

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA.**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y MEDIO
AMBIENTE**



**EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROCESO DE
REGENERACIÓN NATURAL DE *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.
Macbride (Ana caspi) EN BOSQUE CONTINUO PROTEGIDO Y
UN BOSQUE BAJO MANEJO FORESTAL, EN LA PROVINCIA
DE TAMBOPATA, REGIÓN DE MADRE DE DIOS - PERÚ.**

Tesistas:

Bach. Gastón Coa Sánchez

Bach. Andrea Susans Aucahuasi Almidón

Asesor: Ing. Saúl Juan Manrique león.

Co asesor: Blgo. Germán Heber Correa Núñez.

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**

Puerto Maldonado, Madre de Dios – Perú

Octubre, 2014



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

En la ciudad de Puerto Maldonado, siendo las.....17:00..... horas del día veinte y tres de octubre del año dos mil catorce, en las instalaciones del Anfiteatro N° ...07..... de la ciudad universitaria de la UNAMAD, dando cumplimiento a la Resolución de Decanatura N° 266-2014-UNAMAD-DFI, se reunieron los miembros del Jurado integrado por los siguientes docentes:

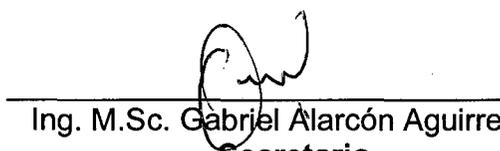
- ING. MISHARI GARCÍA ROCA (PRESIDENTE)
- ING. M.SC. GABRIEL ALARCÓN AGUIRRE (SECRETARIO)
- ING. M.SC. TELESFORO VÁSQUEZ ZAVALA (VOCAL)

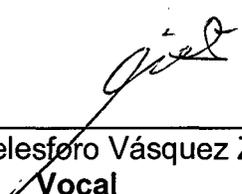
Con la finalidad de evaluar la tesis titulado “Evaluación y Determinación del proceso de Regeneración Natural de *Apuleia leiocarpa* (vogel) J.F. Macbride (Ana caspi) en Bosque Continuo protegido y un Bosque Bajo Manejo Forestal de Terraza Altas en la Provincia de Tambopata, Región de Madre de Dios – Perú”, presentado por los Bachilleres Aucahuasi Almidón, Andrea Susans y Coa Sánchez, Gastón. Finalizada la exposición de la tesis por parte de los sustentantes, el Jurado paso hacer las preguntas del caso para la evaluación correspondiente. Acto seguido, el Jurado procede a la deliberación en base a una reunión de forma reservada y libremente, declarando la tesis expuesta comoAPROBADO..... porUNANIMIDAD..... con el calificativo deMUY BUENO..... y la nota de.....17.....

Debiendo los tesisistas levantar las observaciones realizara por el jurado.

Siendo las18:30.....horas del veintitrés de octubre del año dos mil catorce, se dio por culminada el presente acto de sustentación, en fe de lo cual firmamos la presente acta.


Ing. Mishari García Roca
Presidente


Ing. M.Sc. Gabriel Alarcón Aguirre
Secretario


Ing. M.Sc. Telesforo Vásquez Zavaleta
Vocal

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor dedico el presente trabajo a mis padres: Javier Aucahuasi P. Susana Almidón S; quienes hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme, por sus consejos, comprensión y por su preocupación de que sea alguien en la vida y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento: por haberme regalado el mejor tesoro que puede existir en este mundo, "*Mi Formación Profesional*" muchas gracias!!!. A mis hermanos por el apoyo moral incondicional.

Y de manera especial a mi compañero de Tesis Gastón Coa por su participación en esta investigación. *Muchas gracias!!!*

Andrea S. Aucahuasi Almidón.

Dedico el presente trabajo de investigación, con mucho cariño y amor a los seres que más quiero en la vida. A mi madre Alejandrina Sánchez C; por su inmenso amor; a mi Padre Santiago Coa L; por enseñarme que el esfuerzo da frutos; y a mis hermanos Fernando, Javier y primos que en todo momento supo darme su apoyo moral e incondicional.

Y de manera especial a mi compañera de Tesis Andrea Susans Aucahuasi por su constante participación en esta investigación. *Muchas gracias!!!*

Gastón Coa Sánchez.

AGRADECIMIENTOS

Declaramos nuestros más sinceros agradecimientos:

En primer lugar a Dios por permitirnos a todos los seres humanos de disfrutar de un regalo tan maravilloso que se llama vida.

A nuestra Alma Mater Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios "UNAMAD", Facultad de Ingeniería, a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente y Administrativos, quienes fueron parte de nuestra formación profesional.

Al Ing. Forestal Saúl Juan Manrique León, quien nos brindo incondicionalmente el asesoramiento de la presente tesis desde un inicio hasta la revisión y presentación del informe final.

Al Blgo. Germán Heber Correa Núñez, que como Co asesor nos brindo su confianza, apoyo y la orientación acertada durante el desarrollo de la investigación. Siempre puso su mejor empeño en nuestra formación y en este proceso de investigación.

A los miembros del jurado de tesis: Ing. Mishari García Roca, M.Sc. Ing. Gabriel Alarcón Aguirre y al Ing. Telésforo Vásquez Zavaleta; por la colaboración y orientación oportuna durante la revisión, corrección y presentación del presente proyecto de tesis.

A la Oficina General de Investigación de la "UNAMAD", por apoyarnos con parte del financiamiento de la tesis que nos permitió desarrollar de alguna otra manera el presente trabajo de investigación.

De igual manera a la Blga. Ruth Frisancho Vargas por su constante motivación para concluir este trabajo de investigación; también agradecemos al Doctor Francisco José Román Dañobeytia, al Ing. Néstor Antonio Gallegos Ramos por su colaboración y orientación oportuna en el presente trabajo y finalmente al Ph. D. Percy Amílcar Zevallos Pollito por la identificación y certificación de la especie de estudio.

A la UNAMAD, administradores del Vivero Fundo El Bosque y al Sr. Pablo Callo Condori por permitirnos desarrollar la presente investigación dentro sus áreas.

A nuestros compañeros que de una y otra manera nos brindaron el apoyo incondicional para realizar las actividades de campo y gabinete para el desarrollo de la presente investigación: Jaime Oblitas M; Daniel Ramírez B; Jorge Garate; Hernan Izquierdo Y. Cesar Fernández P; Gerson Sánchez D; Daniel Chávez M; Julio Callo C; David Centeno C. Arturo Bustamante M. Sofer Baez Q.

A todos ellos muchas gracias!!!

INDICE

	Pág.
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCION.....	iii
JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.....	v

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO.....	1
1.1 Antecedentes de estudios realizados.....	1
1.2. Revisión bibliográfica.....	3
1.2.1. Los bosques húmedos tropicales y la alteración del hábitat.....	3
1.2.2. Proceso de la regeneración natural en bosques primarios.....	4
1.2.3. La regeneración natural.....	5
1.2.3.1. La regeneración natural bajo manejo forestal.....	5
1.2.3.2. Problemas de la regeneración natural en el aprovechamiento forestal.....	6
1.2.3.2.1. Efectos de operaciones de aprovechamiento sobre la regeneración natural.....	7
1.2.4. Clasificación dimensional de la regeneración natural.....	8
1.2.5. Caracterización de calidad en la regeneración natural.....	8
1.2.6. Importancia de la regeneración natural.....	9
1.2.6.1. Sistemas y tratamientos silviculturales.....	9
1.2.7. Los factores implicados en la regeneración natural.....	10
1.2.8. El ciclo de regeneración natural del bosque.....	14
1.2.9. Descripción Morfológica de la especie de estudio <i>A. leiocarpa</i>	18
1.2.9.1. Clasificación taxonómica de <i>Ana caspi</i>	18
1.2.9.2. Morfología.....	18
1.2.9.3. Características ecológicas.....	20
1.2.9.4. Historia de vida.....	21
1.2.9.5. Implicaciones para el manejo.....	23
1.2.9.6. Usos y aplicaciones.....	23
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION.....	26
1.3.1. Hipótesis Alternas.....	26
1.3.2. Hipótesis Nula.....	26

1.4. IDENTIFICACION DE VARIABLES.....	26
1.4.1. Variable dependiente, para regeneración natural por individuo y área.	27
1.4.2. Variable independiente.....	27
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	28
1.5.1. Objetivo General.....	28
1.5.2. Objetivo Específicos.....	28

CAPITULO II

2. MATERIALES Y METODOS.....	29
2.1. Descripción del sitio de estudio.....	29
2.2. Materiales, equipos, herramientas y programas.....	32
2.3. Metodología.....	33
2.3.1. Tipo de investigación.....	33
2.3.2. Diseño de la investigación.....	33
2.3.3. Diseño muestral.....	33
2.3.3.1. Selección de las áreas de estudio.....	33
2.3.3.2. Inventario de los individuos de <i>A. leiocarpa</i> , en el Fundo El Bosque y Concesión castañera.....	35
2.3.3.2.1. Características dasométricas que se evaluó en el inventario de individuos de <i>A. leiocarpa</i> en ambas áreas de estudio.....	36
2.3.3.3. Selección de la muestra de árboles para evaluación de regeneración natural.....	36
2.3.3.4. Método para el establecimiento de las parcelas triangulares de muestreo para la evaluación de la regeneración natural por árbol madre de <i>A. leiocarpa</i>	38
2.3.3.4.1. Estudio piloto y entrenamiento para la identificación de regeneración natural.....	38
2.3.3.5. Método para el establecimiento de parcelas anidadas para la evaluación de la regeneración natural por área.....	40
2.3.3.6. Evaluación de la regeneración de <i>A. leiocarpa</i> en parcelas triangulares y anidadas.....	42
2.3.4. Análisis de los datos.....	44

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
3.1. Distribución de los árboles de <i>A. leiocarpa</i> en categorías diamétricas en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.....	46
3.1.1. Clases diamétricas identificadas de <i>A. leiocarpa</i> , en el Fundo El Bosque y Concesión castañera.....	46
3.1.2. Total de regeneración natural en clases diamétricas evaluadas en el Fundo El Bosque.....	47
3.1.3. Total de regeneración natural en clases diamétricas evaluadas en la Concesión castañera.....	48
3.2. Cuantificación y comparación del número de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> , en categorías de (plántulas, brinzales, latizales y fustales), en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.....	49
3.2.1. Número total de regeneración natural por área de estudio.....	50
3.2.2. Distribución de categorías de regeneración natural, según el área de estudio. Fundo El Bosque y Concesión castañera.....	51
3.3. Determinación de la relación individuos de regeneración natural por árbol madre de <i>A. leiocarpa</i> en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.....	53
3.3.1. Número promedio de individuos de regeneración natural por árbol madre de <i>A. leiocarpa</i> , en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.....	53
3.4. Evaluación de la densidad de las categorías de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> (plántulas, brinzales, latizales y fustal), según características del árbol madre (DAP, altura, y diámetro de copa) y distancia al árbol madre en el Fundo El bosque y la Concesión castañera.....	57
3.4.1 Análisis estadístico de las categorías de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> y su relación con las características de los árboles madre en el Fundo El Bosque.....	58
3.4.1.1. Relación de la densidad de regeneración natural de la categoría de brinzales por árbol madre y el diámetro normal, en el Fundo El Bosque.....	59
3.4.1.2. Relación de la densidad de regeneración natural de la categoría de brinzales por árbol madre y la altura estimada de los árboles madre, en el Fundo El Bosque.....	59
3.4.2 Análisis estadístico de las categorías de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> y su relación con las características de los árboles madre en la Concesión castañera.....	61

3.4.2.1. Relación de la densidad en regeneración natural por árbol madre y la altura estimada, en el Fundo El Bosque.....	61
3.4.3. Análisis estadístico de la distancia promedio de la regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> en relación con el árbol madre en el Fundo El Bosque y Concesión castañera.....	62
3.4.3.1. Análisis de varianza de las clases diamétricas del árbol madre respecto al número promedio de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> de las dos áreas de estudio. (n= 27, regeneración árbol madre n= 175).....	68
3.4.3.2. Análisis de varianza de las clases de altura del árbol madre respecto al número promedio de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> de las dos áreas de estudio. (n= 27, regeneración árbol madre n= 175).....	68
3.4.3.3. Análisis de varianza de las clases de diámetro de copa del árbol madre respecto al número promedio de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> de las dos áreas de estudio. (n= 27, regeneración árbol madre n= 175).....	69
3.5. Evaluación de la regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> , según densidad de las categorías de regeneración, mediante parcelas anidadas, en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.....	70
3.6. Caracterización de la regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> , según los subsectores del bosque: sotobosque, claro, costado de claro y trochas en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.....	72
3.6.1. Regeneración natural por tipo de subsectores, en las categorías de regeneración de de <i>A. leiocarpa</i> en el Fundo El Bosque.....	72
3.6.2. Regeneración natural por tipo de subsectores, de <i>A. leiocarpa</i> , Concesión castañera.....	73
3.6.3. Porcentaje de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> en los subsectores del bosque para ambas áreas de estudio.....	74
4. CONCLUSIONES.....	75
5. RECOMENDACIONES.....	78
6. BIBLIOGRAFIA.....	79
7. ANEXOS.....	90

Lista de Tablas

Nº. Título	Pág.
1. Características de los sitios de estudio.....	30
2. Coordenadas UTM del área de estudio Fundo El Bosque.....	34
3. Coordenadas UTM del área de estudio Concesión castañera.....	34
4. Número de árboles madre seleccionados para la evaluación de la regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> para las áreas estudio.....	37
5. Número total de parcelas triangulares para la evaluación de de la regeneración de <i>A. leiocarpa</i> , para ambas áreas de estudio.....	42
6. Número total de parcelas anidadas establecidas para ambas áreas de estudio.	42
7. Clasificación para la medición de la regeneración natural.....	43
8. Número de árboles madre de <i>A. leiocarpa</i> (≥ 30 cm de diámetro) evaluados en ambas áreas de estudio.....	49
9. Número total de regeneración natural por categoría, en ambas áreas de estudio.....	49
10. Relación en individuos de regeneración por árbol madre de <i>A. leiocarpa</i> para el Fundo El Bosque.....	53
11. Relación en individuos de regeneración por árbol madre de <i>A. leiocarpa</i> para la Concesión castañera.....	54
12. Comparación de individuos de regeneración por árbol adulto.....	55
13. Prueba de normalidad bivariada en las categorías de regeneración natural. En el Fundo El Bosque.....	57
14. Prueba de normalidad bivariada en las categorías de regeneración natural, en la Concesión castañera.....	57
15. Prueba de correlación de Spearman (Rho) y valores de significancia (p) para cada una de las categorías de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> en las características del árbol madre (DAP, HT y DC), en el Fundo El Bosque.....	58
16. Prueba de correlación de Spearman (Rho) y valores de significancia (p) para cada una de las categorías de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> en las características del árbol madre (DAP, HT y DC), en la Concesión castañera.....	61
17. Distancia promedio (\pm error estándar) según las categorías de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> en relación con el árbol madre en ambas áreas de estudio.....	63
18. Densidad de individuos/ha de las categorías de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> para ambas áreas de estudio.....	70
19. Abundancia de individuos, según categoría de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> , en diferentes subsectores del bosque.....	71

Lista de Figuras

Nº. Título	Pág.
1. Estados sucesivos de germinación de semillas de <i>A. leiocarpa</i>	22
2. Fotografías del árbol <i>A. leiocarpa</i>	25
3. Ubicación de los sitios de estudio.....	31
4. Forma de recorrido en el inventario de los árboles de <i>A. leiocarpa</i> en el Fundo El Bosque.....	35
5. Forma de las parcelas triangulares para evaluar la regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> a partir de cada árbol madre seleccionado para ambas área de estudio... 39	39
6. Representación grafica del distanciamiento y distribución sistemática de unidades de muestreo.....	41
7. Distribución de las parcelas anidadas.....	41
8. Distribución de clases diamétricas de los individuos <i>A. leiocarpa</i>	46
9. Distribución de la regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> en relación a las clases diamétricas de los árboles madre en el Fundo El Bosque.....	47
10. Distribución de la regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> en relación a las clases diamétricas de los árboles madre en la Concesión castañera.....	48
11. Distribución del número total de regeneración natural por áreas de estudio.....	50
12. Frecuencia de categorías de regeneración natural según las áreas de estudio... 51	51
13. Número promedio de individuos de regeneración natural por árbol madre de <i>A. leiocarpa</i> , según las orientaciones para el Fundo El Bosque.....	54
14. Número promedio de individuos de regeneración natural por árbol madre de <i>A. leiocarpa</i> , según las orientaciones para la Concesión castañera.....	55
15. Grafico de dispersión de datos para el número de regeneración de la categoría de brinzales por árbol, y el diámetro normal del árbol madre de <i>A. leiocarpa</i>	59
16. Grafico de dispersión de datos para el número de regeneración, de la categoría de brinzales por árbol y la altura estimada de los árboles madre de <i>A. leiocarpa</i>	59
17. Grafico de dispersión de datos para el número de regeneración por árbol y la altura estimada de los árboles madre de <i>A. leiocarpa</i>	61
18. Distancia promedio (\pm error estándar) de la regeneración natural <i>A. leiocarpa</i> respecto al árbol madre para las áreas de estudio.....	62
19. Distancia promedio (máximos y mínimos) de las categorías de regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> en relación con el árbol madre para las áreas de estudio.....	63
20. Densidad general de la regeneración natural de <i>A. leiocarpa</i> en relación al distanciamiento, en la concesión castañera y Fundo El Bosque.....	64

21.	Densidad del establecimiento de las diferentes categorías de regeneración y la distancia en que se establecen, para <i>A. leiocarpa</i> , en el Fundo el Bosque.....	66
22.	Densidad del establecimiento de las diferentes categorías de regeneración y la distancia en que se establecen, para <i>A. leiocarpa</i> , en la Concesión castañera...	67
23.	Número promedio (\pm error estándar) de regeneración natural por clases diamétricas del árbol madre de <i>A. leiocarpa</i> de las dos áreas de estudio.....	68
24.	Número promedio (\pm error estándar) de regeneración natural por clases de altura del árbol madre de <i>A. leiocarpa</i> de las dos áreas de estudio.....	68
25.	Número promedio (\pm desviación estándar) de regeneración natural por clases de diámetro de copa del árbol madre de <i>A. leiocarpa</i> de las dos áreas de estudio.....	69
26.	Abundancia de las categorías de regeneración de de <i>A. leiocarpa</i> en los diferentes subsectores del bosque en el Fundo El Bosque.....	72
27.	Abundancia de las categorías de regeneración de de <i>A. leiocarpa</i> en los diferentes subsectores del bosque en la Concesión castañera.....	73
28.	Frecuencia de la regeneración de <i>A. leiocarpa</i> en los subsectores del bosque.....	74

RESUMEN

Se evaluó la regeneración natural de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbride (*Ana caspi*) en un Bosque continuo protegido (Fundo El Bosque de 150 ha) y una representación de un bosque bajo manejo forestal (Concesión castañera 150 ha) ambas ubicadas en la Provincia de Tambopata, Distrito las Piedras. *A. leiocarpa* es un árbol con valor comercial, posee sistemas sexuales hermafroditas y masculinos, y su dispersión es anemocórica. Mediante el inventario de los individuos de *A. leiocarpa* se identificaron 47 individuos representando una densidad de 0.31 árboles/ha en el Fundo El Bosque y 29 en la Concesión castañera siendo la densidad de 0.19 árboles/ha; en las clases diamétricas de los individuos no se ajustaron a la "J" invertida para ambas áreas de estudio. La selección de los árboles madre fue en base a criterios de inclusión y exclusión de tal forma que en el Fundo El Bosque la regeneración coespecífica de *A. leiocarpa* se evaluó en 15 árboles madre en el Fundo El Bosque y 12 para la concesión castañera. A partir de cada árbol madre seleccionada se establecieron parcelas triangulares no permanentes de (100 m de altura y 20 m de base) con dirección a los puntos cardinales con el vértice opuesto a la base ubicado del árbol madre, aplicando esta metodología se contó un total de 103 individuos en regeneración en el Fundo El Bosque y 72 para la Concesión castañera para todas las categorías de regeneración, ambas áreas no presentaron diferencias significativas; mediante una prueba de comparación no paramétrica de U "Mann-Whitney" ($p > 0.05$) no se encontró diferencias en las categorías de regeneración entre las áreas de estudio. El número promedio de la regeneración natural por árbol madre por orientación en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($U = 5000$ $p = 0.386 > 0.05$). Por otra parte al determinar la relación entre las características de los árboles madre en el Fundo El Bosque se encontró que el DAP ($Rho: 0.67$; $p < 0.007$) y altura del árbol ($Rho: 0.62$; $p < 0.013$) se asocian con el número de individuos en la categoría de brinzales; en contraste con la Concesión castañera que la altura del árbol madre se asocio negativamente con el total de regeneración ($Rho: -0.60$, $p > 0.038$); la relación de la distancia promedio respecto al árbol madre no se encontró diferencias significativas al comparar las categorías de regeneración natural para ambas áreas de estudio ($U = 312$; $p = 0.158 > 0.05$). Por otra parte para determinar la densidad de regeneración de *A. leiocarpa* se instalaron 100 parcelas anidadas de (20 x 20m) distribuidas de forma sistemática en toda el área de evaluación (150 ha), para ambas áreas, las categorías de regeneración se evaluó en las parcelas anidadas: 20 x 20m (fustal), 10 x 10m (latizal bajo y alto), 4 x 4m (brinzal) y 2 x 2m (plántula), al aplicar esta metodología la densidad de regeneración natural en el Fundo El Bosque estuvo representada de 575 ind/ha de plántulas, 159.375 ind/ha brinzales, 14 ind/ha latizales, no habiendo individuos en la categoría de fustal en contraste con la Concesión castañera la densidad de regeneración natural de *A. leiocarpa* está representada por 287.5 ind/ha de plántulas, 43.75 ind/ha brinzales, 3 ind/ha latizales, 0.25 ind/ha, en ambas áreas de estudio se aprecia la tendencia de la "J" invertida. Por otra parte al evaluar la regeneración natural en los subsectores del bosque se encontró que en el sotobosque y claro se encontró mayor número de individuos para todas las categorías en regeneración natural de *A. leiocarpa* siendo igual para ambas áreas de estudio.

Palabras claves: regeneración natural, árboles madre, *Apuleia leiocarpa*, bosque continuo protegido, bosque bajo manejo forestal.

ABSTRACT

We assessed the natural regeneration of *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbride (Anacardiaceae) in a continuous forest protected (Fundo El Bosque 150 ha) and a representation of a forest under forest management (Concession castañera 150 ha) both of which are located in the Province of Tambopata, District the stones. *A. leiocarpa* is a tree with commercial value, it has systems hermaphrodite and male sex, and its dispersion is anemocorica. Using the inventory of the individuals of *A. leiocarpa* is identified 47 individuals representing a density of 0.31 trees/ha in the Fundo El Bosque and 29 in the granting castañera being the density of 0.19 trees/ha; in diameter classes of individuals were not adjusted to the "J" reversed to both areas of study. The selection of mother trees was based on the criteria of inclusion and exclusion in such a way that he founded the forest regeneration conspecific populations of *A. leiocarpa* was evaluated in 15 mother trees in the Fundo El Bosque and 12 for the Concession castañera. From each mother tree selected triangular plots were established non-permanent (100 m in height and 20 meters from base) in the direction of the cardinal points with the opposite corner located at the base of the mother tree, applying this methodology is counted a total of 103 individuals in regeneration in the Fundo El Bosque and 72 for the concession castañera for all categories of regeneration, both areas showed no significant differences; using a test and comparison of non-parametric "Mann-Whitney U" ($p > 0.05$) differences could not be found in the categories of regeneration between areas of study. The average number of natural regeneration by mother tree by orientation in the Fundo El Bosque and the concession castañera showed no statistically significant differences ($U = 53.5$ $p = 0.076 > 0.05$). On the other hand to determine the relationship between the characteristics of the mother trees in the founded the forest it was found that the DAP ($Rho: 0.67$; $p < 0.007$) and height of the tree ($Rho: 0.62$; $p < 0.013$) were associated with the number of individuals in the category of saplings; in contrast with the concession castañera that the height of the mother tree was negatively associated with total regeneration ($Rho: -0.60$, $p > 0.038$); the relationship of the average distance from the mother tree was not found significant differences when comparing the categories of natural regeneration for both areas of study ($U = 312$; $p = 0.158 > 0.05$). On the other hand apart from to determine the density of regeneration of *A. leiocarpa* is installed 100 plots of nested (20 x 20m) distributed in a systematic way in the size of evaluation area (150 ha), for both areas, the categories of regeneration was evaluated in the nested plots: 20 x 20m (stem), 10 x 10m (latizal low and high), 4 x 4m (Brinzal) and 2 x 2m (seedling), to apply this methodology the density of regeneration natural in the founded the forest was represented by 575 ind/ha of seedlings, 159.375 ind/has saplings, 14 ind/has age stages, not having individuals in the category of stem in contrast with the concession castañera density of natural regeneration of *A. leiocarpa* is represented by 287.5 ind/has For seedlings, 43.75 ind/has saplings, 3 ind/has age stages, 0.25 ind/has, in both areas of study we observed the trend of the "J" reversed. On the other hand to assess the natural regeneration in the sub-sectors of the forest it was found that in the forest understory and clear it was found a greater number of individuals for all categories in natural regeneration of *A. leiocarpa* remains the same for both areas of study.

Key Words: natural regeneration, mother trees, *Apuleia leiocarpa*, continuous forest protected, forest under forest management.

INTRODUCCION.

Una de las bases fundamentales del manejo sostenible de los bosques tropicales, es el mantenimiento de la regeneración natural. Esta forma de manejo, requiere que las especies maderables aprovechadas, regeneren de forma natural para mantener sus poblaciones y asegurar la futura productividad del bosque (Bawa & Seidler, 1998; Mostacedo & Fredericksen, 1999).

Malleux (1973), dice que la regeneración natural se considera como una forma potencial de asegurar un bosque más homogéneo y productor, manejando racionalmente el aprovechamiento y las plántulas que se encuentran en la zona. La existencia de la regeneración natural de las especies en los bosques tropicales está determinada por el carácter ecológico, periodos de producción de semillas y condiciones apropiadas de establecimiento crecimiento (Finegan, 1992; Hartshorn, 1980).

El aprovechamiento de especies maderables, tiene varias consecuencias para la regeneración natural, algunas con efectos opuestos. Por un lado, los daños y mortalidad de los individuos, la reducción considerable de la producción de frutos, y el aumento de la disponibilidad de luz en el bosque residual (Chapman & Chapman, 1997; Curran et al., 1999; Dickinson et al., 2000; Jackson et al., 2002; Van Rheenen et al., 2004).

Por otro lado, se ha encontrado que el aprovechamiento forestal y otras actividades antropogénicas, podrían influenciar la distribución espacial de las especies del bosque (Clark et al. 1995; Rivas et al, 2005); incluso puede alterar significativamente la abundancia y modificar la distribución espacial de la regeneración natural de las especies aprovechadas y remanentes. Sin embargo, a nivel de especies, aun no se conoce a ciencia cierta, cuál es el grado de impacto que ocasiona la remoción de una alta proporción de árboles semilleros y cómo se configura la estructura espacial, ante un escenario pos aprovechamiento con menos árboles semilleros y más distanciados entre sí, cuyos temperamentos y estrategias reproductivas son diversos.

En el manejo forestal, la regeneración adecuada de las especies es quizás el paso más importante hacia el logro de la sostenibilidad de los bosques. Es necesario que los profesionales y técnicos forestales sean capaces de diagnosticar anticipadamente problemas en la regeneración, de modo que así se puedan realizar ajustes a los métodos de aprovechamiento o aplicarse otros tratamientos silviculturales para garantizar una regeneración adecuada y pronta de las especies comerciales (Fredericksen y Mostacedo 2000a)

Existen muchos factores que intervienen en la sostenibilidad del manejo forestal, pero el más importante es probablemente la regeneración natural que asegure la continuidad de los procesos ecológicos del bosque. Por esta razón, es muy importante que los encargados del manejo de los bosques conozcan a las especies cuando están en la etapa de plántulas y así determinar su estado (Toledo et al. 2005).

