	210
S.A	125	1.13	526262	8601363	199
S.A	126	1.15	526404	8601470	196
S.A	127	0.80	526480	8601402	187
S.A	128	1.10	526474	8601167	213
S.A	129	1.50	526412	8601227	186

S.A	130	1.15	526501	8601332	195
S.A	131	0.92	526639	8601332	203
S.A	132	0.81	527056	8601539	169
S.A	133	0.95	526990	8601523	185
S.A	134	0.55	526902	8601529	171
S.A	135	0.95	526750	8601782	168

Foto 03: Reconocimiento de plántula de *Bertholletia excelsa* H.B.K



Foto 04: Medición de altura de plántulas de *Bertholletia excelsa* H.B.K ubicadas en la Concesión Castañera San Antonio.



Foto 05: Marcado de regeneración natural de *Bertholletia excelsa* H.B.K