En la actualidad existe poco conocimiento en el manejo de la regeneración natural, debido a la complejidad de su proceso, realizado con sus características estructurales, ecológicas y su identificación en el campo. Por lo cual hace necesario investigaciones que permitan establecer medidas silviculturales para alcanzar en el mejor tiempo posible un buen desarrollo del bosque. Es importante determinar el estado actual de la regeneración natural para conocer el grado de desarrollo en el bosque. En este contexto se da a conocer la siguiente pregunta

- **¿De qué manera se viene manifestando las categorías de la regeneración natural de la especie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbride (Ana caspi) en un Bosque continuo protegido en comparación con un bosque bajo manejo forestal, en la Provincia de Tambopata – Región de Madre de Dios?**

La presente investigación pretende evaluar el proceso de regeneración de *Apuleia leiocarpa*, especie arbórea dispersada por el viento, en un bosque continuo protegido y un bosque bajo manejo forestal en la Región de Madre de Dios. Lo anterior con el propósito de contribuir con información científica para la toma de decisiones en el manejo forestal y la conservación de la biodiversidad en la región.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

La regeneración natural es una parte importante de la dinámica del bosque, ya que este proceso implica el establecimiento de nuevos individuos y por lo tanto puede determinar la composición futura del bosque (Mostacedo y Fredericksen 1999).

La regeneración es quizás el paso más importante hacia el logro de la sostenibilidad a largo plazo de los bosques bajo manejo. Muchas de las especies arbóreas con valor en el mercado maderero y que se encuentran bajo manejo forestal o presentan presión por tala ilegal son extraídas del bosques sin considerar su sistema de reproducción y dispersión no han comprendido la riqueza del bosque en su integridad ni la conservación exclusivamente para proteger la naturaleza.

Actualmente en nuestro medio existe poca información relacionada con la regeneración en forma natural del bosque en áreas destinadas para aprovechamiento forestales por ello es de suma importancia conocer la capacidad de regeneración natural de la especie de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbride (*Ana caspi*) para proporcionar la posibilidad de revelar las potencialidades en los bosques tropicales para su propagación bajo un manejo sostenible ya que esta especie tiene una gran diversidad de usos como; la madera es utilizada para construcciones de estructuras externas dada su durabilidad en industria, como también el alto poder calorífico para la producción de carbón.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes de estudios realizados.

- En un estudio realizado en Sao Paulo (Brasil), por Leyte y hay (1989) en la regeneración natural de *Apuleia leiocarpa* vog Macbr en una reserva genética donde el objetivo principal fue de determinar la existencia de plántulas. En dicha evaluación de encontró 62 árboles semilleros y utilizo 22 árboles como muestra previamente marcados en el campo, encontraron que la altura y vitalidad de todas las plántulas identificadas fueron registradas en altura de 0,5 a 22,5 cm, ninguno fue más alto que 1 m. Estos autores finalmente recomendaron continuar con el estudio, sobre todo, de transición, de una clase de tamaño a otra de regeneración y las nuevas plántulas que aparecen cada año.
- En el trabajo realizado por Gamboa, (2008), en Sarapiquí (Costa Rica) evaluó la regeneración de *Dipteryx panamensis* en dos fragmentos de bosque (Starke 344 ha y Rojomaca 117 ha), ambos bosques con manejo forestal. La regeneración coespecifica evaluó mediante arboles parentales con la instalación de parcelas triangulares de 40 m de largo y 16 m de base, dentro de ello se registraron las plántulas hasta los latizales altos, distancia de la regeneración respecto al árbol parental, porcentaje de apertura de dosel y competencia interespecifica para cada árbol progenitor. Encontró que La altura y diámetro de regeneración fueron diferentes entre los sitios al igual la distancia del árbol progenitor. La regeneración de *Dipteryx* en fragmentos es influenciada por el DAP del árbol progenitor y la competencia interespecifica. también encontró que el número promedio de regeneración por árbol fue parejo entre los sitios.
- En un estudio realizado por Vílchez y Rocha (2005), se evaluó la estructura de la regeneración de una población de árbol *Peltogyne purpurea* Pittier en Costa Rica, después de una corta selectiva de madera. Los resultados de este estudio determinaron la categoría con la mayor cantidad de individuos correspondió a los árboles con tallos con diámetros entre 70 y 80 cm. También muestra que no hubo diferencia en el numero de brinzales encontrados en los transectos establecidos según los cuatro puntos cardinales de los arboles reproductivos, el análisis de distancia al árbol madre mostro que los brinzales se encontraban cerca del árbol madre, finalmente concluyo que la extracción de madera puede tener un efecto negativo en la regeneración de *P. purpurea*.

- Dosantos y Alván, (2010) realizaron investigación en Iquitos-Nauta sobre la regeneración natural con el fin de obtener información cualitativa y cuantitativa de un bosque de terrazas alta a partir de la regeneración natural, fueron evaluados en tres fajas de 10 x 1000 m, con 10 unidades de muestreo de 10 m x 10 m en cada una, donde en el cuadrado de 2 m x 2 m se registraron brinzales, en el cuadrado de 5 m x 5 m para latizales y dentro del cuadrado de 10 m x 10 m para fustales. los resultados en este estudio determinaron que la composición florística del bosque está constituida por 60 especies, con 31 familias botánicas; la abundancia de individuos para brinzal: 1240 individuos/ha, latizal: 953 individuos/ha y fustal: 930 individuos/ha, siendo las familias representativas Lauraceae, Sapotaceae, Myristicaceae, Fabaceae y Lecythidaceae y las especies representativas *Nectandra viburnoides*, *Micropholis cylindrocarpa*, *Virola elongata*, *Inga paraensis* y *Eschweilera grandiflora*.
- En el trabajo realizado por Leigue (2008), en Bolivia, se evaluó la regeneración de nueve especies forestales. el estudio realizo en un bosque intervenido y un testigo que tuvo como finalidad de comparar la abundancia de la regeneración y la distribución espacial de plántulas de 9 SP maderables. la abundancia y estructura espacial, fue determinada en 55 parcelas de muestreo anidadas (20 x 20 m se midieron arboles semilleros con DAP 20 cm, 10 x 10 m se registraron las categorías de plántula, brinzal y latizal), distribuidas en 180 hectáreas en cada condición de bosque evaluado. Los resultados de este estudio determinaron que las especies *C. racemosa*, *T. altissima* y *A. lecointei* mostraron mayor abundancia en el bosque aprovechado, pero las especies mashonaste, uña de gato, shihuahuaco, misa fue mayor en el bosque testigo fue mayor en el bosque testigo. También encontró que la abundancia de *A. lecointei*, *P. heterophylla* y *Virola* sp no difirió entre sitios. Finalmente estos resultados le permitieron concluir que el aprovechamiento forestal no modifica significativamente la abundancia y estructura espacial de la regeneración de todas las especies forestales.
- La investigación realizada por Sánchez, et al (2011), en México, estudio el proceso de regeneración natural, se establecieron dos unidades de muestreo de 50 x 50 m, cada una se dividió en 25 subunidades de 10 x 10 m. para llevar a cabo el estudio de regeneración, se censaron todos los individuos ≤ 1.30 m y ≥ 1.30 m. los resultados en este estudio demostraron un total de 152 individuos de plántulas arbóreas representados en 46 especies y pertenecientes a 20 familias. *Rinorea guatemalensis* fue la especie con mayor número de plántulas. La semejanza florística es de un 27%. Se concluye que el relicto de selva alta perennifolia de México se encuentra en proceso de regeneración, ya que las especies de plántulas arbóreas reportadas son características de una selva primaria.

1.2. Revisión bibliográfica.

1.2.1. Los bosques húmedos tropicales y la alteración del hábitat.

En América Latina y el Caribe se encuentran los bosques tropicales más importantes del mundo, debido a su extensión geográfica, riqueza biológica y complejidad ecológica. Los bosques húmedos tropicales son considerados los sistemas más diversos y complejos del Planeta; por ejemplo, el promedio de especies arbóreas por hectárea con un DAP igual o mayor a los 10 cm varía en 100 y 300 (Lamprecht 1990, Whitmore 1998, Hartshorn 2002).

El bosque húmedo tropical es una de las más exuberantes, mejor desarrolladas y complejas de las comunidades vegetales. En ella se concentra 50 a 80% de todas las especies que existen en la Tierra (Rzedowski, et al 1981)

La vegetación de los Bosques Húmedos Tropicales presenta estratos múltiples, generalmente de tres a cuatro pisos. Los árboles que alcanzan mayores alturas llegan a 45 a 55 m, Aunque excepcionalmente alcanzan 60 m o más. Se destaca una gran cantidad de árboles con raíces tabulares y gran abundancia de lianas, palmas y hepífitas (Lamprecht 1990).

Por otra parte, los Bosques Húmedos Tropicales han sido utilizados ampliamente por el ser humano. Los recursos que contienen han sido impactados por diversas actividades antropogénicas de manera brusca en los últimos años. La presión sobre los Bosques responde en gran medida al incremento en la población humana, que desde 1650 se ha mantenido creciente de forma casi exponencial. En la década de 1981 a 1990, en América tropical se perdieron 74 millones de ha de bosque, a una tasa de deforestación de 0,75% anual. La deforestación en Bosques Húmedos Tropicales de tierras bajas se estimó en alrededor de 19 millones de hectáreas a una tasa de 0,40% anual; no obstante, algunos autores la cuantifican en un poco más de 50 millones de hectáreas. Este proceso de pérdida de los Bosques Húmedos Tropicales, se considera uno de los principales retos actuales de la conservación de la biodiversidad. (Myers 1997, Vitousek et al.)

Las principales causas de deforestación se deben a las prácticas agrícolas y pecuarias (Peña *et al.*, 2005). También son afectadas por las perturbaciones de origen natural como son: incendios naturales, caída de árboles por vientos, muerte de árboles, inundaciones (Gómez Pompa y Vázquez Yanes, 1985).

1.2.2. Proceso de la regeneración natural en bosques primarios.

El proceso de regeneración natural de una comunidad vegetal puede definirse como la renovación de los elementos constituyentes de la misma (Martínez 1994), o como la ganancia y/o la recuperación de la biomasa vegetal en un área determinada (Ewel 1980), ya sea que esté involucrada una sola especie (bosques mono-específicos) o especies diferentes. Este proceso puede darse con o sin la generación de nuevos individuos genéticamente diferentes, ya que estrictamente la regeneración a través de rebrotes no implica diferentes (Harper 1977).

El proceso de regeneración natural depende, de manera general, de la disponibilidad de propágulos, de las condiciones físico-químicas, de la disponibilidad de recursos, de las interacciones bióticas y de los atributos biológicos de las especies que están presentes en un sitio y en un momento determinado.

Las comunidades vegetales están sujetas a la acción recurrente de diversos agentes abióticos (fuegos, tormentas, sequías severas, deslaves, terremotos, erupciones volcánicas, apertura de claros) bióticos (desarrollo de epidemias y plagas), que alteran de manera súbita las condiciones físicas y químicas, los niveles de disponibilidad de recursos o la naturaleza. A estos agentes de alteración se les conoce con el término de disturbios "disturbances" en inglés, *sensu* (Rykiel 1985).

La presencia de un disturbio no es necesaria para el desarrollo regenerativo de una comunidad, pero sí para el proceso de sucesión ecológica (Pickett y McDonnell 1989). El proceso de sucesión ecológica puede definirse, de manera general, como el reemplazamiento de especies a través del tiempo que se inicia con un disturbio y que puede culminar en el mismo estado o en diferentes estados alternativos al existente antes del disturbio (Drury y Nisbet 1973, Begon *et al.* 1996).

Cuando después del disturbio queda un substrato estéril, sin vida, nos referimos a un proceso de sucesión primaria, como el que se desarrolla sobre lavas volcánicas (Del Moral 1999). Si después del disturbio permanece germoplasma vivo (semillas, meristemas en raíces y tallos, vegetación en pie) o suelo fértil, a partir del cual se pueda desarrollar vegetación, nos referimos a un proceso de sucesión secundaria (Drury y Nisbet 1973, Begon *et al.* 1996).

1.2.3. La regeneración natural.

El proceso de la regeneración natural inicia con la producción de semillas, pasa por la germinación y el establecimiento de los brinzales y llega hasta la primera categoría denominada como inventariable. El desarrollo de las plántulas, desde su germinación hasta el momento en que quedan establecidas, es el periodo más precario y crítico del proceso de regeneración de un rodal; la mayor proporción de la mortalidad ocurre durante este lapso (Daniel *et al*, 1982).

El término regeneración natural se refiere a la renovación de la vegetación mediante semillas no plantadas u otros métodos no vegetativos (Wadsworth 2000).

Por otra parte (Gómez Pompa y Ludlow, 1976; Martínez Ramos, 1995) dicen que se entiende la regeneración como el proceso natural de reemplazo de un conjunto de árboles, que han llegado a la etapa madura, por otros en una unidad de espacio y tiempo definidos.

Lombardi (1975), manifiesta que entre las formas de regenerar la cobertura forestal, la que nos asegura una posibilidad de éxito relativo es la regeneración natural o "método de la naturaleza", como la forma rápida y segura de restablecer los bosques naturales y garantizar su rendimiento permanente y sostenido, siendo los riesgos muy bajos los que se corren con esta forma de restablecimiento del bosque, porque son especies del lugar o sitio ecológico y los problemas de índole fitosanitario son mínimos.

Sin embargo (Vidaurre, 1991) dice que la regeneración natural del bosque continua siendo el método más deseable de manejo es pues la sustentabilidad concebida para mantener la producción madera y para proteger a la vez la ecología del bosque tropical

Peña *et al* (2008) dice que los diferentes Tratamientos Silviculturales tiene diferentes efectos sobre la regeneración de especies comerciales y que la ecología de los gremios ecológicos deben de considerarse en los Planes de Manejo para el desarrollo sustentable de la producción de madera tropical.

1.2.3.1. La regeneración natural bajo manejo forestal.

La actividad solo extractiva ha dejado en duda la sostenibilidad del bosque, la base del sistema de aprovechamiento policíclico depende de la regeneración de las especies maderables de importancia que se aprovechan en la actualidad, no existen los

suficientes estudios que garanticen la reposición de estas especies aprovechadas (Yucra 1996).

Existen muchos factores que intervienen en la sostenibilidad del manejo forestal, pero el más importante es probablemente la regeneración natural que asegure la continuidad de los procesos ecológicos del bosque. Por esta razón, es muy importante que los encargados del manejo de los bosques conozcan a las especies cuando están en la etapa de plántulas y así determinar su estado (Toledo et al. 2005).

El éxito de la regeneración natural es considerado como la clave para el manejo sostenible de los bosques tropicales. Asegurar el reemplazo de individuos aprovechados ha sido una preocupación constante para los ecólogos y especialistas forestales con el fin de mantener la estructura y composición de los bosques (Fredericksen y Mostacedo 2001).

En general, la distribución diamétrica del conjunto de individuos del bosque corresponde a una "j" invertida, lo que significa que existe mayor cantidad de individuos en las categorías menores que en las categorías mayores (Mostacedo et al. 2003). Sin embargo, cuando se hace un análisis de la distribución por especie, la distribución cambia: las especies esciófitas tienden a mostrar una "j" invertida mientras que la distribución de las heliófitas es en forma de campana (curva "normal").

1.2.3.2. Problemas de la regeneración natural en el aprovechamiento forestal

La regeneración natural en claros creados por el aprovechamiento es también escasa, a pesar de los altos niveles de luz que existe en éstos. Esta escasa regeneración es posible que se deba a que un 50 % de la cobertura vegetativa de dichas áreas está constituida por bejucos. Poco después de la creación de un claro de corta, los bejucos colonizan rápidamente estos ambientes caracterizados por la alta luminosidad, usando la rama de los árboles caídos como puntos de apoyo, y eliminan la luz solar que reciben los plantines que crecen en el suelo disturbado. Para que el aprovechamiento selectivo sea sostenible, es necesario que los árboles extraídos sean reemplazados por la regeneración de especies valiosas en los claros creados por esta práctica (Fredericksen et al. 1998).

El tamaño de la apertura y la disponibilidad de la luz afectan no solo el establecimiento de plantas sino también la sobrevivencia y el crecimiento de latizales de bosques. En resumen el establecimiento de la regeneración depende de la duración y cantidad de la luz, y el sistema de distribución y dispersión de las semillas (Espinoza 1991). Para una

buena regeneración natural las semillas necesitan llegar al bosque a microambientes adecuados. Estos difieren en sus condiciones de luz, la compactación del suelo y la presencia de plantines, después del aprovechamiento se crean microambientes de forma natural ejemplo los rodeos, caminos dejado por el skidders (Van Rheenen et al. 2003), existen problemas graves en la regeneración de especies valiosas, las que necesitan claros grandes y el control de la vegetación competidora. Se conoce poco sobre los mecanismos específicos causantes del fracaso de la regeneración natural de muchas especies, teniendo diferentes causas, esto nos indica que para solucionar estos problemas debemos tratarlos especie por especie (Mostacedo y Fredericksen 2000).

Fredericksen et al. (1998), han observado que la regeneración de las especies comerciales posterior al aprovechamiento es escasa debido a que esta depende de los grados de luminosidad y a los grados de alteración que los árboles individualmente no proporcionan, al tener poca regeneración de las especies comerciales, se da la aparición de un grupo de especies menos conocidas.

1.2.3.2.1. Efectos de operaciones de aprovechamiento sobre la regeneración natural.

Toda actividad de aprovechamiento forestal causará inevitablemente algún nivel de daño ya sea a la masa remanente, al suelo o las fuentes de agua. Sin embargo estos daños pueden minimizarse con una buena planificación de las operaciones de aprovechamiento, incluyendo la construcción de caminos y pistas de arrastre, la corta y el arrastre. Posteriormente esta planificación debe ser evaluada para establecer el nivel de cumplimiento de las operaciones y realizar los ajustes necesarios para las próximas cosechas. Tanto los responsables del manejo como los administradores tendrán una mejor base de información para la toma de decisiones en el futuro (Contreras et al. 2001). En el aprovechamiento forestal la mayor alteración y daños se hacen en las pistas de arrastre y en el lugar de impacto de la copa por la corta de los árboles. Se podrían reducir los daños mediante una adecuada capacitación y supervisión en campo de los operadores de skidders y motosierristas. En muchos casos, los operadores no obedecen la planificación de pistas de arrastre realizado por los técnicos.

El aprovechamiento forestal puede ser considerado un tratamiento silvicultural, debido a que reduce el área basal y proporciona claros en dosel, pero para que efectivamente sea considerado un tratamiento, debe estar acompañado por otros tratamientos tales como la planificación cuidadosa de la extracción, el marcado de árboles de futura cosecha y tala dirigida.

1.2.4. Clasificación dimensional de la regeneración natural.

Actualmente están disponibles varias clasificaciones dimensionales de regeneración. En relación a esto (Finol 1972), menciona que la regeneración natural comprende a todos los individuos entre 0,1m de altura y 9,9 cm de DAP. Por otro lado (Manta 1989), considera como regeneración natural a partir de 0,3 m de altura hasta 39,9 cm de DAP, agregando que la regeneración natural la conforman todos aquellos individuos arbóreos menores de 40 cm de DAP, que pueden reemplazar a los árboles maduros después.

Por su parte Fredericksen y Mostacedo (2000) proponen una clasificación detallada del tamaño de regeneración natural adaptada para investigaciones en los bosques tropicales, descritos de la siguiente manera:

- **Plantín o plántula.**- Recién germinado o menor de 30 cm de altura
- **Brinzal.**- 0.30 m a 1.49 de altura
- **Latizal bajo.**- 1.5 m de altura a 4.9 cm de DAP
- **Latizal alto.**- 5 cm a 9.9 cm de DAP
- **Fustal.**- 10 cm a 19.9

Para el proceso de recolección de datos de regeneración natural de *A. leiocarpa* se realizó tomando las consideraciones de las categorías de regeneración descritas por (Fredericksen y Mostacedo 2000).

1.2.5. Caracterización de Calidad en la regeneración natural.

La calidad de las plantas guarda cierta relación con la vigorosidad de las mismas, influido por factores como suelo, luz, agua, calidad de sitio, etc., que relacionan de algún modo la estructura de la planta y la resistencia a factores adversos; de ello se menciona las medidas de calidad de regeneración natural como:

- **Bueno (B):** Abundante follaje, color verde intenso de las hojas, fuste recto y apariencia sana de la planta.
- **Regular (R):** Mediano follaje; color verde de las hojas, con presencia de color verde pálido y apariencia sana de la planta.
- **Malo (M):** Poco follaje; color predominantemente verde amarillo de las hojas, fuste irregular y apariencia débil de la planta.

La calidad de la regeneración depende de la planificación y cuidado con que se realice primera intervención (Manzanero 2001). Durante la recuperación de selvas se observan distintas fases de regeneración; con el tiempo estas comunidades pueden llegar a ser estructural y florísticamente semejantes a los bosques originales (Romero *et al.*, 2000; Rodríguez Arroyo, 2007).

1.2.6. Importancia de la regeneración natural

Los bosques tropicales cubren tan solo el 7% de la superficie del planeta, pero albergan más de la mitad de la riqueza mundial de especies (Wilson 1988). A pesar de la existencia de vastas áreas de bosque, de continuar la tasa actual de deforestación, estos bosques desaparecerán en un tiempo relativamente corto (Laurance *et ál.* 2001).

La extracción selectiva de los árboles maderables valiosos, a causando una reducción drástica de la mayoría de las especies valiosas cuya densidad es naturalmente baja por la alta diversidad de estos bosques dañando la regeneración y crecimiento de los árboles (Fredericksen, 1998). La regeneración adecuada de las especies, es el paso más importante hacia el logro de la sostenibilidad, a largo plazo, de los bosques manejados. (Fredericksen & Mostacedo 2000) varios estudios han demostrado la necesidad de aplicar tratamientos silviculturales en bosques aprovechados para promover el crecimiento y regeneración de especies comerciales.

1.2.6.1. Sistemas y tratamientos silviculturales.

La silvicultura es la práctica de controlar el establecimiento de la regeneración natural, crecimiento de árboles, composición del bosque y como reducir el impacto del aprovechamiento. El sistema silvicultural es una secuencia de tratamientos silviculturales realizada para obtener un resultado deseado, durante una totalidad de un ciclo de corta o de rotación. El tratamiento silvicultural es una acción específica que se realiza para poner en práctica la silvicultura, esto debe basarse en el conocimiento del bosque sus especies y su finalidad para aplicar un tratamiento silvicultural, y una *prescripción silvicultural* es formular un tratamiento silvicultural para un bosque específico (Melgarejo *et al.* 2005). En bosques que están bajo manejo la aplicación de técnicas silviculturales va mucho más allá de implementar aprovechamientos controlados de impacto reducido, aunque la reducción de daños es de vital importancia para incrementar la calidad y cantidad de productos obtenidos (Quiroz 1998).

Generalmente es necesario aplicar tratamientos silviculturales aparte del aprovechamiento a fin de incrementar la disponibilidad de luz o crear micrositios

alterados aptos para la regeneración de las varias especies valiosas intolerantes a la sombra. La determinación de tratamientos silviculturales requiere conocimientos sobre la ecología de las especies vegetales de áreas alteradas, como los claros naturales y de aprovechamiento, así como de otras áreas (caminos, pistas de arrastre, rodeos, etc.) creadas por las actividades de extracción forestal (Fredericksen et al. 2001). Esto es coincidente con Quevedo (2006), quien indica que el aprovechamiento planificado acompañado con tratamientos silviculturales puede promover el reclutamiento de la regeneración natural para la mayoría de las especies, pero esto no necesariamente significa que esa regeneración se convertirá en árboles para aprovechar. Por lo tanto lo más probable es que se requieran de tratamientos post aprovechamiento para asegurar que un cierto número de plántulas y latizales se conviertan en fustales o en árboles grandes. Caso contrario, el aprovechamiento sostenible podría estar en riesgo. Los tratamientos silviculturales de aplicación: corta de lianas, marcado de arboles de futuras cosechas, liberación, apertura de dosel, tratamientos de suelos, enriquecimiento con plántulas y siembra directa.

1.2.7. Los factores implicados en la regeneración natural.

A. Fructificación.

La disponibilidad de fruto y semilla viable es un elemento clave para la regeneración natural, constituyendo el primer cuello de botella que puede limitar la consecución de la misma. El análisis del patrón espacial y, en especial, del patrón temporal de fructificación de las especies vegetales se considera un elemento clave en el estudio de la ecología reproductiva y evolutiva de las mismas (Herrera et al., 1998). El estudio de la fructificación de las especies forestales requiere disponer de datos a nivel de individuo o por superficie, en un amplio rango de características ambientales y/o de gestión, durante una serie de años, lo que constituye una seria limitación. La producción de fruto y/o semilla puede estimarse de distintas maneras:

- a. Recolección directa de frutos en las plantas (Calama et al., 2008).
- b. Recolección de frutos o semillas en trampas establecidas a tal fin en el área de estudio (Sork et al., 1993).
- c. Estimación visual de cosechas (Eis, 1976; Koenig et al., 1994)

La variabilidad espacial en la producción de fruto se ha asociado tradicionalmente a atributos propios de la estación (características edáficas, climáticas y orográficas), de la masa forestal (espesura, madurez) y del árbol (edad, dimensiones, competencia, genotipo) (Sirois 2000; García et al., 2000; Calama et al., 2008).

- **Importancia de la fenología como factor biótico en la regeneración natural.**

El conocimiento fenológico es de suma importancia para conocer la dinámica de los ecosistemas forestales; este tipo de información explica muchas reacciones de las plantas con su medio ambiente climático y edáfico. Por lo tanto recomienda tomar en cuenta las fechas de producción y maduración de frutos de la especie y diseminación de las semillas, para efectos de manejo forestal con base en el estímulo de la regeneración natural, así como en la planeación de programas para recolección de semillas. Las semillas y las plántulas son los componentes de la regeneración natural, que dependiendo de las influencias bióticas y abióticas, determinan la composición futura de un bosque. En este sentido, estas dos etapas deben ser consideradas como las más importantes de la regeneración natural, si se quiere tener éxito en un manejo forestal (Paiz, 1994).

El estudio de las semillas y plántulas es importante para determinar la capacidad de regeneración que tienen las especies de plantas. Por un lado, la interacción entre las características ecológicas de las semillas y las condiciones existentes en un bosque, determinan la abundancia de plántulas existentes en determinado lugar. Por otro lado, la cantidad de plántulas determina la abundancia futura de árboles maduros. Tanto, la fase de las semillas como la fase de las plántulas, son etapas críticas que se deben considerar cuando se pretende utilizar una determinada especie (Paiz, 1994).

B. Dispersión primaria.

La heterogeneidad espacial en la lluvia de semillas es considerada como un determinante fundamental en la dinámica de la regeneración natural (Nathan et al., 2000), condicionando el patrón espacial de aparición del regenerado. En semillas dispersadas por el viento, la abundancia de la lluvia de semillas disminuye normalmente de forma monótonica con la distancia al árbol padre, no siendo éste el patrón de reclutamiento para semillas dispersadas por animales o el agua. El estudio de la dispersión primaria de semilla se ha abordado principalmente utilizando trampas de recogida semilla ubicadas en distintos estratos y a diferentes distancias de los potenciales árboles padre (Cottrell, 2004), lo que obliga a que tanto la distancia de dispersión como la verdadera fuente de semilla sean inferidos de algún modo (Nathan et al., 2000).

Los trabajos de dispersión primaria se centran en dos aspectos principales: (1) predecir la abundancia de semillas en un punto dado y el efecto del patrón espacial, madurez y

composición específica del arbolado adulto (Houle, 1995) y (2) predecir la dispersión a larga distancia (Nathan, 1999; Bullock y Clarke, 2000).

C. Predación pre y post-dispersión. Dispersión secundaria

La fauna juega un papel fundamental en la dinámica de las especies vegetales, estableciendo tanto relaciones de antagonismo (predación directa de la semilla antes o después de la dispersión de la misma) que pueden constituir un factor limitante a la regeneración, como de mutualismo (dispersión secundaria de semillas por frugívoros y granívoros hasta micrositios alejados o inaccesibles desde la fuente original) (Janzen, 1971). Mientras que la predación pre-dispersión tiene efectos sobre la cantidad total de semilla disponible, la predación post-dispersión y la dispersión secundaria tienen consecuencias demográficas severas, sobre todo para semillas que no se entierran (Van der Wall et al., 2005).

La finalidad principal de los estudios de predación es identificar los atributos del individuo, de la masa o de la estación que determinen la probabilidad de consumo de semilla en un punto del espacio e instante determinados.

Una segunda finalidad es la de cuantificar la tasa máxima de predación, lo que permite determinar si la predación puede o no ser un factor limitante a la regeneración, como se ha identificado en distintas especies del género *Quercus* (Santos y Tellería, 1997; Zhang et al., 2008).

D. Germinación y emergencia.

Tras los procesos de dispersión la semilla alcanza un punto donde, si el micro hábitat es adecuado, se producirá la germinación y emergencia de la plántula. Los estudios sobre germinación tienen distintas finalidades principales: (1) evaluar la capacidad germinativa de las especies y comparar cómo distintos factores extrínsecos (procedencia, tamaño, abundancia de cosecha, técnicas para favorecer la germinación.) pueden afectar a la variabilidad intra-específica; (2) identificar los niveles de humedad, luz y temperatura óptimos para la germinación; y (3) definir los nichos espacio temporales más favorables a la germinación. En los dos primeros casos, los experimentos germinativos suelen realizarse en condiciones controladas en cámara o invernadero, de acuerdo a las normas ISTA, y correspondiéndose el ensayo con un diseño experimental clásico. El tercer tipo de experiencias suelen desarrollarse en campo, y permiten identificar en condiciones naturales los atributos de micro hábitat (cobertura, exposición) y los factores climáticos que definen el patrón espaciotemporal de emergencia.

Por último, e independientemente de la tasa de germinación, la presencia de una capa densa de herbáceas inhibe la emergencia, posiblemente a través de diversos mecanismos como el constituir una barrera física que impide la penetración de la radícula en el suelo, y la competencia directa por nutrientes y agua.

E. Supervivencia y crecimiento

Una vez producida la germinación e instalación de la plántula, deben darse una serie de condiciones adecuadas a la supervivencia y posterior crecimiento de la misma. El estudio de estas fases se realiza a partir del seguimiento en el tiempo de plántulas emergidas, seleccionadas de forma sistemática (parcelas, transectos.) o dirigida, de forma tal que se pueda relacionar la supervivencia y desarrollo de las plántulas con distintas condiciones micro ambientales (luz, cobertura, posición respecto al arbolado adulto) y climáticas. Una gran parte de los trabajos se orientan a identificar si existe una relación espacial y temporal entre la cantidad de semilla dispersada y la cantidad de plántulas finalmente establecidas (Schupp, 1995) o si son eventos independientes (desacoplamiento), lo que permite definir distintas estrategias específicas (Shibata y Nakashizuka, 1995).

• Consecuencia de la herbívora en la regeneración natural

La herbívora es la interacción planta - animal más frecuente en la naturaleza (Weis & Berenbaum 1989) y juega un papel importante en la estructuración de la vegetación de un bosque (Harper 1969, Janzen 1970, Roldan 1997). Uno de los factores más relevantes para el desarrollo y estructura del bosque es la luz (Hogan & Machado 2002), que también afecta en la incidencia del ataque a plantas por herbívoros (Sagers 1992). Como señala (Sagers 1992), algunas especies de plantas que crecen en claros de bosque presentan un mayor grado de herbívora que especies que crecen bajo el dosel.

Un factor limitante en la regeneración a partir de plántulas es la disponibilidad de luz proveniente de los niveles superiores debido a que los bosques húmedos tropicales tienen un dosel cerrado en las etapas de raleo y bosque maduro (Brokaw 1985). Estas son generalmente conocidas como pioneras porque son las que colonizan los espacios abiertos en el sotobosque, creados cuando un árbol cae en un dosel cerrado. Estos espacios abiertos presentan condiciones plenas de luz y son conocidos como claros de luz. Para hacer uso de estas condiciones, las especies pioneras destinan la mayor parte de su energía para crecer, en su intento por establecerse en los doseles superiores del bosque, y por esto disponen de poca energía para defensas contra los insectos herbívoros. Por otro lado, las especies de bosque maduro presentan tasas de

crecimiento menor, son capaces de sobrevivir en condiciones de sotobosque de bosques cerrados y, por lo general, presentan buenas defensas químicas contra los herbívoros. (Brokaw, 1985)

1.2.8. El ciclo de regeneración natural del bosque

Los bosques libres de perturbaciones fuertes (derrumbes, incendios o migración de ríos) de ningún modo están exentos de alteraciones. Más bien, son un flujo continuo de cambio, resultado de la incidencia permanente de aperturas temporales en el dosel (claros). Estas aperturas son provocadas por la caída de ramas, arboles individuales o grupos de ellos. Los principales factores generadores de estas caídas son la muerte de arboles maduros, el impacto de relámpagos o el efecto de fuertes vientos (Whitmore 1990, Finegan 1997).

De manera independiente de la composición, de los grupos ecológicos y su estructura, los bosques maduros se caracterizan por poseer un ciclo de regeneración natural dividido en tres fases: claro, reconstrucción y madura. Estas fases son arbitrarias si se consideran dentro del flujo continuo que va desde los claros de bosque, pasando por etapas de regeneración hasta estadios maduros. (Whitmore 1990, Finegan 1997).

Brokaw (1985) menciona que este flujo de fases varía constantemente entre caídas de árboles y regeneración de la vegetación, lo que provoca constantes cambios en la estructura del bosque, en su composición a nivel local, así como en la estructura poblacional de las especies individuales. Destaca que este ciclo es de gran importancia para muchas especies, ya que determina su abundancia, estructura poblacional, disponibilidad de recursos y en muchos casos representa una oportunidad de alcanzar la madurez. Cabe mencionar que las fases del ciclo de regeneración presentan diferencias en composición y estructura que las caracterizan a través del tiempo y el espacio. (Whitmore 1990 y Begon et al, 1999) sugieren que las especies de un bosque se pueden dividir en pioneras u oportunistas y especies clímax o de etapas tardías. Igualmente mencionan que cuando se produce un claro, este rápidamente es colonizado por especies pioneras. Conforme pasa el tiempo más especies van invadiendo el sitio, principalmente aquellas con medios de dispersión más pobres (etapa de reconstrucción). Eventualmente se alcanza la etapa de madurez dominada por especies de estadios intermedios y tardíos.

En este sentido, la dinámica y variaciones a escala temporal en los bosques tropicales se deben a los cambios causados por el crecimiento y la muerte de los arboles. El bosque es un mosaico de claros, parches de arboles jóvenes en crecimiento y áreas de

bosque maduro (escala de variación espacial). En este escenario, la diversidad, la composición y la estructura de especies que crecen en un claro, determinan las características de un bosque por un largo periodo de tiempo, usualmente décadas o siglos. Las perturbaciones, son el punto de partida para la reconstrucción y mantenimiento de la diversidad vegetal. Por tanto, los claros son de alguna manera la parte más importante del ciclo de crecimiento del bosque (Brokaw 1985, Whitmore 1991 y 1998, Asquith 2002).

Los factores de mayor intervención en el establecimiento de la regeneración en los bosques tropicales se describen a continuación:

A. El ambiente lumínico

La parte superior del dosel en las regiones de bosque húmedo tropical, recibe menos radiación solar que el dosel de otros bosques tropicales; debido a que las moléculas de agua en el húmedo aire de los bosques lluviosos, absorben esta energía. La mayor disminución ocurre conforme la luz pasa a través de la vegetación, es así como la cantidad de energía o radiación solar disponible en el piso del bosque puede ser extremadamente baja. La curva de disminución de la luz, puede variar ampliamente y es determinada por la densidad de área y las características de absorción de luz de las hojas del bosque (Bazzaz 1991, Hogan y Machado 2002).

De este modo, las evidencias sugieren que la radiación solar en condiciones de sotobosque es un recurso escaso para el crecimiento de la regeneración. La variación de luz al interior de los bosques se debe a la distribución de la vegetación y su estructura (altura del dosel, área basal y densidad de fustes). Esto afecta las condiciones lumínicas y determina la cantidad y calidad de la luz que penetra en el sotobosque. La incidencia de destellos lumínicos y rayos de luz que penetran la vegetación, pueden hacer experimentar a una sola hoja cambios drásticos en el grado de iluminación en periodos cortos de tiempo. Estos cambios alteran las capacidades de absorción de carbono y nutrientes, así como el crecimiento de la regeneración (Chazdon y Fetcher 1984, Hogan y Machado 2002).

La luz constituye un recurso y una condición determinante para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de las especies. Esta varía en espacio y tiempo, provocando cambios morfológicos, fisiológicos y conductuales en los organismos para adaptarse y aprovechar la mayor cantidad de intensidad lumínica posible. Este es uno de los factores críticos para la regeneración en bosques tropicales. La incidencia de luz en los microsítios del sotobosque es un aspecto preponderante para el establecimiento de las plántulas. Se sugiere que los bosques en paisajes fragmentados presentan una

mayor incidencia de radiación solar, especialmente en los estratos más bajos, debido al efecto de la matriz. Esta radiación solar generalmente se distribuye de manera lateral, lo cual favorece el establecimiento tanto de especies heliófilas como esciofitas de dosel (Clark y Clark 1987b, Murcia 1995, Nicotra et al. 1999, Hogan y Machado 2002).

B. Las condiciones de humedad y la precipitación

La periodicidad pluvial, es decir la existencia de épocas secas, al igual que su intensidad, duración e irregularidad, son importantes para la vegetación natural y todo tipo de uso de la tierra. El clima interior del bosque, los valores de precipitación y humedad atmosférica, pueden variar considerablemente respecto a las condiciones en las zonas sin vegetación. El volumen de agua interceptada por la vegetación, nunca llega al suelo para formar parte de la escorrentía, tampoco es absorbido o transpirado por las plantas. La cantidad de agua que llega al suelo, pasando entre las ramas y las hojas, representa un 82,2 % de las lluvias. De este porcentaje, aproximadamente el 2.1 % de la lluvia escurre por los troncos de la vegetación arbórea de los bosques neo tropicales. Este fenómeno flujo caulinar podría contribuir a la heterogeneidad espacial de los recursos en el bosque, debido a que la base de los arboles se vuelve considerablemente más húmeda que el resto del suelo del bosque (Lamprecht 1990, Bazzaz 1991, Cavelier y Vargas 2002).

C. Las condiciones de temperatura.

El interior del bosque se caracteriza por temperaturas promedio un poco más bajas, oscilaciones diarias y anuales menores, al igual que valores extremos menores que regiones sin vegetación. Se sugiere que los bosques húmedos multiestratos siempre verdes presentan una mayor capacidad de moderar y equilibrar las temperaturas. Por otra parte, las temperaturas anuales y diarias a nivel del suelo del bosque y debajo de este son aun más equilibradas. En el interior del bosque la temperatura en el suelo es constante a partir de unos 25 cm de profundidad y corresponde al promedio anual de la temperatura del aire en el sotobosque. Sin embargo, en áreas de claros la diferencia entre la temperatura del suelo y la del aire se incrementa significativamente. Adicionalmente estas diferencias son más pronunciadas cerca de la superficie del suelo, donde usualmente ocurre la germinación y el crecimiento de las plántulas (Lamprecht 1990, Bazzaz 1991, Wadsworth 2000). Por otro lado en el sotobosque las variaciones diarias de temperatura tienden a ser mínimas, de igual manera la temperatura del aire y de las hojas se mantienen muy similares (Bazzaz 1991).

Finalmente, se puede destacar que la temperatura, especialmente la mínima, afecta el crecimiento de las plantas en los trópicos. Las tasas de crecimiento de las plantas son

afectadas por las temperaturas diurnas y nocturnas y por la duración del día. Adicionalmente, se sugiere que la fotosíntesis es más eficaz y el crecimiento de las plantas más rápido a una temperatura aproximada de 30 °C (Wadsworth 2000).

D. El suelo y sus nutrientes.

El prolongado periodo sin perturbaciones geomorfológicas (suelos de edad avanzada), las temperaturas constantemente altas y los grandes volúmenes de precipitación anual, han provocado que los suelos de las zonas húmedas tropicales de tierras bajas, sufran una meteorización intensiva y una lixiviación profunda. Los suelos en los bosques tropicales húmedos son ampliamente variados, existen tanto grandes áreas con suelos pobres en nutrientes como suelos muy fértiles. Independientemente del contenido de la roca madre, estos suelos poseen una escasa fertilidad y se caracterizan por la presencia de Oxido de Hierro y de Aluminio, poseen una baja capacidad de retención de nutrientes y son extremadamente susceptibles a las alteraciones. A pesar de la alta producción anual de materia orgánica, de 10 a 20 t ha⁻¹ por año, los suelos tropicales no son ricos en humus (1% a 2%), además, este componente solo se encuentra mezclado en una capa superior de 20 a 30 cm de espesor. Bajo las condiciones climáticas de los trópicos, la totalidad de materia orgánica es mineralizada en apenas pocos meses. Sin embargo, bajo la cobertura del bosque, el contenido de humus y la capacidad de intercambio de nutrientes son suficientes para mantener la fertilidad del suelo (Lamprecht 1990, Clark 2002, Montagnini y Jordan 2002).

La materia orgánica del suelo se encarga de proveer nutrientes a las plantas, pero esta materia no es otra cosa que el resultado de la incorporación de los residuos vegetales al suelo. La materia orgánica en estos suelos no es uniforme, sus componentes se transforman o mineralizan a diferentes velocidades. Sin embargo, se menciona que la hojarasca y la materia orgánica mantienen una relación aproximadamente constante de carbono (Lamprecht 1990, Wadsworth 2000, Montagnini y Jordán 2002). En general, se dice que los suelos muy pobres afectan la estructura y la composición de los bosques, en contraste con suelos que presentan condiciones más favorables (disponibilidad de carbono, nitrógeno y fosforo), que se caracterizan por su abundante regeneración natural, amplios crecimientos en altura y diámetro.

1.2.9. Descripción Morfológica de la especie de estudio *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbride.

Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F.Macbride, es una especie en los bosques amazónicos húmedos a subhúmedos. Esta especie presenta una alta distribución en Brasil, Bolivia, Perú, Paraguay y Argentina. Su potencial en términos ecológicos radica en que es una especie cuyo crecimiento se puede catalogar como de medio a alto y, tomando algunos cuidados en su fase inicial, se puede lograr al menos mantener su población.

La especie *Apuleia leiocarpa* fue bautizada de esa manera, primero en homenaje a Apuleius Mandaurensis, un filósofo de la antigua griega. Por otro lado leio – carpa significa fruto liso, siendo esta una de las características de esta especie.

1.2.9.1. Clasificación taxonómica de *Ana caspi*.

a. Taxonomía del Árbol (Arthur Cronquist, 1988).

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Dilleneidae
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Género	: <i>Apuleia</i>
Especie	: <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbride
Nombre Común:	Ana Caspi

1.2.9.2. Morfología

a. Porte.

El Ana caspi es un árbol caducifolio, del estrato superior emergente cuya altura máxima varía mucho, dependiendo de la región donde se desarrolla. En el noreste del Brasil por ejemplo alcanza 15 m de altura, en Bolivia hay reportes de árboles de 45 m. Un autor sostuvo que el DAP árbol varía de 1 m hasta 1.20 m (Magnanini y Magnanini 2002). Finalmente concluyendo en cualquier región en la que se encuentre, ésta especie pertenece normalmente al estrato superior del bosque.

b. Tronco y copa.

El árbol de *Ana caspi* tiene tronco irregular a cilíndrico, recto en el bosque denso y un poco retorcido en lugares más o menos abiertos. Su base es ondulada con aletones basales (Mostacedo *et al.* 2003). El fuste llega a medir hasta 18 m de largo. La copa es larga, muy ramificada, con un dosel de aproximadamente 50 % de cobertura, la copa puede llegar a tener hasta 10 metros de diámetro.

c. Corteza

La corteza es fina, en individuos adultos es áspera. Tiene un olor característico a frijol, posee escamas delgadas que se desprenden periódicamente en placas en forma de conchas, dejando cicatrices características que parecen pequeños cráteres en los árboles adultos, presenta lenticelas distribuidas irregularmente (Klein 1982). La corteza ha sido descrita como de Color naranja grisáceo por (Mostacedo *et al.* 2003), de color pardo amarillento y blanco ceniza por (Klein 1982). En los árboles jóvenes la corteza es casi lisa y no tiene las cicatrices características del árbol maduro (Mostacedo *et al.* 2003).

d. Hojas

Las hojas de *Ana caspi* son alternas, compuestas e imparipinadas. Contienen entre cinco a once hojuelas alternas, pequeñas y pecioladas, su forma varía entre oval, elíptica u ovo-oblonga. Las hojas son coriáceas y reticuladas, su ápice es agudo acuminado. Suelen ser levemente pubescentes en la parte inferior o completamente glabras. Las hojas contienen entre siete y diez nervaduras secundarias (Mostacedo *et al.*, 2003).

e. Flores.

Mostacedo *et al.* (2003). dice el árbol *Ana caspi* tiene tanto flores masculinas como hermafroditas, son de color blanco, a veces amarillo o beige; generalmente poco vistosas muy pequeñas y conteniendo tres pétalos. La inflorescencia de esta especie es terminal de tipo cimosa, con 25 a 35 flores cada.

f. Frutos.

El fruto del *Ana caspi* es una legumbre indehiscente, con forma elíptica, achatada y ligeramente oblicua. Las dimensiones de los frutos de *A. leiocarpa* están entre 1.5 a 6 cm. de largo, 1 a 3 cm de ancho. El fruto es de color castaño claro, suave y poco piloso cuando está tierno, en cambio cuando está maduro se torna oscuro, liso y levemente endurecido. La mayoría (92,6 %) de los frutos Contienen sólo una semilla, y el restante contiene dos semillas (Heringer y Ferreira 1973).

g. Semillas

Las semillas de *A. leiocarpa* tienen forma suborbicular, y son achatadas, son bastante lisas y duras. El color de las semillas varía entre castaño verdoso y castaño oscuro, frecuentemente con puntos o manchas oscuras en ambas caras. La dispersión de las semillas es anemócora (Oliveira - Filho *et al.* 2004) y ocurre una vez que el fruto se abre.

1.2.9.3. Características ecológicas.

a. Distribución geográfica.

El árbol de Ana caspi se encuentra en Bolivia en los bosques amazónicos de los departamentos de la región oriental de Bolivia, Pando, Beni, La Paz y Santa Cruz. A nivel Sudamérica se encuentra distribuida en los bosques húmedos de Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador, Brasil, Paraguay, y Argentina.

b. Asociaciones con especies arbóreas.

- En Brasil: *A. leiocarpa* está asociada a *Cedrella fissifis*, *Cupanía vernalis*, *Araucaria angustifolia*, *Paraptadenia rigida*, *Tectona alba*. (Peralta *et al.* 2002).
- En Paraguay: *A. leiocarpa* está asociada a: *Astronium fraxinifolium*, *Tabebuia heptaphylla*, *Cordia trichotoma*, *Patagonula americana*, *Anadenanthera colubrina*, *Enterolobium contortisiliquum* (Schvartzman y Santander 1996).
- En Bolivia: *A. leiocarpa* está asociada a las especies emergentes más abundantes: *Brosimum alicastrum*, *Chorisia insignis*, *Pterygota amazonica*, *Tachigali vasquezii*, *Bertholletia excelsa*, *Dioteryx micrantha*, *Clarisia racemosa*, *Tetragastris altissimay Alseis cf. Peruviana* (Peralta *et al.* 2002).
- En Paragua: *A. leiocarpa* está asociada *Astrocaryum aculeatum*, *Casearia gossypiosperma*, *Crepidosperrum goudotianum*, *Erisma uncinatum*, *Physocalymma scaberrimurri*, *Pseudolmedia laevis* y *Sweetia fruticosa*. (Peralta *et al.* 2002).

c. Asociaciones ambientales y bióticas.

Basándonos en la clasificación de Koeppen, en los que el árbol Ana caspi se localiza son en: tropical, subtropical húmedo, temperado húmedo y subtropical de altura, esta especie es medianamente tolerante a bajas temperaturas (Ibisch y Mérida 2003; Navarro y Ferreira 2007). Generalmente asocia en suelos bien drenados medianamente profundos. El Ana caspi puede vivir en una gama amplia de estados sucesionales del bosque, como ha sido clasificada por varios autores (Silva *et al.* 2003).

Finalmente, concordando con la clasificación de Ortega (1995) y Sousa-Silva et al. (2000), diremos que se trata de una heliófila parcial, que tolera sombra entre 50 y 70 %, mostrando un menor desempeño en condiciones de dosel cerrado.

1.2.9.4. Historia de vida.

a. Floración y fructificación.

Mostacedo *et al.* (2003) menciona que *Apuleia leiocarpa*, tiene sistema sexual monoico mixto (flores hermafroditas y masculinas), usualmente esta especie florece cuando el árbol se encuentra deciduo (sin hojas) y forma nuevas hojas después de la floración. La fructificación, en cambio, ocurre en un periodo corto. Pese a ello, a partir del mes de diciembre hasta febrero se pueden cosechar frutos para almacenar.

b. Polinización.

En el caso de la *A. leiocarpa* los vectores de polinización son las abejas y su sistema reproductivo es alógamo, es decir el polen fertilizante procede de los estambres de otra flor, ya sea del mismo árbol o de otro.

c. Dispersión de semillas de *Ana caspi*.

En el caso del *Ana caspi* su distribución es anemocórica, sin embargo se desconoce cuán lejos llegan sus semillas desde el árbol parental, esto dependerá predominantemente de la velocidad y dirección de los vientos. Los frutos son dispersados por los vientos de enero y febrero. Comparadas con otras especies forestales de alto valor comercial o potencia] la dispersión de semillas del *Ana caspi* es buena; asimismo, tiene alta producción de semillas, (Mostacedo y Pinard 2001).

d. Germinación de semillas de *Ana caspi*.

Muchos factores afectan la sobrevivencia de semillas y plantines, tales como: porcentaje de germinación, tiempo de germinación, depredación de semillas, cantidad de luz requerida, condiciones micro climáticas y características del suelo. El tiempo de germinación natural del *Ana caspi* puede ser bastante largo sobre todo porque la vaina que contiene la semilla es bastante dura. La semilla del *Ana caspi*, requiere romper su dormancia para germinar. De manera natural dicha dormancia se quiebra por el desgaste del tegumento que recubre la semilla, esto puede darse ya sea por el mordisqueo de algunos mamíferos o bien por insectos que se comen el tegumento dejando algunas semillas intactas. Una vez escarificada, la semilla demora entre 20 y 35 días en germinar, su porcentaje de germinación es medio, y la depredación de semillas

alta (Mostacedo y Pinard 2001). Sin embargo, estas condiciones adversas pueden mejorarse con tratamientos pre - germinativos.

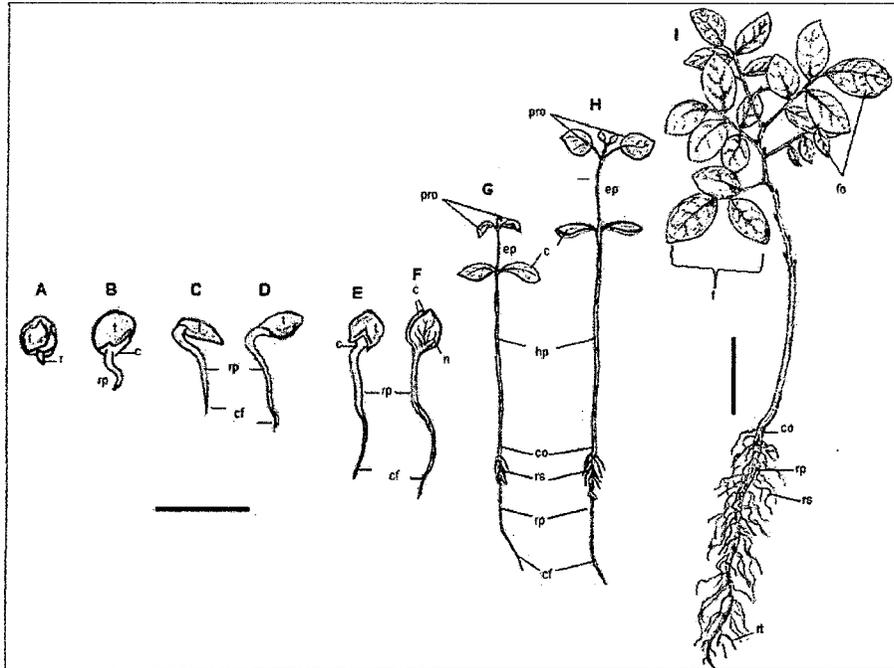


Figura 1. Estados sucesivos de germinación de semillas *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr; **A:** Emisión de la radícula; **B, C y D** 3^{er}, 4^{to} y 5^{to} después de siembra respectivamente; **E:** Pérdida del tegumento; **F:** la apertura de los cotiledones entre el 5^{to} y el 7^{mo} día de la siembra; **G y H:** plántula; **I:** cambio de cotiledones, epicotilo a hojas, Felippi, M. et al (2010).

e. Reacción a la competencia y perturbación de *Ana caspi*.

Por otra parte C, Pinto (sin año), menciona que el *Ana caspi* tiene buena regeneración en áreas quemadas, después de 3 años de haberse quemado un área del bosque amazónico una de las especies arbóreas con mayor cantidad de regeneración fue el *Ana caspi*. Además menciona que también es buena competidora y esto explica que esté presente en todos los estadios de recuperación del bosque y que sea característico de bosques en etapas de recuperación avanzada. Esta especie se comporta como una esciófita en la primera etapa de su vida y luego como una heliófita, alcanzando el dosel (Leles et al. 2000).

f. Plagas y patógenos sobre *Ana caspi*.

Link y Costa (1982) dan reportes que el árbol de *Ana caspi* son atacados por insectos deshojadores que provocan daños variables sobre todo en la copa, los lepidópteros más comunes: *Eloria moenia*, *Eloria senctra*, esta última conocida lagarta deshojadora, y los coleópteros *Epicauta assimili* y *Epicauta atomaria* (burrito) como predadores de hojas. En un estudio de evaluación sobre la salud de semillas de *Ana caspi* realizado por (Martins et al, 2000) dice que las semillas y los frutos son atacados y destruidos por pequeños insectos de la familia Bruchidae, *Bruchus sp.*, y ocasionalmente sirven de alimento a monos. Finalmente, se reportan semillas atacadas por hongos: 6% por *Aspergillus sp* y 2% por *Botryodiplodia sp*,

1.2.9.5. Implicaciones para el manejo

a. Recolección y almacenamiento de semillas.

Junqueira et al (2006) menciona que los frutos de *Ana caspi* deben ser colectados cuando están maduros y han caído recientemente, entre los meses enero a marzo. Una vez colectados se aconseja sacar las semillas de las vainas y secarlas. Se pueden coleccionar en promedio 500 frutos por hectárea y se requieren unas 11000 semillas para completar 1 kg. Por otra parte (Salomáo 2002) alude que las semillas son ortodoxas, lo que se quiere decir que pueden ser almacenadas en ambiente frío y luego ser plantadas sin perder su capacidad de germinación.

b. Manejo de la especie en vivero

Caldeira et al. (2005) resalta que son tres condiciones importantes que se deben de considerar cuando se quiere manejar la especie en el vivero: (a) las semillas (b) las condiciones nutritivas y de humedad de suelo (c) la cantidad de luz. Por otro lado para romper la latencia exógena es aplicando un método eficaz que consiste en lijarlas manualmente y otro método dejarlas sumergirlas por aproximadamente 12 horas.

1.2.9.6. Usos y aplicaciones

Características básicas de la madera de *Ana caspi*.

La madera del *Ana caspi* es considerada de densidad alta (Gutiérrez y Sandoval 2002). Su densidad básica es de 0,75 g/cm³ y la densidad al 12% es de 0.88 g/cm³, con valores intermedios según la fuente de información (Fearnside 1997; Gutiérrez y Sandoval 2002; Paula 1982). Su madera es de color amarillo, con diferencias entre la albura y el duramen, siendo este último de color más intenso, en las caras tangenciales tiene textura media Mainieri y Chimelo (1989) menciona que la madera seca tiene

resistencia moderada a la pudrición y baja resistencia a las termitas. En usos a la intemperie presenta buena durabilidad. La vida media de la madera de *Ana caspi* en contacto con el suelo es inferior a los nueve años (Lelles et al. 1978) y (Mucci et al. 1992; Rocha et al. 2000).

a. Como usos en madera.

Barany *et al.* (2003) menciona que la madera de *Ana caspi* está probada para construcción de estructuras externas dada su durabilidad, es así que se la usa para durmientes, postes, estacas y horcones. En construcción civil es muy usada para vigas, cumbreras, escuadras y transversales para techos, y marcos de puertas y ventanas. También es usada en machimbre, parquet, pisos, escaleras, piezas de resistencia, asas de herramientas e implementos agrícolas y en carpintería de interiores. Es considerada la mejor madera para construcción de carrocerías de camión por ser muy resistente a los cambios constantes entre lluvias y sol

b. como usos en industria.

Quirino *et al.* (2005) señalan del *Ana caspi* que posee alto contenido de lignina, lo que la convierte en una especie potencial en el campo de la dendroenergía. De igual manera, podría ser útil para la elaboración de carbón, por dos razones combinadas: la primera es que la densidad de su madera es alta y la segunda es que su poder calorífico es medio (4730 Kcal/Kg). Del *Ana caspi* también se puede producir pulpa para papel de embalaje (Melo et al. 1986). La corteza llega a tener hasta un 24% de taninos y estos son empleados en la curtiembre de pieles claras (Matos y Guaraná, 1983).

c. Como uso farmacéutico.

Kalra (1975) obtuvo un flavonoide al que se denominó apuleidín en la década de los 70 con el trataron la diabetes. Por otro lado estudios de la década del 50 demostraron que la corteza de esta especie presenta propiedades anti-sifilis (Carvalho 1994). También *A. leiocarpa* tiene actividad analgésica y anti-inflamatoria principalmente para dolores musculares (Marquesini 1995; Muñoz et al. 2000; Ruppelt et al 1991).

Ribeiro y Leitáo (1996) reportaron que la amirina del *Ana caspi* sirve como antiofídico dato posteriormente verificado por (Soares et al. 2004).

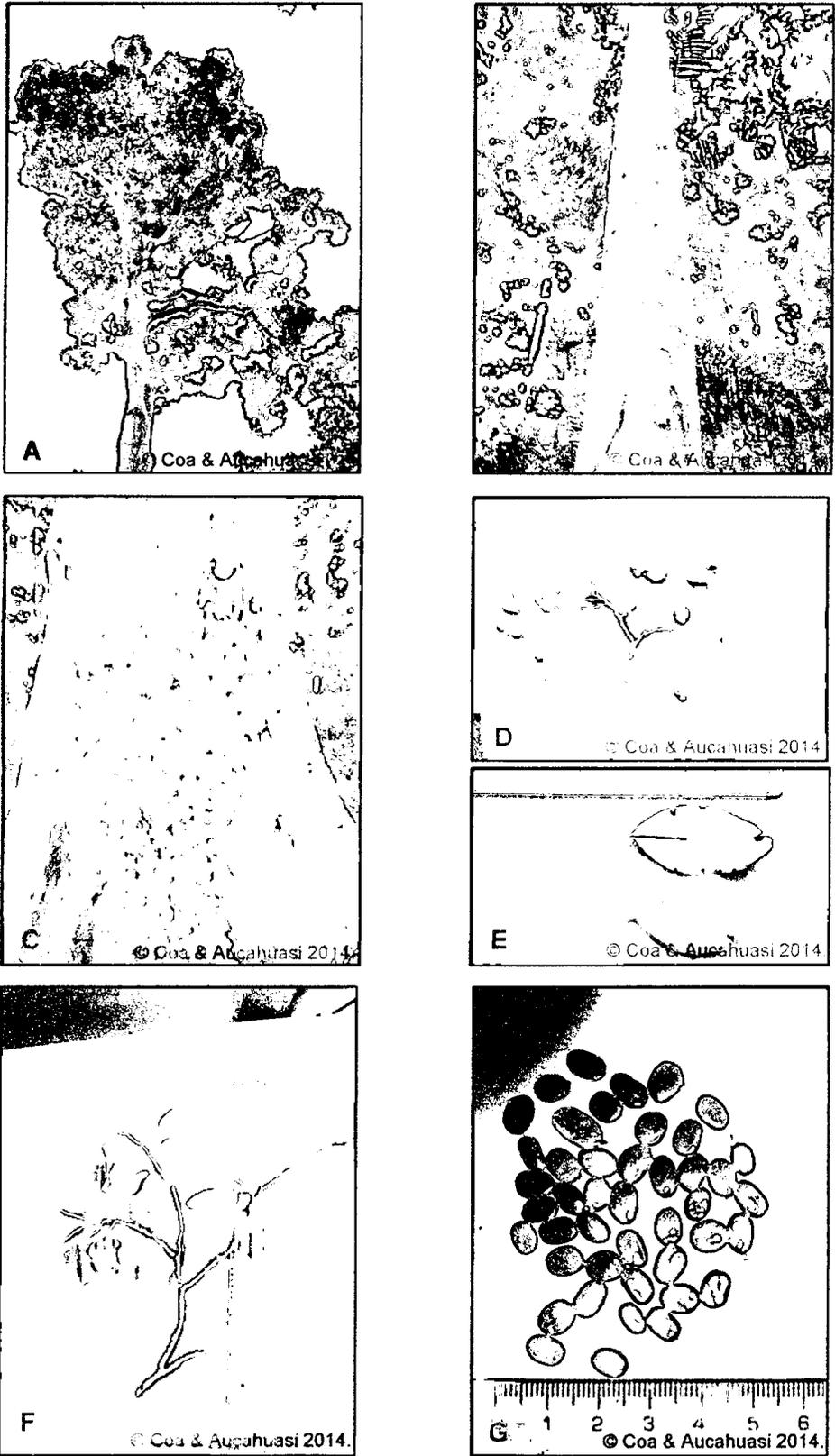


Figura 2. Fotografías de *A. leiocarpa*: A: Árbol; B: Fuste; C: Base del Fuste; D y E: hojas; F: fruto; G: semillas.

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION.

1.3.1. Hipótesis Alterna.

H01: La regeneración natural *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbride (*Ana caspi*) es diferente en relación DAP, Altura, diámetro de copa y distancia, considerando el árbol madre en un bosque con manejo y bosque continuo protegido.

H02: La regeneración natural *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbride (*Ana caspi*) es diferente en relación al área en un bosque con manejo y bosque continuo protegido.

1.3.2. Hipótesis Nula.

H01: La regeneración natural *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbride (*Ana caspi*) es comparable en relación DAP, Altura, diámetro de copa y distancia, considerando el árbol madre en un bosque con manejo y bosque continuo protegido.

H02: La regeneración natural *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbride (*Ana caspi*) es comparable en relación al área en un bosque con manejo y bosque continuo protegido.

1.4. IDENTIFICACION DE VARIABLES.

1.4.1. Variable dependiente, para la regeneración natural por individuo y área.

Nº	Variable	Criterios	Medida en campo	Proceso de medición
1	Clase por tamaño de regeneración natural.	Plántula	< 30 cm altura	Medición directa en campo
2		Brinzal	>0.3 – < 1.49 m de altura	
3		Latizal bajo	>1.5 m altura < 4.9 cm DAP	
4		Latizal alto	>5 - < 9.9 cm DAP	
		Fustal	de 10cm a 29.9cm de Dap	

1.4.2. Variable independiente:

A. Regeneración natural por individuo.

Nº	Variable	Criterios	Medida de las Parcelas (m)	Proceso de medición
1	Evaluación de la regeneración natural	Distancia al árbol madre	Parcelas triangulares Largo: 100 metros. Base: 20 metros. Área total: 1000 m ²	Medición directa en campo
2	Datos dasometricos	DAP	Árboles madre ≥ 30cm Dap	
		Diámetro de copa		
		Altura total		
		Altura de fuste		

B. Regeneración natural por área.

Nº	Variable	Criterios	Medida de las Parcelas (m)	Nº de parcelas	Proceso de medición
3	Tamaño de las parcelas	Parcelas anidadas.	20 x 20 m	100	Medición directa en campo
4	Diseño de las parcelas anidadas	Plántula	2 x 2 m	2	
		Brinzal	4 x 4 m	2	
		Latizal bajo y alto	10 x 10 m	1	
		Fustal	20 x 20 m	1	

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.

1.5.1. Objetivo General:

Evaluar y determinar el proceso de regeneración natural de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbride (Ana caspi) en bosque continuo protegido y un bosque bajo manejo forestal, en la Provincia de Tambopata – Región de Madre de Dios.

1.5.2. Objetivo Específicos:

1. Determinar la distribución de los árboles de *A. leiocarpa* en categorías diamétricas en un bosque continuo protegido y un bosque bajo manejo forestal.
2. Cuantificar y comparar el número de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* (Plántulas, Brinzales, Latizales y Fustal), en un bosque continuo protegido y un bosque bajo manejo forestal.
3. Determinar la relación individuos de regeneración natural por árbol madre de *A. leiocarpa* en un bosque continuo protegido y un bosque bajo manejo forestal.
4. Evaluar la densidad de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* (Plántulas, Brinzales, Latizales y Fustal), según características del árbol madre (diámetro, altura, y diámetro de copa) y distancia al árbol madre en un bosque continuo protegido y un bosque bajo manejo forestal.
5. Evaluar la densidad de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa*, mediante parcelas anidadas en un bosque continuo protegido y un bosque bajo manejo forestal.
6. Evaluar la caracterización de la regeneración natural de *A. leiocarpa*, según los subsectores del bosque: sotobosque, claro, costado de claro y trochas en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.

CAPITULO II

2. MATERIALES Y METODOS.

La presente investigación se realizó en tres fases: la primera fase pregabinete, en la cual se planificó las diferentes actividades acerca de cómo realizar la investigación; la segunda fase de campo, consistió en registrar la información necesaria como son, las coordenadas del área de estudio, características del área de estudio, inventario de los árboles de *A. leiocarpa*, selección de árboles de investigación, instalación de parcelas triangulares y anidadas, y evaluación de la regeneración natural de *A. leiocarpa*; y la tercera fase consistió en el procesamiento de datos y análisis de la información de campo respectivamente. En esta investigación se emplearon dos metodologías para la evaluación de la regeneración natural mediante:

- Parcelas triangulares(modificada a partir de Gamboa, 2008)
- Parcelas anidadas (modificada a partir de Sosa, 2001)

Como unidades de estudio se evaluaron un bosque bajo manejo forestal, correspondiente a una concesión forestal de otros productos del bosque donde se realiza la recolección de castaña y extracción forestal, en adelante denominado Concesión castañera; y un bosque continuo protegido, por estar dedicado a actividades no extractivas sino únicamente a reforzar el proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes universitarios de Ecoturismo e Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, en adelante denominado Fundo El Bosque de la UNAMAD.

2.1. Descripción del sitio de estudio:

a. Concesión castañera.

El área de estudio se encuentra dentro de la concesión castañera con contrato N° 17-TAM/C-OPB-J-353-03, está ubicada en la jurisdicción del centro poblado de Planchón, distrito Las Piedras, provincia Tambopata, región Madre de Dios, aproximadamente a 7 kilómetros del margen izquierdo del corredor vial interoceánico sur, Puerto Maldonado - Iñapari. Según la clasificación bioclimática de Holdridge *et al.* (1971), corresponde a un bosque de terrazas altas. La concesión castañera cuenta aproximadamente con 559.38 ha (Ver coordenadas UTM en anexo 5) y tiene como límites, por el Norte con la concesión castañera del Sr. Máximo Callo Condori, por el Sur con la concesión castañera del Sr. Benito Escalante Quispe, por el Este con la concesión castañera del Sr. Hernán Mar Cano, y por el Oeste con la concesión castañera del Sr. Pascual Huamán Fuentes.

b. Fundo El Bosque

El área de estudio se encuentra dentro del Fundo El Bosque, ubicado en la jurisdicción del sector de Loboyoc, distrito Las Piedras, provincia Tambopata, región Madre de Dios, aproximadamente a 16.5, kilómetros del margen derecho del corredor vial interoceánico sur, Puerto Maldonado - Iñapari. Según la clasificación bioclimática de Holdridge *et al.* (1971), corresponde a un bosque de terrazas altas. El Fundo El Bosque es administrado por la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

El Fundo El Bosque cuenta aproximadamente con 428 ha (Ver coordenadas UTM en anexo 5) y tiene como límites por el Norte y Sur con el fundo del Sr. Juan Vega, por el Este con el fundo Aragón, y por el Oeste con el corredor vial interoceánico sur, Puerto Maldonado - Iñapari.

Tabla 1. Características de los sitios de estudio.

Sitios	Fundo El Bosque	Concesión castañera
Características	Bosque continuo protegido	Bosque bajo manejo forestal
Área total	428 ha	559.38 ha
Tipo de bosque	Bosque primario descremado	Bosque de aprovechamiento maderable y no maderable
Clasificación del bosque	bosque de terrazas altas	bosque de terrazas altas
Composición florística	<i>Pouteria durlandii</i> , <i>Pseudolmedia laevis</i> , <i>Protium amazonicum</i> , <i>Endlicheria Formosa</i> , <i>Clarisia biflora</i> , <i>Pourouma minor</i> , <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Aspidosperma sp</i> , <i>Hymenaea oblonguifolia</i> , <i>Bertholletia excelsa</i> , <i>Dipterix micrantha</i> , <i>Tabebuia serratifolia</i> (según Quevedo & Alarcón, 2009).	<i>Jacaranda copaia</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Chorisia integrifolia</i> , <i>Couratari sp</i> , <i>Aniba sp</i> , <i>Shizolobium sp</i> , <i>Bertholletia excelsa</i> , <i>Hymenaea oblonguifolia</i> (según PMCA, 2011)
Denominación en adelante	Fundo El Bosque	Concesión castañera

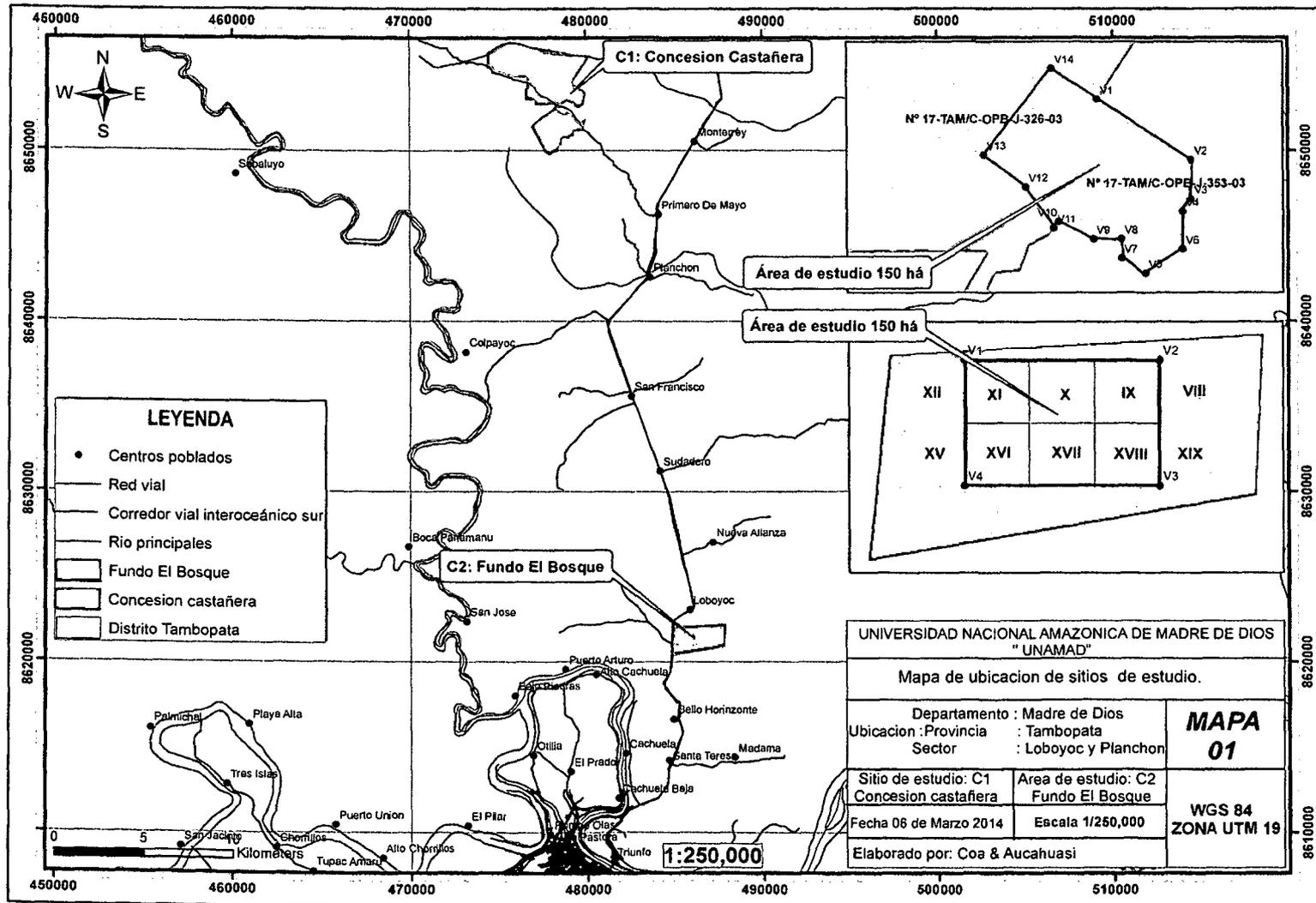


Figura 3. Mapa de ubicación de los sitios de estudio, Sector Loboyoc y Sector Planchón ubicadas en la carretera Puerto Maldonado – Iñapari.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

2.2. Materiales, equipos, herramientas y programas.

a. Materiales

- Mapas de ubicación de sitios de estudio: Fundo El Bosque y Concesión castañera.
- Fichas de registro de datos.
- Libreta de campo.
- Tablero.
- Plumón indeleble.
- Lápiz.
- Rafia.
- Cinta de agua color rojo.
- Botiquín
- Equipo personal (botas, impermeables, gorra etc.)
- Pintura spray color rojo.
- Placas de aluminio (2.5 cm de ancho x 7 cm de largo) para la codificación.

b. Equipos

- Brújula SUUNTO.
- Receptor GPS "GARMIN CSx 60".
- Cámara digital "Panasonic DMC – SZ1 16 pixeles".
- Impresora. Canon, P1800

c. Herramientas

- Machete.
- Lima triangular.
- Wincha de 50 y 100 metros.
- Cinta métrica de 3.00 metros.

d. Programas

- ArcGis versión 10.1.
- Microsoft Office Word 2007.
- Microsoft Office Excel 2007.
- Paleontological Statistics (PAST).
- Exact Graphs and Data Analysis (SIGMAPLOT 12.5).

2.3. Metodología.

2.3.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es descriptiva y el enfoque del presente trabajo es cuantitativo.

2.3.2. Diseño de la investigación.

El plan que se desarrolló para obtener la información fue descriptivo; el cual consistió en observar y recolectar toda la información necesaria de *A. leiocarpa*, todo esto con el fin de analizarla y relacionarla entre los indicadores establecidos, como se observará en los resultados de la presente investigación. La recolección de la información sobre el proceso de regeneración se realizó bajo un diseño de investigación no experimental de tipo transversal, ya que los datos fueron tomados en un único momento y sin manipulación de variables.

2.3.3. Diseño muestral.

Se efectuó un diseño muestral bietápico, por cuanto en primer lugar se seleccionó el área de estudio y luego se seleccionaron los individuos adultos de *A. leiocarpa* en relación a los cuales se realizó la evaluación de regeneración natural según dos metodologías.

2.3.3.1. Selección de las áreas de estudio

La selección de las áreas de estudio fue por muestreo no probabilístico.

a. Fundo El Bosque

Teniendo conocimiento que el Fundo El Bosque en estudio previos o por intervenciones previas se ha cuadrículado en bloques regulares de 25 ha que hacen un total de 250 ha se optó por basarse sobre esta sectorización del sitio de estudio del Fundo El Bosque por lo que se escogió efectuar un muestreo no probabilístico por conveniencia.

De acuerdo a lo mencionado se escogió seis bloques: IX, X, XI, XVI, XVII y XVIII de 25 ha, haciendo un total de 150 ha para el área de estudio, siendo elegidos por las siguientes consideraciones: continuidad de los bloques, características homogéneas de la vegetación, bloques ubicados en el interior del área y no eran limítrofes y que posiblemente existiría menor grado de disturbio antropogénico y natural.

Tabla 2. Coordenadas UTM del área de estudio Fundo El Bosque.

VERTICES	ESTE	NORTE	VERTICES	ESTE	NORTE
1	485500	8622000	3	487000	8621000
2	487000	8622000	4	485500	8621000

b. Concesión castañera

Para la selección del área de estudio se tomo como referencia la existencia de una parcela de corta anual (PCA), al contrastar el área de los vértices de la PCA en el programa ArGis 10.1 se estimo un total de 108 ha; siendo aprovechada el año 2011, con un volumen de extracción aproximadamente de 4.053 m³/ha, por otra parte se tiene información de que anteriormente se habría efectuado aprovechamiento forestal de manera informal sin establecer PCA en años anteriores.

En base a lo seleccionado de 150 ha para el Fundo El Bosque se opto por un muestreo no probabilístico por cuota en la Concesión Castañera siendo la cuota 150 ha para que sean comparables, para lo cual nos basamos en la parcela de corta anual (PCA) en el cual al contrastar o verificar el área se tuvo un estimado de 108 ha, entonces para completar la cuota de 150 ha para la Concesión castañera nosotros extendimos el área haciendo una proyección ortogonal de los vértices terminales de la PCA (V1 y V12) con dirección hacia el área colindante (Concesión castañera con contrato N° 17-TAM/C-OPB-J-326-03), esto se hizo por cuanto hacia los otros colindantes del bosque era más irregular el área y además había mayor disturbio siendo heterogéneo el paisaje y la vegetación lo que se observó cuando se hizo un recorrido preliminar por esta área.

Tabla 3. Coordenadas UTM del área de estudio Concesión castañera.

VERTICES	ESTE	NORTE	VERTICES	ESTE	NORTE
1	479209	8653947	8	479401	8652800
2	479952	8653450	9	479182	8652800
3	479952	8653128	10	478906	8652944
4	479882	8653027	11	478868	8652892
5	479882	8652718	12	478645	8653230
6	479590	8652520	13	478310	8653491
7	479401	8652642	14	478851	8654199

2.3.3.2. Inventario de los individuos de *A. leiocarpa*, en el Fundo El Bosque y Concesión castañera.

Mediante la utilización del programa ArcGis 10.1 se determinó la distribución de las coordenadas UTM en los mapas del área de evaluación determinando las coordenadas de las fajas de 50 m de ancho y 500 m de largo con línea base en dirección de norte – sur, metodología modificada a partir de (Sabogal y Louman, 2004), aplicándose esta metodología se realizó el inventario de árboles de *A. leiocarpa* en los siguientes bloques existentes del Fundo El Bosque: IX, X, XI, XVI, XVII, XVIII. Por otra parte debido a que el área de estudio de la concesión castañera corresponde a un polígono irregular no se pudo establecer en bloques regulares como el Fundo El Bosque por lo que se establecieron seis bloques irregulares para facilitar la división de fajas y línea base para realizar el inventario de toda la superficie del área de estudio de la concesión castañera.

Una vez ubicados en el campo y en la respectiva línea base, se procedió al recorrido en forma de zig zag, esto para la búsqueda e identificación de los individuos de *A. leiocarpa* a partir de un diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 30 cm, tanto en la concesión castañera como en el Fundo El Bosque, se asumió 30 cm de DAP debido a que los árboles en los bosques húmedos de la Amazonia serían productivos a partir de este tamaño de DAP (Van Rheenen, 2005).

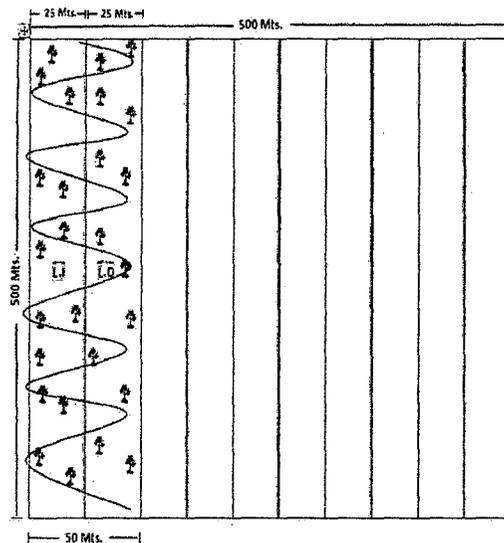


Figura 4. Forma de recorrido en el inventario de los árboles de *A. leiocarpa* en el Fundo El Bosque.

Fuente: Metodología modificada a partir de Sabogal y Louman, (2004).

2.3.3.2.1. Características dasométricas que se evaluó en el inventario de individuos de *A. leiocarpa* en ambas áreas de estudio.

Las características evaluadas fueron: DAP, altura total (HT), altura de fuste, Diámetro de copa (DC). A cada árbol de *A. leiocarpa* encontrado \geq a 30 cm de DAP se le midió el diámetro de circunferencia a 1,30 m del suelo, en el caso de aletas pronunciadas el DAP se tomo por encima de las aletas. Para la medición del diámetro se utilizo una cinta diamétrica flexible de 10 m de longitud, con la cual se rodeó el diámetro del fuste, previa liberación de lianas o epífitas y de esta manera tener menos errores en las mediciones. Seguidamente se hizo la codificación de los árboles encontrados con pintura spray. La altura total y fuste de los árboles se tomó con visión directa aproximadamente. El diámetro de copa se midió de acuerdo a los puntos cardinales, para luego obtener el diámetro promedio de copa. La toma de datos en el inventario de los individuos de *A. leiocarpa* se realizó con una brigada de trabajo de la siguiente forma.

- dos personas encargadas de las mediciones dasométricas de los árboles de *A. leiocarpa* (DAP, HT y DC).
- una persona encargado de manejar el GPS.
- una persona encargado de anotar los datos y características del árbol encontrado
- una persona encargado de marcar los árboles de *A. leiocarpa* con la pintura Spray.

Durante el proceso del inventario el número total de individuos encontrados de *A. leiocarpa*, en el Fundo El Bosque fue de 47 individuos y 29 individuos en la concesión castañera respectivamente.

2.3.3.3. Selección de la muestra de árboles para evaluación de regeneración natural

Luego del inventario de los árboles en las dos áreas de estudio se procedió a la selección de los individuos de *A. leiocarpa*, en adelante denominados "árboles madre" en referencia a los cuales se realizó la evaluación de regeneración natural.

Los criterios de selección de los árboles madre en las áreas de estudio, se fundamentaron en un muestreo no probabilístico por conveniencia en atención a los criterios de inclusión y exclusión.

a. Criterios de inclusión:

- El árbol a seleccionar como referente para evaluar la regeneración natural tiene un DAP \geq 30 cm.
- Encontrarse a más de 200 metros de distancia, en línea recta, de otro árbol coespecífico de *A. leiocarpa*, por cuanto se asume que la dispersión anemocórica de la semilla es menos de los 100 metros.
- Para el caso de la aplicación de la metodología de parcelas triangulares de muestreo, estas no deben superponerse entre ellas de acuerdo a la orientación: Norte (N), Sur (S), Este (E) y Oeste (W). Por tanto aquellos árboles en los que la distancia entre ellos es menos de 200 metros se optó por mantener esos árboles pero la evaluación de regeneración natural serán aquellas parcelas triangulares, aunque sea en una única orientación, que no se sobreponga a otra parcela triangular.

b. Criterios de exclusión:

- Se excluye aquel árbol que tiene un DAP $<$ 30 cm.
- Se excluye para el establecimiento de parcelas triangulares para la evaluación de la regeneración natural como referente aquellos árboles que se encuentren a una distancia uno del otro a menor de 100 metros.
- Se excluye, para evaluación de la regeneración natural, a aquellas parcelas triangulares, correspondientes a dos árboles, que se superponen en la misma orientación.

Mediante una labor inicial de análisis de gabinete, utilizando el programa ArcGis 10.1 en los mapas de dispersión de los individuos de *A. leiocarpa* se realizaron las mediciones a escala para establecer las distancias entre los árboles existentes y las parcelas triangulares de muestreo con la finalidad de realizar la selección de los árboles madre que cumplan con los criterios ya antes descritos. (Ver mapa en anexo 6).

Tabla 4. Número de árboles madre seleccionados para la evaluación de la regeneración natural de *A. leiocarpa* para las áreas de estudio.

Áreas de estudio	N° de árboles de <i>A. leiocarpa</i>	N° de árboles madre de <i>A. leiocarpa</i>	N° de árboles madre con orientación (N, S, E y W)	N° de parcelas triangulares
Fundo El Bosque	47	15	2	8
Concesión castañera	29	12	5	20

En referencia a los pocos árboles madres que contaban con orientación completa recurrimos a la selección de las parcelas triangulares con relación a las orientaciones que no se traslapaban entre ellos, de esta forma aumentar el número de parcelas triangulares para la evaluación de la regeneración natural, encontrando un total de 26 parcelas triangulares para el Fundo El Bosque y 14 parcelas triangulares para el área de estudio de la concesión castañera, en diferentes orientaciones respectivamente (Ver mapa anexo 6).

2.3.3.4. Método para el establecimiento de las parcelas triangulares de muestreo para la evaluación de la regeneración natural por árbol madre de *A. leiocarpa*.

2.3.3.4.1 Estudio piloto y entrenamiento para la identificación de regeneración natural.

Con la finalidad de identificar posibles limitaciones en la metodología modificada a partir de (Gamboa, 2008), para el presente proyecto de investigación se realizó un estudio piloto. Para este se efectuaron visitas al campo. Estas visitas permitieron evaluar preliminarmente tres árboles de *A. leiocarpa*.

Inicialmente, se aplicó una metodología de medición de regeneración natural de parcelas triangulares de 100 metros de largo y 20 metros de base, en dirección a los puntos cardinales N, S, E y W. Este procedimiento sirvió para determinar la distancia de regeneración natural respecto árbol madre siendo los árboles muestreados con código A-28, A-29 y A-30, indicando que los árboles muestreados con código A-29 con orientación este y A-30 en dirección Oeste no se instalaron parcelas triangulares por encontrarse las orientaciones superpuestas entre ellas. Dicho muestreo piloto de regeneración nos dio resultados esperados encontrándose regeneración natural que inicia desde los 4 m como mínimo y 98m máximo de distancia al árbol madre, por lo que se confirmó en adelante establecer parcelas triangulares desde los 0 metros de la base del árbol madre hasta los 100 metros de distancia en línea recta y para la base de la parcela triangular 20 metros fijándose el vértice opuesto formando una área de 1000 m² por parcela triangular.

Posteriormente tomando como referencia el largo y base de la parcela triangular se aplicó esta metodología para la evaluación de todos los árboles madre seleccionados en las dos áreas de estudio.

El establecimiento de cada parcela triangular se realizo utilizando brújula y cuerdas de rafia. Este proceso de instalación de parcelas se inicio con el trazado de la altura central de cada triángulo, para finalmente realizar el trazado de la base del triángulo. En cada punto se fijo una estaca, de este modo se tenía una parcela en forma de triángulo isósceles. Cada uno de los triángulos o parcelas de medición se estableció de la misma manera, hasta completar todas las parcelas de los árboles madre. El proceso de realizar las parcelas requirió de la participación de tres personas.

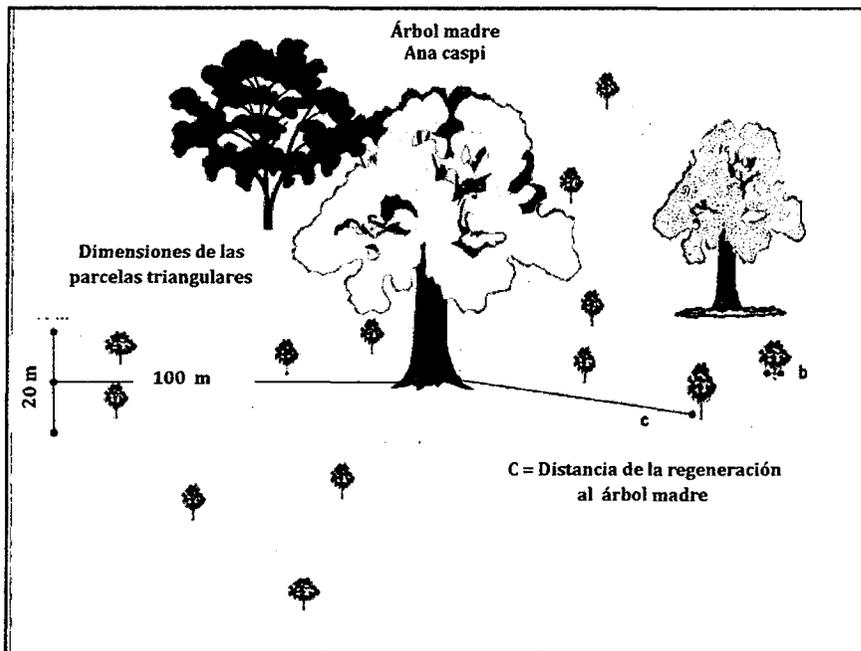


Figura 05. Forma de las parcelas triangulares para evaluar la regeneración natural de *A. leiocarpa* a partir de cada árbol madre seleccionado para ambas áreas de estudio.

Fuente: Metodología modificada a partir de Gamboa, (2008).

La evaluación de la regeneración natural se realizo en cada lado de la parcela triangular tomando como referencia la línea central (lado derecho y lado izquierdo) en un recorrido de forma de zic zag, con la finalidad de ubicar e identificar la regeneración natural de *A. leiocarpa*.

2.3.3.5. Método para el establecimiento de parcelas anidadas para la evaluación de la regeneración natural por área.

Para determinar la regeneración natural por hectárea se utilizó la metodología propuesta por (Dauber, 1995), en la cual sugiere emplear un total de 100 unidades de muestreo distribuidas de forma sistemática en la superficie a inventariar en líneas paralelas equidistantes. De esta manera los puntos centrales de las unidades muestrales quedan distribuidas en forma de una cuadrícula.

- **Cálculo del distanciamiento para la distribución sistemática de las unidades de muestreo.**

La distancia entre los puntos centrales de la cuadrícula o unidades de muestreo se calculó con la siguiente fórmula propuesta por (Dauber, 1995).

$$d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{n}} \rightarrow d = \frac{\sqrt{1.5 \text{ km}^2}}{\sqrt{100}} = 0.122 \text{ km} = 122 \text{ mts}$$

Donde:

d = distancia entre los puntos centrales (km) ; **n** = a 100 unidades de muestreo según (Dauber, 1995)

A = superficie total del bosque a inventariar (km²), 150 ha = 1.5 km²

Aplicando la fórmula y basándose en las 100 unidades de muestreo propuesta por (Dauber, 1995), la distancia entre los puntos centrales de las unidades de muestreo fue de 122 metros aproximadamente.

Utilizando el programa ArcGis 10 .1 y una vez definida las distancias entre los puntos centrales anteriormente mencionadas se hizo la distribución de las unidades de muestreo de 20 m x 20 m (0.04 ha) en los mapas de las áreas de estudio con la finalidad de tener mejor forma de cuadriculación para evitar así las coincidencias entre las línea base. Las unidades de muestreo se numeraron en forma correlativa. (Ver mapa anexo 6).

Para establecer las unidades de muestreo se utilizó una brújula y GPS, se ubicaron las coordenadas centrales de las unidades de muestreo para iniciar con la instalación de estas y a partir de cada unidad de muestreo se fue disgregando las parcelas anidadas.

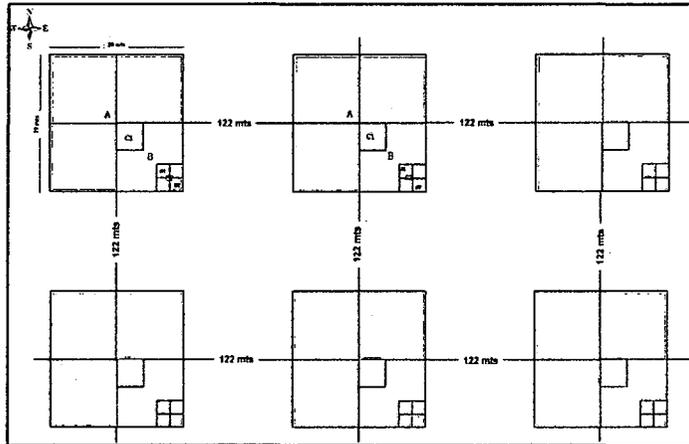


Figura 6. Representación gráfica del distanciamiento y distribución sistemática de unidades de muestreo.

Fuente: Dauber, (2005); elaboración propia, (2014)

Diseño de parcelas anidadas.

El diseño de la parcela, es un diseño de parcelas cuadradas anidadas, de 20 x 20 m con cuatro nidos, (1) 10x10m latizales, (2) 4x4m brinzales, (3) 2x2m plántulas (4) 20x20m fustales; estas dimensiones de las parcelas anidadas fue modificada a partir de (Sosa, 2001) siendo aplicada para ambas áreas de estudio.

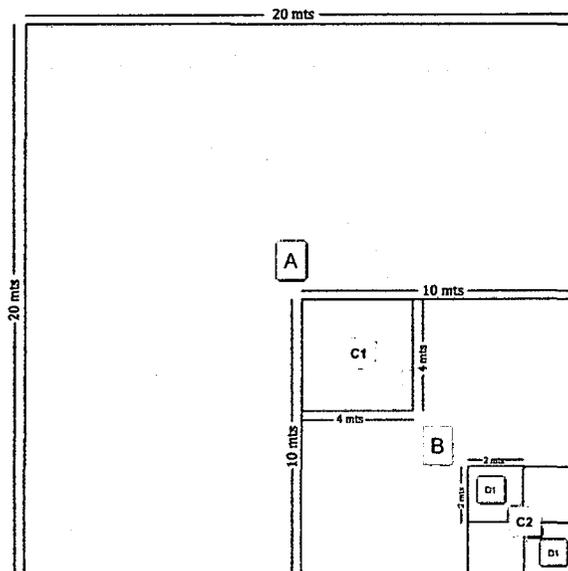


Figura 7. Distribución de las parcelas anidadas donde son **A:** fustales; **B:** latizales bajo y altos; **C1 y C2:** brinzales; **D1 y D2:** plántulas

Fuente: Metodología modificada a partir de Sosa, (2001); elaboración propia, (2014)

El tipo de parcela fue temporal en las dos áreas de estudio, que sirvió para el registro actual de la densidad de la regeneración natural de *A. leiocarpa*.

La evaluación de la regeneración natural en las parcelas anidadas se realizó en un recorrido en forma de zig zag con la finalidad de ubicar e identificar la regeneración natural de *A. leiocarpa*. Además este proceso de evaluación se realizó mediante la participación de tres personas, las cuales poseían destrezas para identificar dendrológicamente la regeneración de la especie y tener el cuidado de no dañar o pisotear la regeneración presente en cada área de estudio.

2.3.3.6. Evaluación de la regeneración de *A. leiocarpa* en parcelas triangulares y anidadas.

➤ Evaluación de regeneración en parcelas triangulares.

Tabla 5. Número total de parcelas triangulares para la evaluación de la regeneración de *A. leiocarpa*, para ambas áreas de estudio.

Área de estudio	Nº total de parcelas triangulares evaluadas.	Tamaño de área de evaluación (ha)
Fundo El Bosque	34	3.4
Concesión castañera	34	3.4

➤ Evaluación de regeneración en parcelas anidadas.

Tabla 6. Número total de parcelas anidadas establecidas para ambas áreas de estudio.

Categorías	Tamaño de parcelas (m)	Total de parcelas establecidas	Superficie total (m ²)
Plántulas	2x2 (4m ²)	200	800
Brinzales	4x4 (16m ²)	200	3200
Latizales bajos y altos	10x10 (100m ²)	100	10000
fustales	20x20 (400m ²)	100	40000

➤ Evaluación de categorías de regeneración natural, para las dos metodologías empleadas en ambas áreas de estudio.

La evaluación de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* fue mediante la clasificación propuesta por (Fredericksen y Mostacedo, 2000), en las siguientes categorías:

Tabla 7. Clasificación para la medición de la regeneración natural.

Categorías de regeneración	Dimensión
Plántulas	Recién germinado o menor de 30 cm de altura
Brinzal	De 0.30 m a 1.49 de altura
Latizal bajo	De 1.5 m de altura a 4.9 cm de DAP
Latizal alto	De 5 cm a 9.9 cm de DAP
Fustal	De 10 cm a 19.9 modificada a 10 cm a 29.9

La categoría de fustales fue modificada a partir de (Fredericksen y Mostacedo, 2000).

- Evaluación de la variable distancia respecto al árbol madre en las parcelas triangulares.
- Se registro la distancia en la que se encontraba la regeneración natural respecto al árbol madre; registrada cada 10 metros tomando de referencia la línea central de la parcela triangular.
- Evaluación de la regeneración natural de acuerdo a los subsectores del bosque en parcelas triangulares y anidadas.
- **Sotobosque.**- Son aquellos subsectores que se encuentran bajo el dosel.
- **Claro.**- Son aquellas aperturas o huecos de dosel que son formadas por la caída de un o mas árboles.
- **Costado de claro.**- Es aquel subsector que se encuentra ubicado alrededor del claro principal.
- **Trocha.**- Son aquellas vías de transporte por donde transitan las personas como acceso para obtener materiales para construcción, durmientes, frutos, o para la cacería y pesca de igual forma para el tránsito de equipos mayores.

2.3.4. Análisis de los datos.

La información recopilada para el presente estudio, se registró en una base de datos utilizando una hoja de registro del programa Microsoft Excel 2010, en el cual se ordenaron en función a los objetivos y análisis estadísticos posteriores a realizar.

Para realizar el análisis estadístico de acuerdo a los resultados primeramente se determino el número de individuos de *A. leiocarpa* presente en el área muestreada en la cual se utilizo la abundancia, frecuencia absoluta y relativa.

Los estadísticos descriptivos utilizados fueron: promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, error estándar, valores máximos y mínimos para cada una de las variables de estudio.

Para verificar los supuestos de la Estadística Paramétrica utilizamos los siguientes estadísticos: Para evaluar si nuestros datos provienen de una población con distribución Normal (**Normalidad**) utilizamos las pruebas de Shapiro-Wilk y Doornik-Hansen. Para la Normalidad Univariada utilizamos la Prueba de **Shapiro-Wilk**, para verificar la Normalidad Bivariada utilizamos la Prueba de **Doornik-Hansen** con un 5% de probabilidad de error (valor de $p > 0.05$ = Distribución Normal). La **Homogeneidad de Varianzas** se evaluó con la prueba de **Levene**, también con un 5% de probabilidad de error (valor de $p > 0.05$ = Varianzas Homogéneas).

Para determinar la diferencia estadísticamente significativa entre la abundancia de las categorías de regeneración entre las dos áreas de estudio, utilizamos el estadístico **No Paramétrico** denominado **U Mann-Whitney** para dos muestras independientes con un 5% de probabilidad de error.

Para las correlaciones entre las Variables Dasométrica del árbol madre y la abundancia en las Categorías de Regeneración, utilizamos una prueba **No Paramétrica** el Coeficiente de Correlación de Spearman (**Rho de Spearman**). Para lo cual previamente se verifico los supuestos de la Estadística Paramétrica. Se determinó el nivel de asociación entre las variables independientes (diámetro, altura, diámetro de copa y distancia al árbol madre) y las variables dependientes (abundancia de las categorías de regeneración natural) y se determinó el coeficiente de correlación **Rho Spearman**, que es la alternativa No paramétrica del Coeficiente de correlación de Pearson pero este acepta variables de libre distribución e incluso ordinales.

Para determinar qué clase de Diámetro, Altura, Diámetro de Copa son las que concentran la mayor abundancia de regeneración natural de *A. leiocarpa* y que esta sea significativa, utilizamos el estadístico **No Paramétrico** de Análisis de Varianza de **Kruskal-Wallis (H)**, ya que nuestros datos no cumplieron con los supuestos de Normalidad y Homogeneidad de Varianzas de la estadística paramétrica. Para las comparaciones *post hoc* o *a posteriori* utilizamos la prueba de **Pares de Mann-Whitney** con corrección de Bonferroni.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico *Paleontological Statistics* (**PAST** versión 3.02), que es un software libre desarrollado por (Øyvind Hammer, David A.T. Harper, and Paul D. Ryan 2001). Las figuras se hicieron con la ayuda del paquete estadístico **Sigmaplot** versión 12.5, que es un potente software para la elaboración de gráficos estadísticos.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Distribución de los árboles de *A. leiocarpa* en categorías diamétricas en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.

En el área de estudio de 150 ha dentro del Fundo El Bosque, que comprende 428 ha, el número de individuos identificados de *A. leiocarpa* fue en total 47, lo que equivale a una densidad poblacional de 0.31 árboles/ha. En las 150 ha correspondientes al área de estudio dentro de la Concesión castañera, que comprende 559.38 ha, se localizaron 29 individuos de *A. leiocarpa*, lo que equivale a una densidad de 0.19 árboles/hectárea.

En la Concesión forestal consolidado Catahua ubicada en la provincia de Tahuamanu la densidad de número de árboles/ha de *A. leiocarpa* es de 0.011, mientras que otros autores han reportado menos de 1 individuo/ha en los bosques amazónicos de la paz (Fessy 2007; Vega 2005). En cambio (Barany *et al.* 2003) reportan para Bolivia una densidad promedio de 4.3 árboles/hectárea de *A. leiocarpa*. Por otra parte, los resultados del inventario forestal para bosques de tierra firme presentan una densidad de 3.75 árboles/ha de *A. leiocarpa* (Walsh Perú, 2012), mientras que en bosque ralo con pacal es de 1 árbol/ha de *A. leiocarpa* (Walsh Perú, 2010)

3.1.1. Clases diamétricas identificadas de *A. leiocarpa*, en el Fundo El Bosque y Concesión castañera.

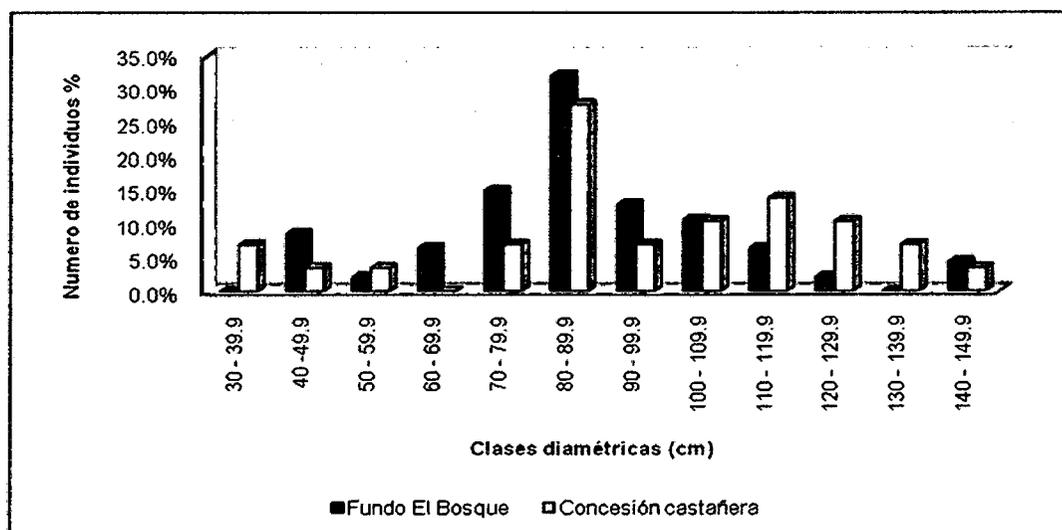


Figura 8. Distribución de clases diamétricas de los individuos *A. leiocarpa* en el Fundo El Bosque y Concesión castañera.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la figura 8, se observa el total de los individuos encontrados, 47 en el Fundo El Bosque y 29 en la Concesión Castañera se puede ver que la estructura de *A. leiocarpa* se concentra poblacionalmente la mayor parte de los individuos en la clase diamétrica de 80-89.9 cm para ambas áreas de estudio, en el Fundo El Bosque representado por 31.90 % y 27.59 % en la concesión castañera siendo mayor que el resto de las 10 clases diamétricas que existe una menor representación.

De acuerdo al Instituto Nacional de Recurso Naturales (INRENA / R.J. N°458 - 2002), indica el tamaño legal de corta o diámetro mínimo de corta de *A. leiocarpa* es 41 cm de Dap y de acuerdo a la estructura de *A. leiocarpa* se observa que en la clase de 40 a 49.9 hay relativamente pocos individuos en esta clase para ambas áreas de estudio lo que hace suponer a las prácticas de extracción forestal o tala selectiva de madera que se dio en las clases diamétricas menores en años anteriores y también posiblemente por factores abióticos originando muerte prematura de los individuos antes de llegar a otras clases. Por otra parte la distribución de las clases diamétricas no se ajusta a la típica "J" invertida y este comportamiento indicaría que en las áreas de estudio se habría presentado disturbios naturales o antrópicos en el pasado.

3.1.2 Total de regeneración natural en clases diamétricas evaluadas en el Fundo El Bosque.

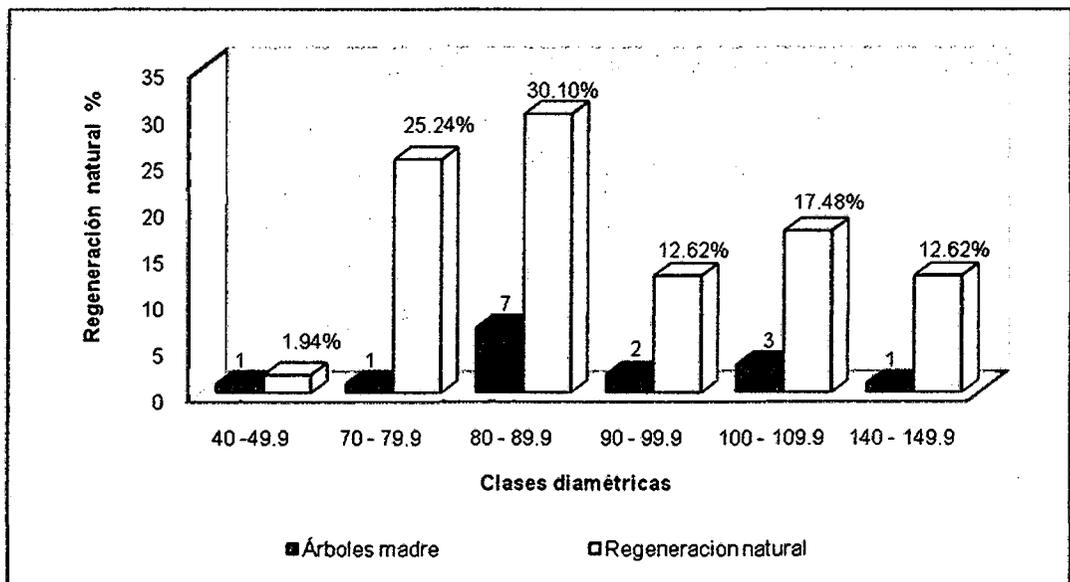


Figura 9. Distribución de la regeneración natural de *A. leiocarpa* en relación a las clases diamétricas de los árboles madre en el Fundo El Bosque.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

La figura 9, muestra que la mayor parte de la regeneración natural de *A. leiocarpa*, se encontraron en las clases diamétricas de 70-79.9 cm y de 90-99.9 cm, en las demás clases diamétricas evaluadas la regeneración natural se encontraron en una proporción reducida, siendo la característica principal el árbol madre.

3.1.3. Total de regeneración natural en clases diamétricas evaluadas en la Concesión castañera.

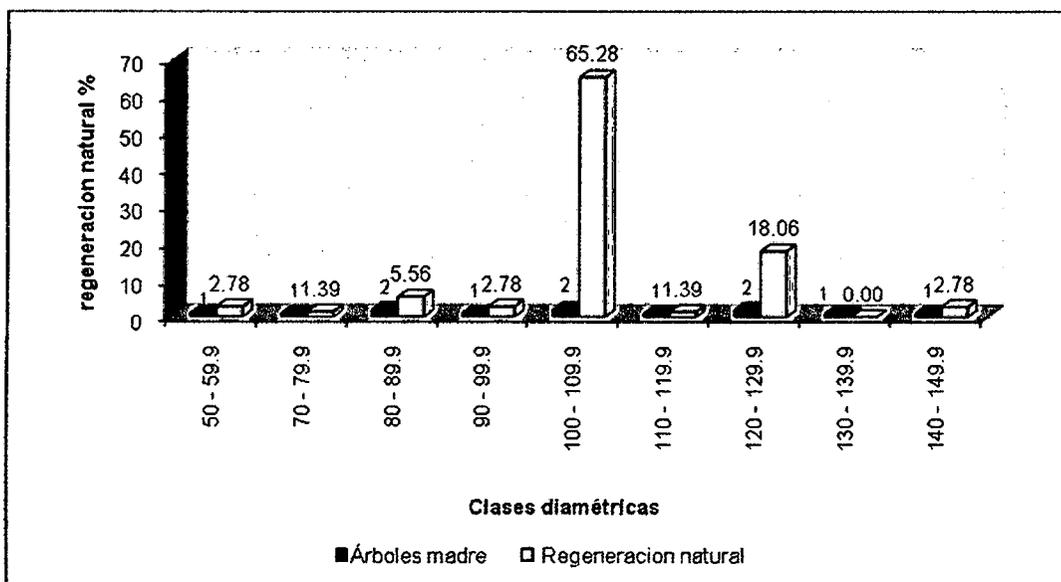


Figura 10. Distribución de la regeneración natural de *A. leiocarpa* en relación a las clases diamétricas de los árboles madre en la Concesión castañera.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la figura 10, se observan los resultados que la mayor parte de la regeneración natural de *A. leiocarpa*, se encontraron en las clases diamétricas de 100-109.9 y 120-129.9 cm, en las demás clases diamétricas evaluadas la regeneración natural se encontraron en una proporción reducida, siendo la característica principal el árbol madre.

Por otra parte mediante un análisis estadístico de los árboles madre del Fundo El Bosque presentaron un diámetro promedio de 0.90 ± 0.075 cm y los de la concesión castañera de 1.03 ± 0.075 cm; sin embargo, no se diferenciaron significativamente ($t=1.444$, $p=0.161 > 0.05$), igualmente, la altura promedio de los arboles varió significativamente Fundo El Bosque 30.07 ± 1.002 m, la Concesión castañera 35 ± 1.446 m ($t=2.886$, $p=0.008 < 0.05$). El diámetro de copa en el Fundo El Bosque presento un promedio de 16.26 ± 1.187 cm y la Concesión castañera 21.46 ± 1.149 m la cual si se diferenciaron significativamente entre ellos ($U=31.5$, $p=0.004 < 0.05$).

3.2. Cuantificación y comparación del número de regeneración natural de *A. leiocarpa*, en categorías de (plántulas, brinzales, latizales y fustales), en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.

El número total de árboles madre de *A. leiocarpa*, evaluados en esta investigación fue de 27, la distribución se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 8. Número de árboles madre de *A. leiocarpa* (≥ 30 cm de diámetro) evaluados en ambas áreas de estudio.

Área de estudio	<i>A. leiocarpa</i> Árboles madre.
Fundo El Bosque	15
Concesión castañera.	12

La tabla 8, indica que de los 27 árboles madre evaluados se encontró un total de 175 de regeneración natural dentro de las parcelas triangulares de muestreo. La distribución de de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* se presento de la siguiente manera (Ver tabla 9)

Tabla 9. Número total de regeneración natural por categoría, en ambas áreas de estudio.

Categorías de regeneración natural	Áreas de estudio		Prueba de U Mann-Whitney	
	Fundo El Bosque	Concesión castañera	Valor (U)	Valor (p)
Plántulas	68	44	62.5	0.1796
Brinzales	27	22	84	0.7697
Latizales bajos	6	3	81	0.6606
Latizales altos	0	1	-	-
Fustales	2	2	87	0.884
Total	103	72		

Fuente: Elaboración propia, (2014)

Mediante una prueba de comparación no paramétrica de U Mann-Whitney, entre las áreas de estudio, no se encontró diferencias significativas entre las categorías de regeneración ($p > 0.05$).

3.2.1. Número total de regeneración natural por área de estudio.

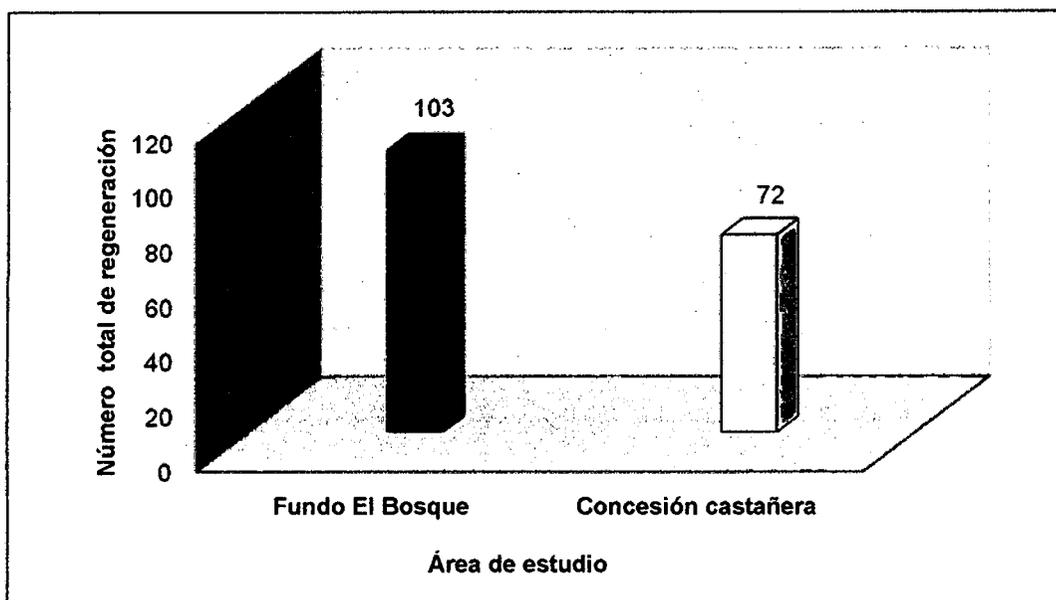


Figura 11. Distribución del número total de regeneración natural por áreas de estudio.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la figura 11, se observa que los resultados muestran que la mayor parte del número total de regeneración natural se encontró en el Fundo El Bosque, mientras tanto en la concesión castañera bajo manejo forestal se encontró en menor proporción.

Estos resultados son similares a los encontrados en una variedad de bosques tropicales de Costa Rica principalmente bosques de Starke donde se encontró 72 individuos de regeneración, Rojomaca con 147 y la Selva con 95 individuos (Gamboa 2008). A diferencia de los resultados obtenidos en esta investigación de *A. leiocarpa* en el Fundo El Bosque con un total 101 individuos de regeneración y la Concesión castañera con un total 70 de regeneración natural. Esto probablemente se atribuya a la historia pasada de aprovechamiento, al tamaño del área, al tipo de disturbio, a antecedentes de incendios, etc.

En la concesión castañera la cantidad de regeneración natural de *A. leiocarpa* se encontró en menor cantidad ya que las practicas de aprovechamiento forestal que posiblemente podría estar alterando la densidad de regeneración natural. Namkoong *et al.* (1996) señalaron que, las prácticas de aprovechamiento forestal causan impacto directamente en el recurso genético de las especies comerciales aserrables y las no aserrables. Según estos autores, se afecta la composición y diversidad vegetal, la edad, la distribución de la densidad y existe un alto riesgo de deriva genética en las pobla-

ciones raras o reducidas. Además del impacto mismo de la corta de los árboles y su caída, la construcción de los caminos para la extracción en los alrededores de los árboles muestreados, la cual crea claros muy grandes donde la luz directa causa una alta mortalidad de plántulas recién germinadas y de brinzales.

3.2.2. Distribución de categorías de regeneración natural, según el área de estudio. Fundo El Bosque y Concesión castañera.

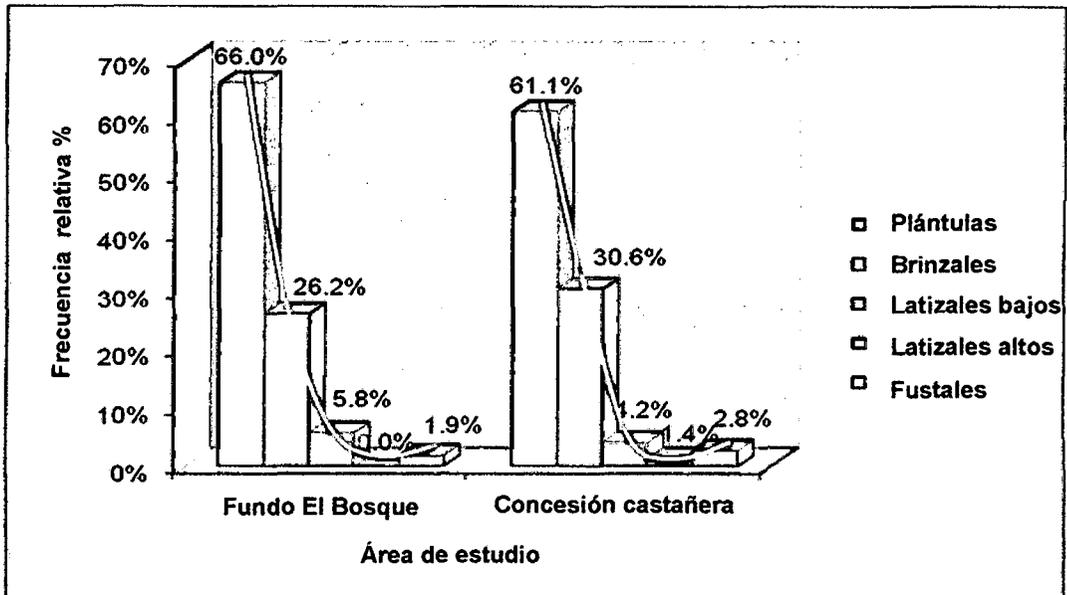


Figura 12. Frecuencia de categorías de regeneración natural según las áreas de estudio.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

Los porcentajes de regeneración se detallan en la figura 12, observándose que la presencia de plántulas fue de 66.0% en el Fundo El Bosque y la concesión castañera representada por 61.1% mientras que en la categoría de brinzales la diferencia fue de 4.4% para ambas áreas de estudio por otra parte la categoría de latizales bajos y altos fue similar entre ellos, por último los fustales presentaban 1.9% en el Fundo El Bosque y 2.8% para la concesión castañera, finalmente se presentan mostrando en general un establecimiento en todas sus fases, asegurándose de otra forma un posible reclutamiento a la clase siguiente.

En el Fundo El Bosque, se observa un quiebre en la categoría de latizales altos, esto posiblemente podría explicarse por un cambio de factores impidiendo que la regeneración no logre establecerse y alcanzar dimensiones previas a estadios adultos. Según estudios realizados por Clark (1987 y 1992) para *Dipteryx*, las categorías inferiores a 10 cm de diámetro sufren altos porcentajes de mortalidad, lo que disminuye

la probabilidad de encontrar individuos en estas categorías superiores. Este patrón es común debido a que las plántulas y los brinzales sufren de mortalidad causada tanto por factores densodependientes como densoindependientes. Probablemente el patrón observado en el Fundo El Bosque, se podría explicar por un cambio de factores que afectan la supervivencia de los brinzales. En el caso específico de *dipteryx* y otras especies se ha documentado que la supervivencia de la regeneración depende de gran medida de la densidad y distancia al árbol progenitor.

Por otra parte en el Fundo El Bosque la regeneración natural de *A. leiocarpa* en la categoría de brinzales y latizales bajos presentaban síntomas de daños severos (observación personal), principalmente rajaduras y quebraduras posiblemente estos daños sería originado por la transitabilidad mecánica de las personas ya que es una área donde se realizan estudios de investigación y, algunos nudos en la parte central de los tallos y fustes (Ver foto 33 y 34, anexo 7) y esto estaría dificultando así pasar a otra etapa de su desarrollo.

De la misma manera se observa en la figura 12, que en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera muestra que a medida que la plántula va aumentando de tamaño la abundancia disminuye considerablemente esto probablemente debido a factores como ataque por herbívoros, falta de nutrientes, la estacionalidad y la misma competencia que existe entre planta, también se puede apreciar que existe la típica "J" invertida en la regeneración natural de *A. leiocarpa* lo que indicaría el éxito en su mantenimiento.

En este caso se debe de prestar más atención a los individuos que han alcanzado los estadios de latizal y fustal, ya que estos pasando esta etapa, tienen mayores probabilidades de ser reclutados rápidamente por clases diamétricas mayores. Lo que concuerda con lo que establece Suarez (2001), él indica que a los latizales y fustales hay que ponerle más atención.

3.3. Determinación de la relación individuos de regeneración natural por árbol madre de *A. leiocarpa* en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.

De los 27 árboles madre de *A. leiocarpa* (15 en el Fundo El Bosque y 12 en la Concesión castañera), se encontró un total de 175 individuos de regeneración natural entre (plántulas, brinzales, latizales bajos, latizales altos y fustales juveniles). En el Fundo El Bosque se contaron 103 individuos en regeneración, y en la Concesión Castañera 72 individuos en regeneración natural de *A. leiocarpa*.

3.3.1. Número promedio de individuos de regeneración natural por árbol madre de *A. leiocarpa* en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.

Para determinar la relación de individuos de regeneración natural por árbol madre se considero la orientación de las parcelas establecidas para cada área de estudio, donde al comparar los resultados obtenidos de individuos por árbol por orientación en el Fundo El Bosque y Concesión castañera no presentaron diferencias significativas según la prueba de U Mann-Whitney ($U= 5000$ $p=0.386 > 0.05$).

Tabla 10. Relación en individuos de regeneración por árbol madre de *A. leiocarpa* para el Fundo El Bosque.

Área de estudio: Fundo El Bosque			
Orientación de parcelas	Número de parcelas	N° de individuos en regeneración	Individuos de regeneración /árbol/orientación
Norte	8	21	2.6
Este	10	35	3.5
Sur	8	36	4.5
Oeste	8	11	1.4
Total	34	103	12

Fuente: Elaboración propia (2014).

En la tabla 10, se observa la relación de individuos por árbol madre de *A. leiocarpa* donde la orientación Sur presento mayor número de individuos de regeneración por árbol madre mientras que la orientación Oeste se vio menos favorecida en cuanto a la, cantidad de regeneración natural de *A. leiocarpa*.

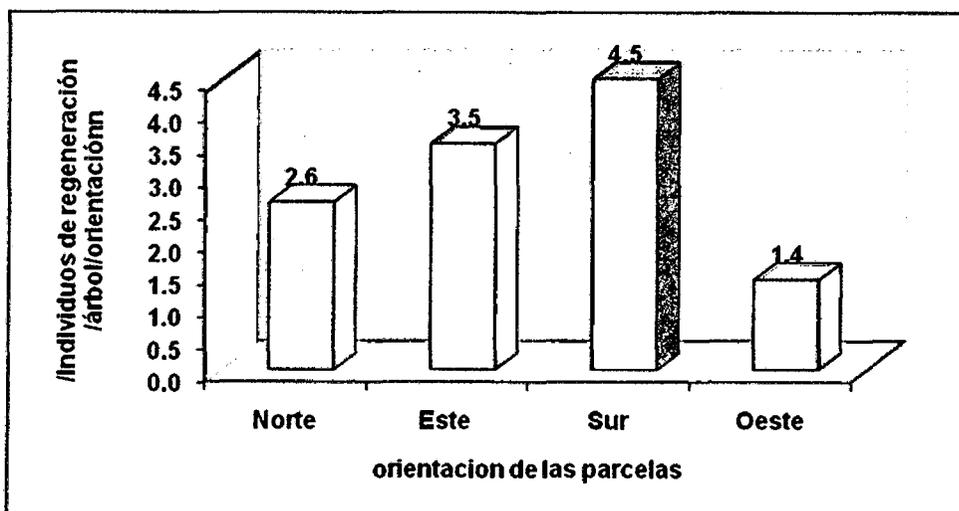


Figura 13. Número promedio de individuos de regeneración natural por árbol madre de *A. leiocarpa*, según las orientaciones para el Fundo El Bosque.

Fuente: Elaboración propia (2014).

En la figura 13, los resultados sugieren que el promedio de individuos de regeneración natural por árbol madre de *A. leiocarpa* fue similar entre las orientaciones (Norte, Este, Sur, Oeste) lo que se habría generado un patrón de distribución simétrico como consecuencia de los vientos predominantes durante la época de fructificación, por otra parte se realizó una comparación de medias de individuos de regeneración por árbol madre de las diferentes orientaciones y estas no fueron significativas entre sí ($p > 0.05$).

Tabla 11. Relación en individuos de regeneración por árbol madre de *A. leiocarpa* para la concesión castañera

Área de estudio: Concesión castañera			
Orientación de parcelas	Número de parcelas	N° de individuos en regeneración	Individuos de regeneración /árbol/orientación
Norte	8	32	4
Este	10	16	1.6
Sur	8	20	2.5
Oeste	8	4	0.5
Total	34	72	8.6

Fuente: Elaboración propia (2014)

En la tabla 11, se observa la relación de individuos por árbol madre de *A. leiocarpa* donde la orientación Norte presentó mayor número de individuos de regeneración por

árbol madre mientras que la orientación Oeste se vio menos favorecida en cuanto a la cantidad de regeneración natural de *A. leiocarpa*.

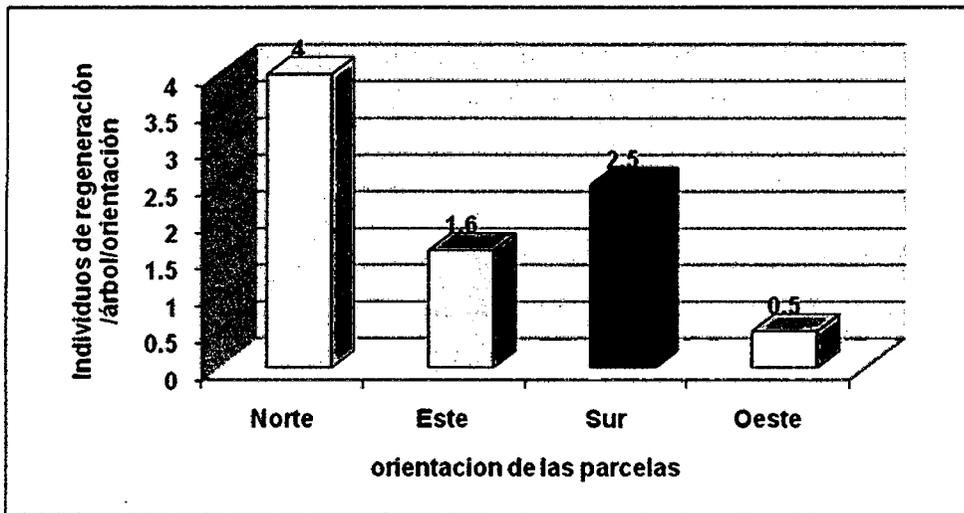


Figura 14. Número promedio de individuos de regeneración natural por árbol madre de *A. leiocarpa*, según las orientaciones para la concesión castañera.

Fuente: Elaboración propia (2014).

En la figura 14, los resultados sugieren que el promedio de individuos de regeneración natural por árbol madre de *A. leiocarpa* fue similar entre las orientaciones (Norte, Este, Sur, Oeste) lo que se habría generado un patrón de distribución simétrico como consecuencia de los vientos predominantes durante la época de fructificación, por otra parte se realizó una comparación de medias entre las diferentes orientaciones, donde no fueron significativas ($p > 0.05$).

Tabla 12: Comparación de individuos de regeneración por árbol madre según las orientaciones de las parcelas para ambas áreas de estudio.

Orientación de parcelas	Áreas de estudio		Prueba de U Mann-Whitney	
	Fundo El Bosque	Concesión castañera	valor (u)	valor (p)
Norte	2.6	4	10.000	0.665
Este	3.5	1.6	12.000	0.915
Sur	4.5	2.5	12.000	0.916
Oeste	1.4	0.5	10.000	0.585

Fuente: Elaboración propia (2014).

Mediante una prueba de comparación no paramétrica de U Mann-Whitney, la relación de individuos de regeneración por árbol madre según la orientación de las parcelas no mostraron diferencias significativas entre sí para ambas áreas de estudio. Con respecto a la orientación, no presenta diferencias estadísticamente significativas, ya que la regeneración natural de *A. leiocarpa* no se presentó específicamente a una orientación. Mientras que la orientación no representa diferencias estadísticamente significativas.

Como se observa en las Figuras 13 y 14, la regeneración natural de *A. leiocarpa* en ambas áreas de estudio aparentemente no tendría un patrón de dispersión en función a la dirección del viento, esto podría deberse a que la estructura del bosque presenta variaciones en cuanto a su estratificación vertical también podría estar atribuido la especie de estudio a estructura de dosel y subdosel donde en esta zona del bosque habría poco movimiento de corrientes de aire obstaculizando así la dispersión de semillas a largas distancias del árbol madre. Por otra parte también los vientos varían según el emplazamiento y en función de la época del año y la hora del día. El efecto del viento sobre la vegetación es variable con su velocidad y características (humedad, sustancias en suspensión). Se resumen los efectos del viento, unos positivos y otros negativos, sobre la vegetación forestal, siguiendo a (Spurr, 1982) y a (Gandullo 1985), en el siguiente punto: La velocidad del viento crece con la distancia al suelo, de forma que afecta en mucha mayor medida a las formaciones arbóreas que a las de menor talla y, recíprocamente, las formaciones arbóreas reducen con mayor eficacia la velocidad del viento, induciendo un efecto cortavientos efectivo en su propio interior y en zonas próximas (Spurr 1982).

Los vientos predominantes en Madre de Dios son de NW y NE. Las velocidades extremas de vientos oscilan entre 2 y 6 Km/h. Las horas de sol promedio diaria es de 4.7 (SENAMHI & ANA, 2010), asumiendo estas direcciones de los vientos en la relación de individuos de regeneración por árbol madre según las orientaciones no se ajustaría para ambas áreas de estudio donde se esperaría mayor cantidad de individuos hacia la orientación oeste y este por lo tanto la orientación no sería un factor determinante en la regeneración natural de *A. leiocarpa*, para ambas áreas de estudio.

En un estudio similar realizado por (Manzareno, 2003) demostró que la densidad de la abundancia de regeneración de *Swietenia macrophylla* el mayor establecimiento se encontró en la zona Noroeste y Suroeste: igual a un 223.8 y 154.8 ind/ha respectivamente, y finalmente concluye que las semillas fueron dispersadas por los vientos predominantes del noroeste y sureste. Además dicho estudio registró que el viento pudo dispersar las semillas de caoba hasta una distancia mayor de 55 metros del árbol, aunque probablemente estas pueden dispersarse a un más lejos.

3.4 Evaluación la densidad de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* (plántulas, brinzales, latizales y fustal), según características del árbol madre (DAP, altura, y diámetro de copa) y distancia al árbol madre en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.

Tabla 13. Prueba de normalidad bivariada en las categorías de regeneración natural. En el Fundo El Bosque

CARACTERÍSTICAS DEL ÁRBOL MADRE	Normalidad bivariada	Densidad de individuos por categorías de regeneración natural					Total regeneración
	Prueba de Doornik - Hansen	Plántulas	Brinzales	Latizales Bajos	Latizales Altos	Fustales	
DAP	Estadístico	25.98	16.41	19.6	-	78.41	18.15
	Nivel de Significancia (p)	0.000	0.003	0.001	-	0.000	0.001
ALTURA	Estadístico	15.31	10.83	8.146	-	14.26	7.47
	Nivel de Significancia (p)	0.004	0.029	0.041	-	0.007	0.010
DIAMETRO DE COPA	Estadístico	24.19	16.90	15.32	-	63.66	15.38
	Nivel de Significancia (p)	0.000	0.002	0.004	-	0.000	0.004

Fuente: Elaboración propia, (2014)

Tabla 14. Prueba de normalidad bivariada en las categorías de regeneración natural, en la Concesión castañera.

CARACTERÍSTICAS DEL ÁRBOL MADRE	Normalidad bivariada	Densidad de individuos por categorías de regeneración natural					Total regeneración
	Prueba de Doornik - Hansen	Plántulas	Brinzales	Latizales Bajos	Latizales Altos	Fustales	
DAP	Estadístico	57.12	23.56	21.1	21.1	63.05	42.26
	Nivel de Significancia (p)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ALTURA	Estadístico	63.43	29.48	58.92	126.2	17.97	47.95
	Nivel de Significancia (p)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
DIAMETRO DE COPA	Estadístico	11.70	20.14	21.04	72.70	36.07	34.37
	Nivel de Significancia (p)	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la tabla 13 y 14 se observa la prueba de normalidad bivariada de Doornik - Hansen que sirvió para determinar si la densidad de las categorías de regeneración corresponde o no a una distribución normal, por otro lado observamos que de acuerdo a los niveles de significancia el valor (p) no supera el 0.05; lo que indica que los datos no tienen una distribución normal y ello nos sugiere el empleo de la estadística de coeficiente de correlación de Spearman.

3.4.1 Análisis estadístico de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* y su relación con las características de los árboles madre en el Fundo El Bosque

Para obtener una información lo más precisa posible acerca de la correlación entre las características del árbol madre y la densidad de la regeneración natural de *A. leiocarpa*, se sometieron los datos acerca de los individuos en cada una de las categorías de regeneración natural y las características del árbol madre, a una prueba estadística específica: Coeficiente de correlación de Spearman, que tiene como finalidad determinar la relación entre tales variables.

Tabla 15. Prueba de correlación de Spearman (Rho) y valores de significancia (p) para cada una de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* en las características del árbol madre (DAP, HT y DC), en el Fundo El Bosque

CARACTERÍSTICAS DEL ÁRBOL MADRE	Prueba de correlación de Spearman	Densidad de individuos por categorías de regeneración natural					Total regeneración
		Plántulas	Brinzales	Latizales Bajos	Latizales Altos	Fustales	
DAP	Rho	-0.14	0.67	-0.08	-	-0.34	0.18
	Nivel de Significancia (p)	0.616	0.007*	0.789	-	0.213	0.521
ALTURA	Rho	-0.05	0.62	0.40	-	0.23	0.23
	Nivel de Significancia (p)	0.857	0.013*	0.143	-	0.409	0.416
DIAMETRO DE COPA	Rho	0.18	-0.22	-0.06	-	0.39	-0.07
	Nivel de Significancia (p)	0.524	0.429	0.830	-	0.154	0.808

Fuente: Elaboración propia, (2014)

3.4.1.1 Relación de la densidad de regeneración natural de la categoría de brinzales por árbol madre y el diámetro normal, en el Fundo El Bosque.

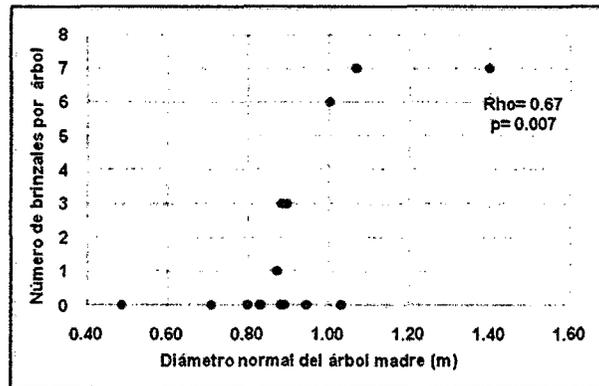


Figura 15. Gráfico de dispersión de datos para el número de regeneración de la categoría de brinzales por árbol, y el diámetro normal del árbol madre de *A. leiocarpa*.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

De acuerdo a los resultados observados en la figura 15, en el Fundo El Bosque se encontró una correlación positivamente alto entre el número de regeneración natural por árbol en la categoría de brinzales en relación al diámetro normal del árbol madre (coeficiente $\rho = 0.67$, $p < 0,05$). Entonces se puede decir que, considerando el coeficiente de determinación (Rho^2), alrededor del 45% de las variaciones en el número de individuos en regeneración de brinzales se explican por variaciones en el diámetro normal del árbol madre.

3.4.1.2 Relación de la densidad de regeneración natural de la categoría de brinzales por árbol madre y la altura estimada de los arboles madre, en el Fundo El Bosque.

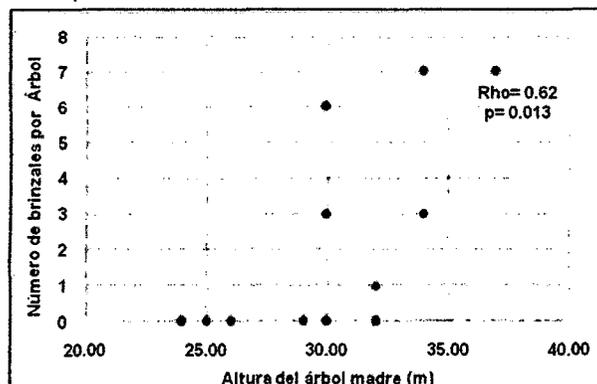


Figura 16. Gráfico de dispersión de datos para el número de regeneración, de la categoría de brinzales por árbol y la altura estimada de los árboles madre de *A. leiocarpa*

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la figura 16, observamos que consecuentemente en el caso de la altura de los árboles madre el número de regeneración natural por árbol se correlaciona positivamente alto con la categoría de brinzales (coeficiente $\rho = 0.62$, $p < 0.05$) entonces se puede decir que, considerando el coeficiente de determinación (R^2), alrededor del 38% de las variaciones en el número de individuos en regeneración de brinzales se explican por variaciones en el fuste del árbol madre.

Los resultados sugieren que en general el número de regeneración coespecífica bajo los árboles se relaciona regularmente con el diámetro normal y la altura de los árboles madre, los resultados indican que un aumento en diámetro y la altura del árbol madre se asociaría con un incremento en la cantidad de la regeneración natural. Sin embargo, el diámetro de copa aparentemente no tendría relación con la cantidad de individuos en regeneración.

Con base en lo anterior, sería necesario tomar en cuenta que los árboles con mayores diámetros probablemente tendrían un mayor vigor para la producción de semillas y ello aumentaría la probabilidad de reclutamiento de la regeneración natural. Por otra parte (Lamprecht 1990, Guariguta 1998, Whitmore 1998) mencionan que en los bosques bajo manejo forestal se ha registrado que el tamaño y forma del tronco, al igual que la iluminación de la copa, son predictores de la calidad y cantidad de semillas producidas a nivel individual, además en la mayoría de los casos, el diámetro normal se correlaciona de manera positiva con la producción de semillas a nivel individuo (Lamprecht 1990, Guariguta 1998). Por ende, mayores niveles de producción de semillas podrían aumentar la cantidad de regeneración per cápita. No obstante, es importante notar que el tamaño promedio de las semillas puede variar entre individuos de una misma especie con diámetro similar, lo que determina el tamaño de las plántulas (plántulas grandes provienen de semillas grandes) y consecuentemente su supervivencia. De este modo se podría sugerir que los criterios para la selección individual de árboles semilleros consideren un análisis no sólo del diámetro del árbol sino también de las cualidades de sus semillas, para aumentar las probabilidades del éxito de la regeneración natural.

3.4.2 Análisis estadístico de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* y su relación con las características de los árboles madre en la Concesión castañera.

Tabla 16. Prueba de correlación de Spearman (Rho) y valores de significancia (p) para cada una de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* en las características del árbol madre (DAP, HT y DC), en la Concesión castañera.

CARACTERÍSTICAS DEL ÁRBOL MADRE	Prueba de correlación de Spearman	Densidad de individuos por categorías de regeneración natural					Total regeneración
		Plántulas	Brinzales	Latizales Bajos	Latizales Altos	Fustales	
DAP	Rho	-0.11	0.13	0.31	-0.04	0.06	-0.05
	Nivel de Significancia (p)	0.727	0.683	0.331	0.893	0.841	0.877
ALTURA	Rho	-0.48	-0.12	0.06	-0.26	-0.56	-0.60
	Nivel de Significancia (p)	0.112	0.705	0.862	0.406	0.060	0.038*
DIAMETRO DE COPA	Rho	0.13	0.06	0.45	0.22	-0.42	-0.04
	Nivel de Significancia (p)	0.683	0.851	0.145	0.494	0.171	0.903

Fuente: Elaboración propia, (2014)

3.4.2.1 Relación de la densidad en regeneración natural por árbol madre y la altura estimada, en el Fundo El Bosque.

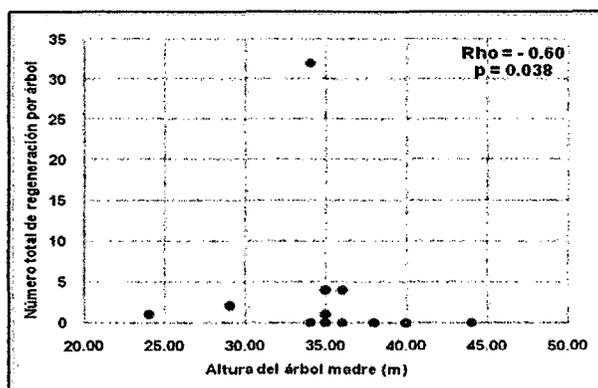


Figura 17. Gráfico de dispersión de datos para el número de regeneración por árbol y la altura estimada de los árboles madre de *A. leiocarpa*.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la figura 17, se observa que en relación a la altura del árbol madre el número total de regeneración natural se correlaciono inversamente alto, (coeficiente $Rho=-0.60$, $p<0,05$) se puede decir que poco menos del 36 % de las variaciones en el numero de regeneración se explican por variaciones en la altura del árbol, como se observa que el coeficiente rho es inversa esto nos sugiere que a menor tamaño de altura del árbol madre mayor seria la probabilidad de la concentración en regeneración natural y esto podría estar atribuido a la competencia de árboles de mayor tamaño y la dirección del viento.

Sin embargo, el diámetro de copa y DAP de los árboles madre aparentemente no tiene una influencia con la cantidad de regeneración en la concesión castañera

3.4.3 Análisis estadístico de la distancia promedio de la regeneración natural de *A. leiocarpa* en relación con el árbol madre en el Fundo El Bosque y Concesión castañera.

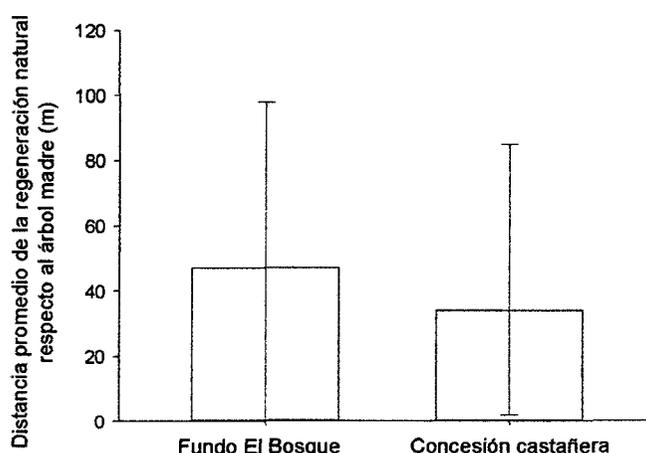


Figura 18. Distancia promedio (\pm error estándar) de la regeneración natural *A. leiocarpa* respecto al árbol madre para las áreas de estudio.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

Por otro lado, encontramos que en la figura 18, la variable distancia promedio de la regeneración natural respecto al árbol madre, en el Fundo El Bosque presento una distancia de 46.9883 ± 31.2264 m en y en la Concesión castañera 34.00 ± 15.176 m, sin embargo estos promedios no se diferenciaron significativamente entre ellos ($U=3226.5$, $p=0.144 > 0.05$).

Tabla 17. Distancia promedio (\pm error estándar) según las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* en relación con el árbol madre, en ambas áreas de estudio.

Categorías de regeneración natural.	Fundo El Bosque				Concesión castañera			
	Distancia		Promedio (\pm error)	N°	Distancia		Promedio (\pm error)	N°
	Máximo	Mínimo			Máximo	Mínimo		
Plántulas	98	0.3	49.04 \pm 4.00	68	55	2	31.48 \pm 2.44	44
Brinzales	97	18	38.56 \pm 4.76	27	53	15	33.14 \pm 2.07	22
Latizales bajos	95	21	65.33 \pm 13.51	6	53	35	42.00 \pm 5.57	3
Latizales alto			-	-			-	1
Fustales	55	17	36.00 \pm 19.00	2	68	55	61.50 \pm 6.50	2

Fuente: Elaboración propia, (2014)

De acuerdo al análisis estadístico de distancia promedio no se encontraron diferencias significativas entre las categorías de regeneración respecto a la distancia del árbol madre para ambas áreas de estudio según la prueba ($U= 312$; $p=0.158 > 0.05$).

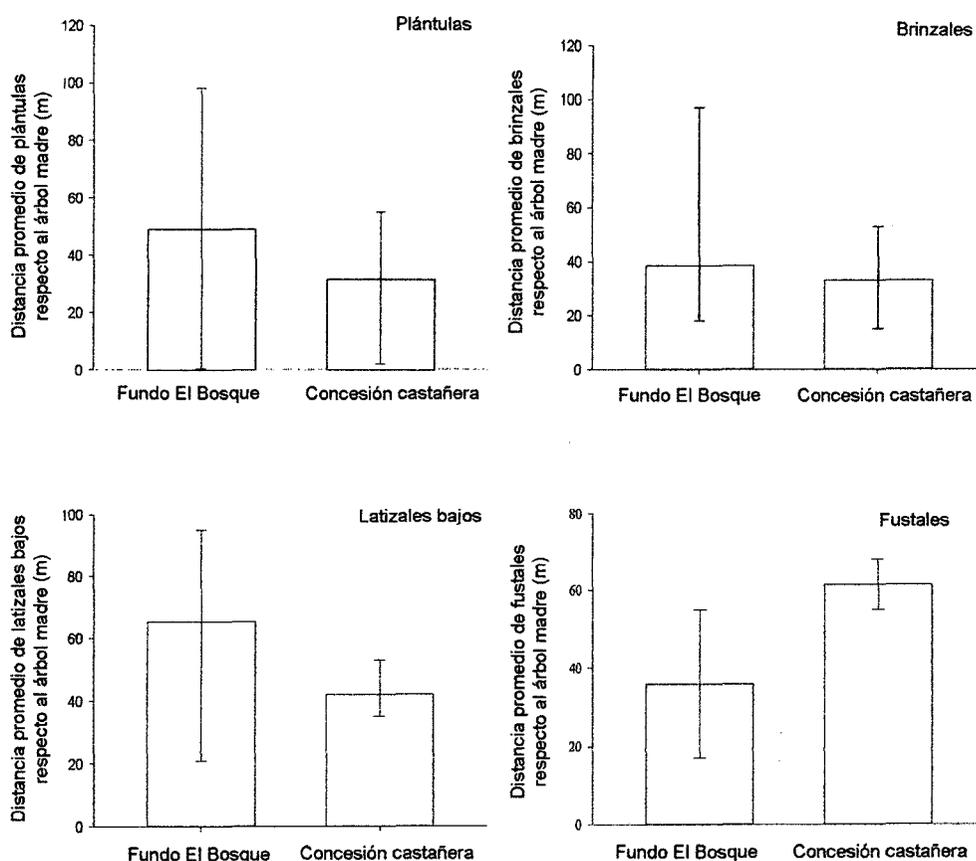


Figura 19. Distancia promedio (máximos y mínimos) de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* en relación con el árbol madre para las áreas de estudio.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la Figura 19, se observa que la regeneración natural de *A. leiocarpa* en el Fundo El Bosque alcanzo mayores distancias máximas considerablemente en todas la categorías de regeneración, en contraste con la Concesión castañera que solo en la categoría de fustal se encontró a mayor distancia que en el Fundo El Bosque. Las mayores distancias encontradas fue en el Fundo El Bosque esto posiblemente a que en esta misma área haya mayor presencia de claros naturales ocasionando disturbios lo que estaría favoreciendo la dispersión a mayor distancia de las semillas de la especie en estudio.

El efecto de la distancia al árbol madre ha sido tema de estudio desde los años treinta Ridley citado por Janzen (1970). El modelo más conocido de Janzen (1970) y Connell (1971), el cual asume que la alta densidad de semillas y plántulas que tiende a concentrarse cerca de los árboles madre, desaparece por completo después de un período determinado. Por otro lado Howe y Smallwood (1982) dice que la supervivencia de los individuos jóvenes aumenta con la distancia a la planta madre.

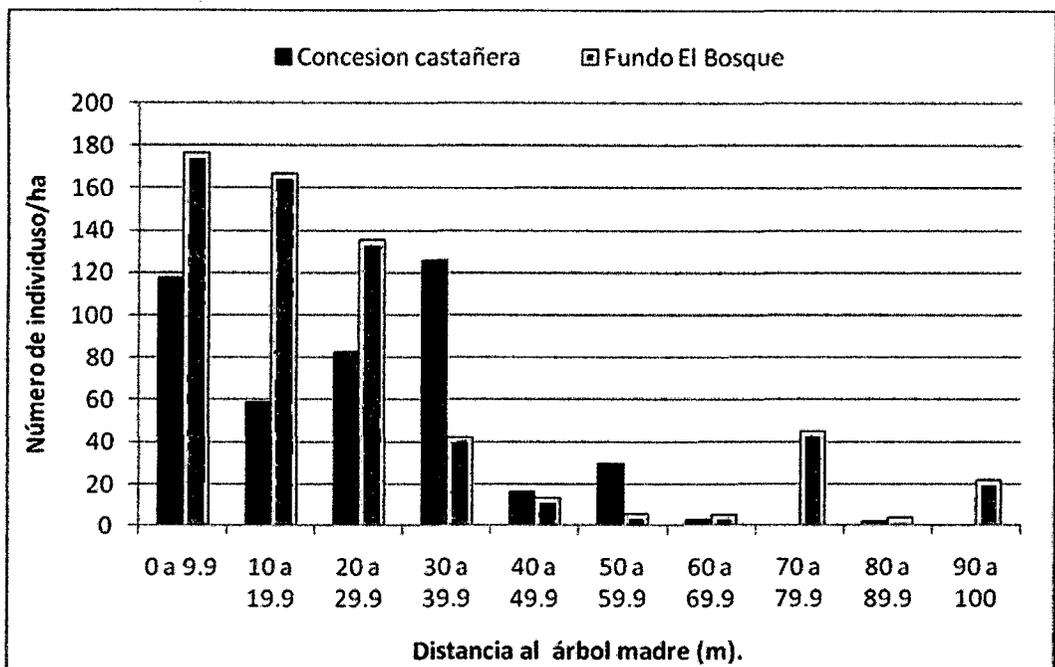


Figura 20. Densidad general de la regeneración natural de *A. leiocarpa* en relación al distanciamiento, en la concesión castañera y Fundo El Bosque.

Fuente: Elaboración propia, (2014).

La distancia de la regeneración con relación al árbol madre fue clasificada en 10 rangos (0 a 9.9m; 10 a 19.9m; 20 a 29.9m; 30 a 39.9m; 40 a 49.9m; 50 a 59.9m; 60 a 69.9m; 70 a 79.9m; 80 a 89.9m; 90 a 100m.). La dispersión se analizó para determinar a qué distancia aproximadamente se llega a encontrar regeneración natural de *Apuleia leiocarpa*.

Analizando el distanciamiento en metros al árbol madre, de la ocurrencia de regeneración natural, podemos observar en la figura 20, que la mayor cantidad de individuos en regeneración se localiza, en relación a los árboles madre, en el Fundo El Bosque donde hay individuos hasta aproximadamente 100 metros del árbol madre, sin embargo entre las distancias de 0 hasta 59.9 metros donde se concentra mayor regeneración de *A. leiocarpa*, disminuyendo gradualmente más allá de los 60 metros.

En los árboles madre, de la concesión castañera, la ocurrencia regeneración natural llega hasta los 89.9 metros, sin embargo la mayor cantidad de individuos en regeneración se presenta hasta los 59.9 metros. Por lo tanto los hallazgos sugieren que la dispersión de las semillas va más allá de los 50 metros llegando incluso hasta cerca de los 100 m de distancia del árbol madre.

Además el estudio demostró que el viento puede dispersar los frutos de *A. leiocarpa* hasta una distancia a 60 metros del árbol madre, aunque probablemente estas pueden dispersarse aun más lejos, por lo que habría que muestrear o realizar transeptos más grandes para determinar realmente hasta que distancia se dispersan.

Manzareno (2003), en un estudio similar de regeneración natural de *Swietenia macrophylla* través de árboles semilleros, encontró que los distanciamientos donde se localizó mayor regeneración se encuentran entre 5 hasta 45 metros, disminuyendo gradualmente en los 55 metros. Mostacedo (observación personal, 2001) señala que *A. leiocarpa* es una especie que reporta una amplia dispersión de semillas logrando más de 50 metros. Por otra parte también la amplitud de dispersión de especies anemócoras puede estar influenciada por la distancia desde la planta madre, la dirección del viento, la altura de los individuos y la vegetación circundante (Sihna y Davidar 1992, Chambers y MacMahon 1994), como también lo sugieren los hallazgos del presente estudio.

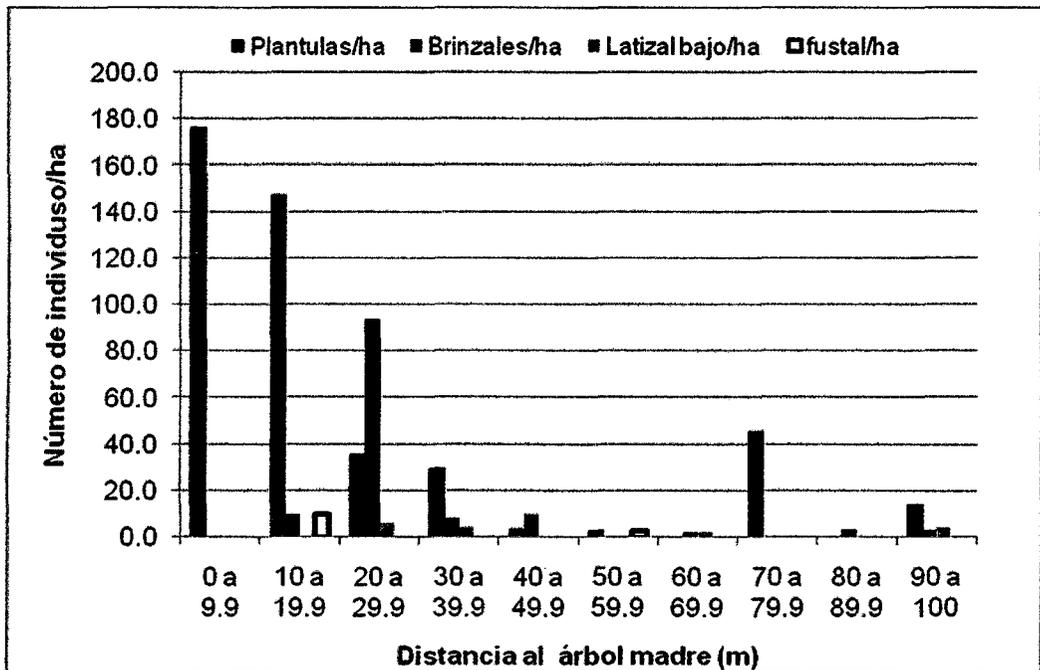


Figura 21. Densidad del establecimiento de las diferentes categorías de regeneración y la distancia en que se establecen, para *A. leiocarpa*, en el Fundo El Bosque.

Fuente: Elaboración propia, (2014).

En la figura 21, se observa que en el Fundo El Bosque se obtuvo la mayor densidad de la regeneración (613,62 ind/ha), de los cuales 453.21 individuos representan el 73.85% de la regeneración en la categoría de plántulas. La distancia de mayor presencia de categorías de regeneración es entre los 20 a los 29.9 metros del árbol madre, siendo la categoría de regeneración de plántula con 35.29 individuos/ha, y brinzales con 94.12 individuos/ha las que presentan mayor abundancia y latizal bajo con 5.88 individuos/ha. A distancias superiores de 30 metros, el número de individuos en las diferentes categorías de regeneración de *A. leiocarpa* es muy bajo, observándose principalmente a latizales bajos y fustales. La dispersión de *A. leiocarpa*, es anemocórica, es importante indicar que, esta especie no libera las semillas, si no que estas son llevadas en los frutos.

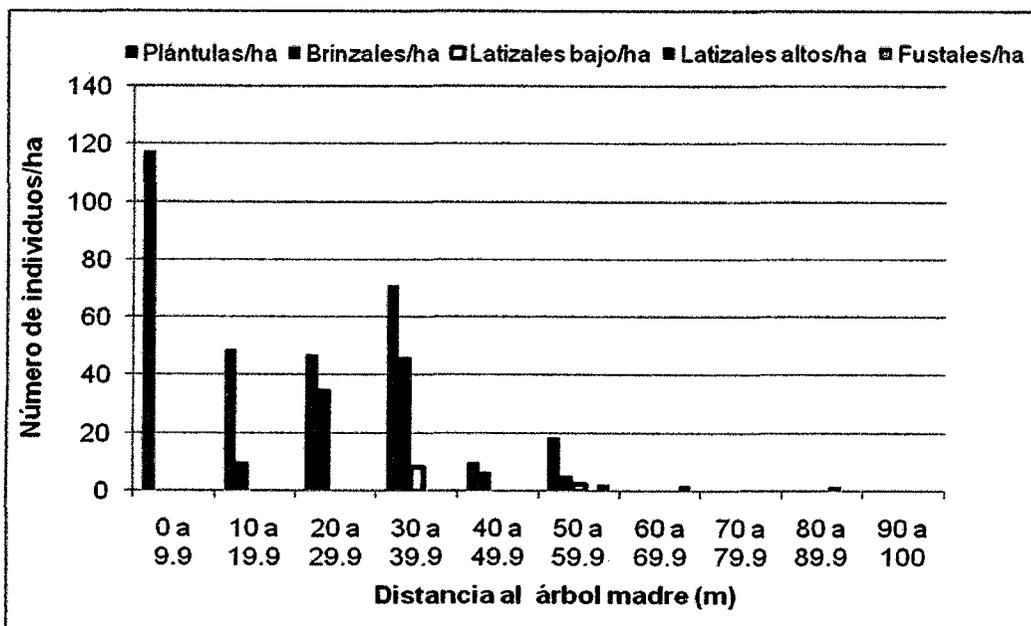


Figura 22. Densidad del establecimiento de las diferentes categorías de regeneración y la distancia en que se establecen, para *A. leiocarpa*, en la Concesión castañera.

Fuente: Elaboración propia, (2014).

En la figura 22, en la concesión castañera se obtuvo una densidad de la regeneración (434.61 ind/ha), de los cuales 313.67 individuos representan el 72.17 % de la regeneración en la categoría de plántulas. La distancia de mayor presencia de las categorías de regeneración es entre los 30 a los 39.9 metros del árbol madre, siendo la categoría de regeneración de plántula con 71.42 individuos/ha, y brinzales con 46.21 individuos/ha las que presentan mayor abundancia y latizal bajo con 8.40 individuos/ha. A distancias superiores de 40 metros, el número de individuos en las diferentes categorías de regeneración de *A. leiocarpa* es muy bajo, observándose principalmente a latizales bajos y fustales.

Las plántulas se encuentran en altas densidades cerca del árbol madre tanto en El Fundo El Bosque, como en la Concesión Castañera, pero la mayoría de estas plántulas desaparecen rápidamente por la poca luz que reciben y la fuerte competencia que se establece, lo que concuerda con Cintron (1990) que esta alta mortalidad se debe a la sombra y a la competencia. Por su parte Harms y Paine (2003), establecen que, y como se observó en la investigación, que la categoría que tiene mayor probabilidad de establecerse y permanecer y por ende sobrevive es aquel que se establece a una distancia adecuada de los adultos relacionado. Se añade que esta distancia adecuada puede ser aquellos no cercana a la sombra de los productores, unos 20 metros y, además que se den condiciones de luz suficientes y baja competencia.

3.4.3.1. Análisis de varianza de las clases diamétricas del árbol madre respecto al número promedio de regeneración natural de *A. leiocarpa* de las dos áreas de estudio. (n= 27, regeneración árbol madre n= 175)

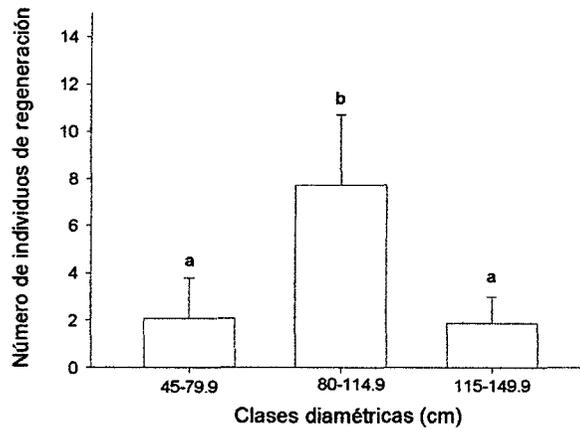


Figura 23. Número promedio (\pm error estándar) de regeneración natural por clases diamétricas del árbol madre de *A. leiocarpa* de las dos áreas de estudio.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la figura 23, podemos observar que en la clase diamétrica de 80 a 114.9 cm se encontró una mayor concentración de regeneración natural, sin embargo la concentración de la regeneración de individuos más bajo fue en las clases diamétricas de 45 a 79.9 y 115 a 149.9 cm, al mismo tiempo dichos promedios son estadísticamente iguales.

3.4.3.2. Análisis de varianza de las clases de altura del árbol madre respecto al número promedio de regeneración natural de *A. leiocarpa* en las dos áreas de estudio. (n= 27, regeneración árbol madre n= 175).

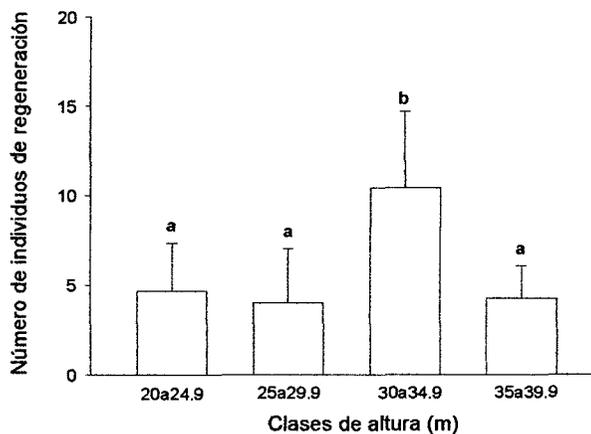


Figura 24. Número promedio (\pm error estándar) de regeneración natural por clases de altura del árbol madre de *A. leiocarpa* de las dos áreas de estudio.

Fuente: elaboración propia, (2014).

De acuerdo a los resultados en la figura 24, podemos observar que en la clase de altura del árbol madre de 30 a 34.9 m se encontró una mayor concentración de regeneración natural, sin embargo la menor concentración de regeneración natural fue inferior en las clases de 20 a 29.9 y 35 a 39.9 m de altura del árbol madre, de igual forma resulto ser no significativo estadísticamente, es decir estas clases son iguales en la concentración de regeneración por árbol.

3.4.3.3. Análisis de varianza de las clases de diámetro de copa del árbol madre respecto al número promedio de regeneración natural de *A. leiocarpa* de las dos áreas de estudio. (n= 27, regeneración árbol madre n= 175)

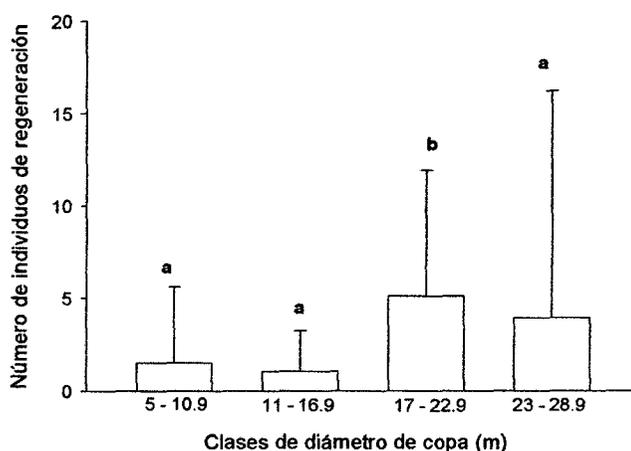


Figura 25. Número promedio (\pm desviación estándar) de regeneración natural por clases de diámetro de copa del árbol madre de *A. leiocarpa* de las dos áreas de estudio.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la figura 25, observamos que el diámetro de copa de 17 a 22.9 m de los árboles madre presento mayor concentración de regeneración y comparando con las clases de 5 a 16.9 y 23 a 28.9 m no presentaron una diferencia estadística significativa es decir estas clases de diámetro de copa posiblemente no influiría en la concentración de la regeneración natural.

3.5. Evaluación de la regeneración natural de *A. leiocarpa*, según densidad de las categorías de regeneración, mediante parcelas anidadas, en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.

Tabla 18. Densidad de individuos/ha de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* para ambas áreas de estudio.

Categorías de regeneración	Tamaño de las parcelas (m)	N° de parcelas	Superficie total	Fundo El Bosque		Concesión castañera	
				(m ²)	(ind/ha)	(m ²)	(ind/ha)
Plántulas	2 m X 2m (4 m ²)	200	800 m2	46	575	23	287.5
Brinzales	4m X 4m (16 m ²)	200	3200 m2	51	159.375	14	43.75
Latizales	10m X 10m (100 m ²)	100	10000 m2	14	14	3	3
Fustal	20m X 20m (400 m ²)	100	40000 m2	0	0	1	0.25

Fuente: Elaboración propia, (2014).

El análisis de abundancia se realizó para cada una de las áreas de estudio (Fundo El Bosque y Concesión castañera). Para las categorías de plántulas, brinzales, y latizales, la densidad de la regeneración natural de los individuos de *A. leiocarpa* en ambas áreas fue muy diferente, siendo aproximadamente equivalentes en el estadio de fustal juvenil.

En la tabla 18, los resultados muestran que, en el Fundo El Bosque, la mayor parte de la regeneración natural se presentó en la categoría de plántulas, en tanto en la categoría de brinzales se registró poco menos de la tercera parte de los individuos registrados en la categoría de plántulas, en tanto que los latizales representaron más de la décima parte de las plántulas, no reportándose individuo alguno en fustales juveniles.

De otro lado, Concesión castañera, la mayor regeneración natural correspondió a plántulas sin embargo fue casi la mitad de la observada en el Fundo El Bosque. La categoría de brinzales representó poco más de la sexta parte de las plántulas en tanto que los latizales representaron casi la centésima parte de las plántulas, en tanto que los fustales juveniles estuvieron presentes en uno por cada 4 ha a diferencia del Fundo El Bosque donde no hubo alguno. Adicionalmente la población de densidad de individuos por hectárea de las categorías de regeneración natural de *A. leiocarpa* se distribuye

aparentemente en una tenencia de "J" invertida en la concesión castañera y el Fundo El Bosque.

Por otra parte el muestreo de regeneración realizado por la Empresa Forestal Consolidado Otorongo la densidad de *Apuleia leiocarpa* fue 0.52 individuos/ha a nivel de fustales mientras que para las categorías de latizales y brinzales la densidad fue nula, estos resultados a nivel de fustales superan a lo encontrado en la presente investigación tanto en el Fundo El Bosque como también en la concesión castañera, estas diferencias encontradas podrían estar atribuidos a densidad de plántulas como también a la producción de semillas.

Tabla 19. Abundancia de individuos, según categoría de regeneración natural de *A. leiocarpa*, en diferentes subsectores del bosque.

Categorías de regeneración	Regeneración natural en subsectores del bosque.							
	Soto bosque		Claro		Costado del claro		Trocha	
	Fundo El Bosque	Concesión castañera	Fundo El Bosque	Concesión castañera	Fundo El Bosque	Concesión castañera	Fundo El Bosque	Concesión castañera
Plántulas	51	15	44	38	15	2	4	12
Brinzales	23	3	43	21	0	0	12	12
Latizales bajos	4	1	6	2	0	0	5	1
Latizales altos	2	1	1	1	1	0	1	1
Fustales	0	2	1	1	1	0	0	0
Total	80	22	95	63	17	2	22	26

Fuente: Elaboración propia, (2014).

El hecho de haber encontrado tanto individuos en las diferentes categorías de regeneración natural tanto bajo del dosel como en exposición a la luz solar esto posiblemente confirmaría lo señalado por Dean Vaka (2002) quien encontró mayor densidad de regeneración natural en áreas abiertas, patios de acopio, sendas de extracción de madera, claros del bosque y barbechos, información similar a la reportada por Licon (2003) que menciona que *A. leiocarpa* es una especie que tiene regeneración abundante en bosques perturbados, poblando con facilidad áreas rocosas. Se encuentra también en áreas cultivadas, pastizales, pastos abandonados y chacos en los que normalmente se lo encuentra en conglomerados de árboles de todas las edades. Por tanto, considerando la clasificación de Ortega (1995) y Sousa-Silva *et al.* (2000), se trataría de una heliófila parcial, que tolera sombra entre 50 y 70 %, mostrando un menor desempeño en condiciones de dosel cerrado.

3.6. Caracterización de la regeneración natural de *A. leiocarpa*, según los subsectores del bosque: sotobosque, claro, costado de claro y trochas en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.

El análisis de la caracterización de las categorías regeneración natural se realizó para cada uno de los subsectores del bosque en sotobosque, claro, costado de claro, y trochas en el Fundo El Bosque y la Concesión castañera.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la figura 26 y 27 la caracterización en regeneración se encuentra en el subsector del sotobosque y claro que aparentemente tienden a una tenencia de *j* invertida lo que daría a conocer que esta especie tiene la capacidad de establecerse bajo sombra y al incrementar su tamaño dependerían de la apertura de claros que ocurran para sobrevivir pero por otro lado la densidad de las categorías de regeneración fue menor en trochas y costado de claro esto indicaría a los disturbios que ocurren: como intervención antropogénica y naturales como también a las historias pasadas del bosque. Esto estaría posiblemente originando un cambio en el establecimiento del proceso de regeneración de esta especie en estudio *A. leiocarpa*

3.6.1. Regeneración natural por tipo de subsectores, en las categorías de regeneración de *A. leiocarpa* en el Fundo El Bosque.

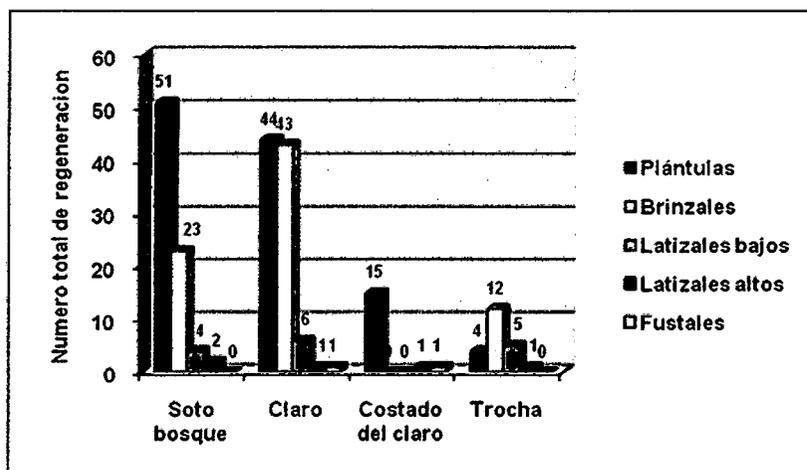


Figura 26. Abundancia de las categorías de regeneración de *A. leiocarpa* en los diferentes subsectores del bosque en el Fundo El Bosque

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la figura 26, observamos que en el Fundo El Bosque encontramos que los Claros presentaron mayor número de individuos en la categoría las plántulas, brinzales y con 7 individuos en las siguientes categorías; sin embargo en el sotobosque hubo mayor

número de plántulas que en claros pero no el brinzales y respectivamente 6 individuos en el resto de las categorías regeneración; en las trochas y costados de los claros hay una disminución respectivamente entre las categorías de la regeneración natural de *A. leiocarpa*.

3.6.2. Regeneración natural por tipo de subsectores, de *A. leiocarpa*, Concesión castañera

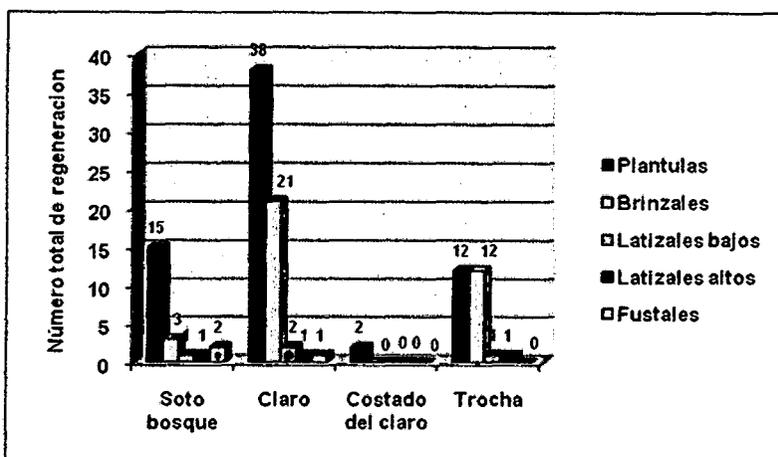


Figura 27. Abundancia de las categorías de regeneración de de *A. leiocarpa* en los diferentes subsectores del bosque en la Concesión castañera.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

De acuerdo al análisis en la figura 27, las diferencias más notorias entre tipo de subsectores y estadio por número de individuos vemos que hay un claro incremento en claros por el número de plántulas y brinzales siendo significativa la diferencia de cada uno de los estadios presentes, quedando relegado los latizales bajos, altos y fustales con un porcentaje inferior; en trochas se puede observar que hay igual proporción en cuanto a plántulas y brinzales presentes respecto a latizales bajos, latizales altos y fustales escaso número de individuos; en sotobosque se ve claramente que hay una disminución de los individuos en regeneración donde los plántulas son los más sobresalientes; en los costados de los claros respectivamente hay reducido número de individuos.

3.6.3. Porcentaje de regeneración natural de *A. leiocarpa* en los subsectores del bosque para ambas áreas de estudio.

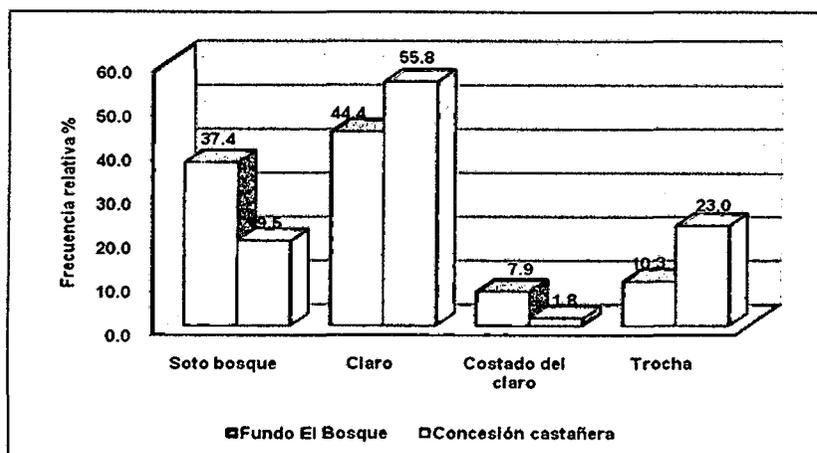


Figura 28. Frecuencia de la regeneración de *A. leiocarpa* en los subsectores del bosque.

Fuente: Elaboración propia, (2014)

En la figura 28, observamos que en los cuatro tipos de subsectores identificados la regeneración natural se distribuyen de manera irregular en ambas áreas de estudio siendo muy notoria la presencia de regeneración natural en los claros y con una presencia moderada en sotobosque y trochas y una muy reducida población en costados de los claros. Por todo lo visto es posible afirmar que el hábitat de preferencia de esta especie son los claros y sotobosques donde predomina esta última. *A. leiocarpa* es buena competidora y esto explica que esté presente en todos los estadios de recuperación del bosque y que sea característico de los bosques en etapas de recuperación avanzada. Esta especie se comporta como una esciófita en la primera etapa de su vida y luego como una heliófita, alcanzando el estrato superior del dosel (Leles et al 2000).

Los claros en la selva constituyen la base para el reclutamiento y la sucesión. Así, Richards (1952) puntualiza que la regeneración natural en un bosque tropical depende de las aperturas originadas por la caída de árboles, que generan condiciones propicias para el crecimiento y desarrollo de las plántulas y arbolitos jóvenes que han permanecido bajo la sombra. Grubb (1977) indica que en la regeneración en los claros influyen varios factores: a) tamaño y forma del claro, b) tipo de planta, c) estadio de crecimiento de la planta, d) edad del claro, e) orientación del claro, y f) altura de la vegetación circundante. En los bosques húmedos tropicales, la regeneración comúnmente se establece en claros formados por la muerte y caída de árboles del dosel o de ramas de gran tamaño. La mayor temperatura del suelo y la entrada de luz a los claros recién formados fomentan la germinación de semillas enterradas (Denslow 1987).

4. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados del inventario en el Fundo El Bosque se identificó 47 individuos de *A. leiocarpa* en 150 ha y en la Concesión castañera 29 individuos encontradas en 150 ha siendo la densidad de los individuos menor a 0.4 árboles por hectárea para ambas áreas de estudio. En la clase diamétrica de 80 a 89.9 cm presentó mayor concentración poblacional de individuos en ambas áreas de estudio a diferencia de las demás clases. La distribución de las clases diamétricas de los árboles no se ajustó a la típica "J" invertida, lo cual posiblemente indica que en el pasado se habrían presentado disturbios naturales o antrópicos originando así la muerte prematura de los individuos antes de llegar a otras clases. Por otra parte se evaluaron un total de 27 árboles de *A. leiocarpa* de las cuales 15 árboles madre en el Fundo El Bosque y 12 en la Concesión castañera.
2. Al aplicar la metodología de parcelas triangulares con relación a los árboles madre seleccionados el número de individuos en regeneración en el Fundo El Bosque fue de 103, en tanto en la concesión castañera el número de individuos fue 72 sumando en un total de 175 individuos (para todas las categorías). El proceso de regeneración natural de *A. leiocarpa* no presenta diferencias significativas en el número total de individuos en regeneración al comparar en el bosque continuo protegido con el bosque bajo manejo forestal. El número de regeneración natural de *A. leiocarpa* por categoría de regeneración no varió entre las áreas de estudio. La distribución de la regeneración natural de *A. leiocarpa* aparentemente sigue una tendencia "J" invertida en ambas áreas de estudio.
3. La relación de individuos de regeneración natural por árbol madre por orientación en el Fundo El Bosque fue por el N: 2.6, E: 3.5, S: 4.5, O: 1.4 y en la Concesión castañera N: 4, E: 1.6, S: 2.5, O: 0.5 y al comparar entre las diferentes orientación no presentaron diferencias estadísticas significativas por lo tanto se asumiría que la orientación no es un factor determinante, también estas semejanzas se podría fundamentar en patrones homogéneos de la distribución espacial y temporal de los factores ambientales que determinan los procesos de regeneración en estas áreas de estudio, tales como: porcentaje de germinación, tiempo de germinación, depredación de semillas, cantidad de luz requerida, condiciones microclimáticas y características del suelo.

4. Los resultados obtenidos en el Fundo El Bosque, indican que el diámetro normal y la altura de los árboles madre de *A. leiocarpa* se correlacionaron positivamente alto ($p < 0.05$) con el número de brinzales por árbol, en contraste con la Concesión castañera donde la altura se correlaciono negativamente alto ($p < 0.05$) con el total de individuos en regeneración. Finalmente en relación a las características del árbol madre se respalda la hipótesis alterna, es diferente entre las áreas de estudio.
5. Las distancias respecto al árbol madre a las que se encontraron las categorías en regeneración natural de *A. leiocarpa* en las parcelas triangulares de muestreo fueron mayores en el Fundo El Bosque en contraste con la Concesión castañera, que solo en la categoría de fustal se encontró a mayor distancia, en el que posiblemente en el Fundo El Bosque haya mayor presencia de claros naturales, intervención antrópica y transitabilidad mecánica lo que estaría favoreciendo la dispersión a mayor distancia de las semillas de la especie en estudio; Pero en relación a los promedio de la distancia respecto al árbol madre no presentaron diferencias significativas entre las categorías en las dos áreas de estudio, por otra parte en función a la densidad de regeneración respecto a los rangos de distancia del árbol madre la mayor presencia de categorías de regeneración de *A. leiocarpa* es entre 20 – 29.9 m (135.29 ind/ha) para el Fundo El Bosque mientras que en la Concesión castañera el rango fue de 30 – 39.9 m (126.03 ind/ha).
6. Se concluye que la densidad de regeneración natural respecto a la distancia del árbol madre fue mayor en el Fundo El Bosque (613,62 ind/ha), de los cuales 453.21 (73.85%) individuos representan la regeneración en la categoría de plántulas mientras que en la concesión castañera la densidad de regeneración fue 434. 61 ind/ha, de los cuales 313.67 (72.17 %) individuos representan la regeneración en la categoría de plántulas.
7. Los resultados obtenidos respecto a las características del árbol de *A. leiocarpa*, nos sugieren que en la clase de DAP de 80 a 114.9 cm, o en la clase de altura de 30 a 34.9 m y en la clase de diámetro de copa de 17 a 22.9 m estaban asociados con un mayor promedio de individuos en regeneración natural.
8. Al aplicar la metodología de parcelas anidadas la densidad de regeneración natural de *A. leiocarpa* en el Fundo El bosque es de 748.375 individuos/ha y en la Concesión castañera es de 334.5 individuos/ha para todas las categorías en regeneración, por otra parte las categorías de regeneración muestran una tendencia de la "J" invertida para ambas áreas de estudio lo que indicaría posiblemente que se aseguraría el éxito en su establecimiento al haber mayor cantidad de individuos en

regeneración en la categoría de plántulas. En relación a la densidad se respalda la hipótesis alterna ya que la densidad de individuos es diferente entre las áreas de estudio.

9. El estudio mostró que el establecimiento de la regeneración natural de *A. leiocarpa* presento una mayor concentración de individuos en regeneración en los subsectores sotobosque y claro lo cual es concordante con estudios previos que señalan que esta especie se comporta como una esciófita parcial en la primera etapa de su vida y luego como una heliófita, por tanto esto explicaría que puede germinar y desarrollarse temporalmente en micrositos cerrados donde la entrada de luz es regular a escasa y estos a la espera de claros para desarrollarse, o en su defecto posiblemente morir si éstos no aparecen.

5. RECOMENDACIONES

1. En cuanto a la selección del área recomendamos tener información sobre la historia de actividades que se habrían desarrollado (aprovechamiento forestal y sus técnicas de aplicación) con la finalidad de relacionar mejor los hallazgos de la densidad de regeneración natural frente a los árboles progenitores.
2. Debido ante todo a que tenemos una alta abundancia de plántulas y brinzales las mismas que disminuyen de manera significativa su población se recomienda que para estudios posteriores se tome en consideración la aplicación de tratamientos silviculturales para observar su comportamiento. Por otra parte también recomendamos realizar el tratamiento silvicultural de enriquecimiento, de la especie *A. leiocarpa* por implantación de Brinzales, con la única finalidad de asegurar el éxito de la especie dentro del bosque, también es necesario el enriquecimiento para favorecer el aumento del volumen de extracción de madera en años posteriores con fines económicos para los que hacen uso de la actividad de extracción de madera.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos recomendamos realizar estudios de regeneración natural de *A. leiocarpa* tomando como referente a aquellos árboles con las siguientes características dasométricas: DAP a partir de 80 a 114.9 cm o en la clase de altura 30 a 34.9 m o también a partir de la clase de diámetro de copa 17 a 22.9 m
4. Recomendamos realizar estudios de regeneración de la especie de *A. leiocarpa* de forma longitudinal para observar la dinámica de regeneración en el bosque principalmente el patrón de la "J" invertida a lo largo del tiempo para determinar si los disturbios producidos de forma antropogénica o natural causan impacto sobre la dinámica de la regeneración natural.
5. También se recomienda contar con una institución dedicada a la investigación y a generación de conocimientos que permita a los diferentes actores del sector forestal, ya sean públicos, privados o sociales, tomar decisiones orientadas a la conservación y al aprovechamiento sostenible de los recursos del bosque con base en información seria y confiable. Adicionalmente es recomendable que las empresas madereras apoyen a la ejecución de estudios similares para aportar a la regeneración natural, y promover la sostenibilidad del bosque.

6. BIBLIOGRAFIA

- Asquith, N. (2002). La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. En M. In Guariguata, & G. Kattan, *Ecología y conservación de bosques Neotropicales* (págs. 377-406). Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ).
- Balcázar Rodríguez, J. (2003). Estructura y Composición florística de los tipos de bosque e instalación de parcelas permanentes. Santa Cruz - Bolivia.: BOLFOR.
- Barany, M., A. Hammett y P. Araman. (2003). Lesser used species of Bolivia and their relevance to sustainable forest management. *Forest Products Journal* , 28-33.
- Bawa, K.S.; Seidler, R. (1998). Natural forest management and conservation of biodiversity in tropical forests. *Revista Conservation Biology* , 46-55.
- Bazzaz, F. (1991.). Regeneración of tropical forests: physiological responses of pioneer and secondary species. En A. In Gomez Pompa, T. Whitmore, & M. Hadley, *regeneration and management* (Vol. Volumen 6, págs. 91-118). New Jersey, USA: UNESCO.
- Begon, M.; Harper, J.; Townsend, C. (1999). *Ecology: individuals, populations and communities* (3rd ed.). Oxford.
- Brokaw, N. (1985.). Treefalls, regrowth, and community structure in tropical forests. En S. In: Pickett, & P. White, *The ecology of natural disturbance and patch dynamics* (pág. 472). London: Academic Press.
- Bullock, J. M., Clarke, R. T. (2000). Long distance seed dispersal by wind: Measuring and modelling The tail of the curve. *Acta Oecologica* , 506-521.
- Caldeira, M. V. W., P. Spathelf, L. R. Barichello, H. L. M. Vogel y M. V. Schumacher. . (2005). Effect Of Different Doses Of Vermicompost On The Growth Of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. *Revista Académica* , 11-17.
- Carvalho, P. E. (1994.). *Espécies florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Brasília: EMBRAPA-CNPQ.
- Cavelier, J.; Vargas, G. (2002). Procesos hidrológicos. En M. In Guariguata, & G. Kattan, *Ecología y conservación de bosques Neotropicales* (págs. 145-165). Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ).
- Chambers, J.C. y J.A. MacMahon. (1994). A day in the life of a seed: Movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annual Review of Ecology Systematic* , 263-292.
- Chapman, C.; Chapman, L.J. (1997). Forest regeneration in logged and unlogged forests of Kibale National Park, Uganda. *Revista científica Biotropica* , 396-412.
- Chazdon, R.J.; Fetcher, N. (1984). Photosynthetic light environments in a lowland tropical rain forest. *Journal of Ecology in Costa Rica* , 553-564.

- Cintron, B. (1990). *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar. In: Burns, R.M., B. H. Honkala (Eds.). *Silvics of North America: 2. Hardwoods*. Agriculture Handbook. USA: Forest Service.
- Clark, D. &. (1992). Life-history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecol. Monogr* , 315-344.
- Clark, D. (2002). Los factores edáficos y la distribución de las plantas. En M. In Guariguata, & G. Kattan, *Ecología y conservación de bosques Neotropicales* (págs. 193-221). Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ).
- Clark, D., & D., C. (1987). Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. *Revista Biológica Tropical* , 41-54.
- 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. *Revista journal of Ecology* , 2581-2594.
- Clark, D.B.; Clark, D.A. (1987b). Population ecology and microhabitat distribution of *Dipteryx panamensis*, a Neotropical rain forest emergent tree. *Revista científica Biotropica* , 236-244.
- Connell, J. H. (1971). On the roles of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest. *Center of Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands* , 298-312.
- Contreras, F., Cordero W., y Fredericksen, T. (2001.). *Evaluación del aprovechamiento forestal*. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR.
- Cottrell, T. R. (2004). Seed rain traps for forest lands: considerations for trap construction and study Design. *Journal of Ecosystems and management* , 1-6.
- Cronquist, A. (1988). *The evolución and clasificación of flowering Plants*. New York Botanical Garden, Bronx , 555 p.
- Curran, L.M.; Caniogo, I.; Paoli, G.D.; Astianti, D.; Kusneti, M.; Leighton, M.; Nirarita, C.E.; Haeruman, H. (1999). Impact of El Niño and logging on canopy tree recruitment in Borneo. *Revista Ecológica Science* , 2184–2188.
- Daniel, P.W., Helms, U.E., Baker, F.S.,. (1982). *Principios de Silvicultura*. México: McGraw-Hill.
- Dauber, E. (1995.). *Manual de instrucciones para inventarios forestales de reconocimiento*. Santa Cruz, Bolivia.
- De Steven, D. (1994.). Tropical tree seedling dynamics: Recruitment patterns and their population consequences for three canopy species in Panama. *Journal of Tropical Ecology* , 369-383.
- Denslow, J. S. (1987.). Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* , 431-451.

- Dickinson, M.B.; Whigham, D.F.; Hermann, S.M. (2000). Tree regeneration in felling and natural treefall disturbances in a semideciduous tropical forest in Mexico. *Forest Ecology and Management* , 137–151.
- Dosantos, B.E. y Alván, R. J. (2010). Regeneración de un bosque natural de terraza alta con fines de manejo, carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú. *Conocimiento amazónico* (págs. 33-40). Iquitos-Perú: Fondo Editorial Universitario de la UNAP.
- Eis, S. (1976). Association of western white pine cone crops with weather variables. *Canadian Journal of Forest Research* , pag . 6-12.
- Espinoza, A. (1991). Cobertura de copa del dosel superior y regeneración en el bosque húmedo tropical de San Carlos Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Ewel, J. (1980). Tropical succession: mainfolds routes to maturity. *Revista científica Biotropica* , 2-7.
- Fearnside, P. M. (1997). Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* , 59-87.
- Felippi, M; Belmonte, R; Bisognin, E; Machado, M; Jonas, Solon. (2012). Fenología, morfología e análise de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. *Revista Ciência Florestal, Santa María* , 477-491.
- Fessy, N. 2. (2007). Dinámica de árboles en el bosque Pre Andino Amazónico a través de parcelas permanentes de muestreo. Santa Cruz. Bolivia: IBIF.
- Finegan, B. (1997). Comunidades de bosques tropicales: historia, perturbación y el efecto del ambiente físico. CATIE, Costa Rica.
- Finegan, B. (1992). El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. En *Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales* (pág. 30). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Finol, U. H. (1972). Nuevos Parámetros a Considerarse en el Análisis Estructural de las Selvas Vírgenes Tropicales. *Revista Forestal de Venezuela* , 29-48.
- Fredericksen, T. S., Mostacedo, B., y Kennard, D. (1998.). La vegetación competidora inhibe la regeneración de los Bosques Bolivianos. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR.
- Fredericksen, T.; Contreras, F. Pariona, W. . (2001.). Guía de silvicultura para bosques tropicales de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR.
- Fredericksen, T., Mostacedo, B. . (2000.). Diagnósticos rápidos de la regeneración forestal. Santa Cruz, Bolivia.: BOLFOR.
- Gamboa, B. N. (2008). Regeneración natural de *Dipteryx panamensis* (pitier) record en fragmentos de bosque, sarapiquí, Costa Rica. Tesis de maestría *Magister Scientiae*. Costa Rica: CATIE.
- Gandullo, J. (1985). *Ecología Vegetal*. Fundación Conde Valle de Salazar. ETSIM. Madrid

- García, D., Zamora, R., Gómez, J. M., Jordano, P., Hódar, J. A. (2000). Geographical variation in seed production, predation and abortion in *Juniperus communis* throughout its range in Europe. *Revista Journal of Ecology* , 436-446.
- Gómez Pompa, A. y C. Vázquez Yanes. (1985). Estudios sobre la regeneración de Selvas en regiones cálido-húmedas de México. En A. y. Gómez Pompa, Investigaciones sobre la regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México. Alhambra Mexicana (págs. 1-25). Veracruz, México: Alhambra Mexicana.
- Grubb, P. (1997.). The maintenance of species – richness in plant communities; the importance of the regeneration niche. *Revista Biologica.* , 107 – 135.
- Guariguata, M. (1998.). Consideraciones ecologicas sobre la regeneracion natural aplicada al manejo forestal. Unidad de Manejo de Naturales. CATIE. Turrialba: Informe Tecnico.
- Gutiérrez, V. H. y J. S. Sandoval. (2002). Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia. La Paz, Bolivia: MDSP, FAO-PAFBOL, IBAMA y LPF.
- Harms, K.E. y C.E.T. Paine. (2003). Regeneración de árboles tropicales e implicaciones para el manejo de bosques naturales. *Ecosistemas XII*.
- Harper, J. L. (1969). The role of depredation in vegetational diversity. *Brookhaven Symposia in Biology* , 48-62.
- Harper, L. J. (1977). *Population Biology of Plants*. New York: Academic Press.
- Hartshorn, G. (1980). Neo-tropical forest dynamics. *Revista Biotropica* , 23-30.
- Hartshorn, G. (2002). Biogeografía de los bosques Neotropicales. En M. In Guariguata, & G. Kattan, *Ecología y conservación de bosques Neotropicales* (págs. 59-81). Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ).
- Heringer, E. P. y M. B. Ferreira. (1973). Árvores úteis da região geoeconômica do Distrito Federal:dendrologia: o gênero *Apuleia* - garapa. Sao paulo.
- Herrera, C. M., Jordano, P., Guitián, J., Traveset, A. . (1998). Annual variability in seed production by Woody plants and the masting concept: reassessment of principles and relationship to pollination And seed dispersal. *The American Naturalist* , 576-594.
- Hogan, K.; Machado, J. (2002.). La Luz solar: consecuencias biológicas y medición. En M. In Guariguata, & G. Kattan, *Ecología y conservación de bosques Neotropicales* (1era Ed ed., págs. 119-143 pp.). Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ). Cartago, Costa Rica.
- Houle, G. (1995). Seed dispersal and seedling recruitment: the missing links. *Revista Ecológica Eco Science* , 238-244.
- Howe, H. F. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics.* , 201-228.

- Ibisch, P. L. y G. Mérida. (2003.). Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Santa Cruz-Bolivia: Editorial FAN.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales) (2002). Resolución Jefatural N° 458- Diámetros mínimos de corta. Ministerio de Agricultura / Ley Forestal de Flora y Fauna Silvestre.
- Jackson, S.M.; Fredericksen, T.; Malcolm, J.R. (2002). Area disturbed and residual stand damage following logging in a Bolivian tropical forest. *Forest Ecology and Management*, 271–283.
- Janzen, D. (1970.). Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist* , 501-527.
- Janzen, D. H. (1971). Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology* , 465-492.
- Junqueira, R. G. P., E. M. Campos-Filho y F. M. Peneireiro. (2006.). Cuidando das Aguas e Matas do Xingu. ISA.
- Klein, R. M. (1982.). Contribuição à identificação de árvores nativas nas florestas do sul do Brasil. Congresso (págs. 421-440). São Paulo: Instituto Florestal, Campos do Jordão.
- Koenig, W. D., Mumme, R. L., Carmen, W. J., Stanback, M. T. (1994). Acorn production by oaks in Central Coastal California: variation within and among years. *Revista journal of ecology Ecology* , 99-109.
- Lamprecht, H. (1990). Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. En B. Mostacedo, & T. S. Fredericksen, *Silvicultura en los tropicos*. (pág. 335). Rossdorf, Alemania.
- Laurance, W. (2002). Nuevas perspectivas sobre la fragmentación de los bosques Amazónicos. En M. In Guariguata, & G. Kattan, *Ecología y conservación de bosques neo tropicales* (págs. 566-567). Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ).
- Leigue, G. J. (2011). Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Acta amazonica*, Asociación PROMAB , 135-142.
- Leite, E. J.; Hay, J. D. (1989). Natural regeneration of *Apuleia leiocarpa* vog. macbr. In a genetic reserve. *Ciencia e Cultura* , 804-807.
- Leles, P. S., D. G. Barroso, A. B. Novaes y C. E. Santos. (2000). Comportamento de garapa (*Apuleia leiocarpa*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) plantadas a pleno sol e sob linhas de enriquecimento em mata secundária degradada, no Município de Cardoso Moreira, Estado do Rio de Janeiro. *Simpósio Nacional Recuperação De Áreas Degradadas* (pág. 58). SOBRADE, Blumenau.

- Lelles, J. G. d., M. S. Reis, O. F. Valente y A. P. d. Souza. (1978). Durabilidade de moirões preservados em condições de campo. *Árvore* , 27-33.
- Licona, J. C. (2003). Tasas de incremento dimétrico, mortalidad y reclutamiento con base en las parcelas permanentes instaladas en diferentes regiones de Bolivia. (T. F. Erhard Dauber, Ed.). Santa Cruz, Bolivia.
- Link, D. y E. C. Costa. (1982). Ataque de carunchos em sementes de essências florestais. Congresso Nacional Florestal. Sobre Essências Nativas (págs. 1197-1200). São Paulo.
- Lombardi, I. (1975.). La regeneración natural en el restablecimiento de los bosques tropicales. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Magnanini, A. y C. Magnanini. (2002.). Arvores gigantescas da terra e as maiores assinaladas no Brasil. Coselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlantica. Sao Paulo.
- Mainieri, C. y J. P. Chimelo. (1989.). Fichas de características das madeiras brasileiras. São Paulo: IPT.
- Manta, M. (1989). Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en vertiente atlántica de Costa Rica. Tesis M. Sc. . Turrialba. Costa Rica: CATIE.
- Manzanero, M. (2001.). Estudio de la regeneración natural de especies de interés económico, en árboles semilleros y áreas afectadas por incendios forestales, en las concesiones comunitarias de Carmelita y San Andrés, Petén, Guatemala. Tesis M.Sc. Guatemala: Universidad Rural de Guatemala.
- Marquesini, N. R. (1995.). Plantas usadas como medicinais pelos índios do Paraná e Santa Catarina, sul do Brasil: guarani, kaingang, xokleng, ava-guarani, kraô e cayuá. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.
- Martínez, M. (1994). Regeneración Natural de Diversidad de Especies Arbóreas en Selvas Húmedas. Boletín informativo de la Sociedad Botánica de México , 179-224.
- Martins, R. C. C., I. S. Martins y M. Wetzel. (2000.). Germinação de *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr em laboratório. Congresso E Exposição Internacional Sobre Florestas (págs. 133-134). Instituto Ambiental Biosfera: Porto Seguro.
- Melgarejo, O., Peña, M., Fredericksen, T., & Mostacedo, B. (2005.). Silvicultura en Bosques Tropicales de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR.
- Melo, C. F. M. d., S. d. M. Alves y A. Wisniewski. (1986). O muiratauá (*Apuleia molaris*) como fonte de celulose para papel. Manaus: EMBRAPA-DDT.
- Montagnini, F.; Jordán, C. (2002). Reciclaje de nutrientes. En M. In: Guariguata, & G. Kattan, Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales (págs. 167-191). San Jose, Costa Rica: Libro Universitario Regional-LUR, EULAC-GTZ.
- Mostacedo, B. y M. A. Pinard. (2001). Ecología de semillas y plántulas de árboles maderables en bosques. En B. M. Fredericksen, Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales de Bolivia (págs. 11-29). Santa Cruz, Bolivia: Proyecto BOLFOR.

- Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. . (2001). Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR.
- Mostacedo, B., Fredericksen, T. (2000b). Estado de la regeneración de especies forestales importantes en Bolivia: Evaluación y recomendaciones. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR.
- Mostacedo, B., J. Justiniano, M. Toledo y S. T. Fredericksen. (2003). Guía Dendrológica de Especies. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR.
- Mostacedo, B; Fredericksen, T. (1999). Regeneration status of important tropical forest tree species in Bolivia assessment and recommendations. *Forest Ecology and Management*, 263 -273.
- Mucci, E. S. F., G. A. C. Lopez y R. G. Montagna. (1992). Durabilidade natural de madeiras em contato com o solo. *Congresso Nacional Sobre Essências Nativas* (págs. 558-563). São Paulo: Instituto Florestal São Paulo.
- Muñoz, V., M. Sauvain, G. Bourdy, J. Callapa, S. Bergeron, I. Rojas, J. A. Bravo, L. Balderrama, B. Ortiz, A. Gimenez y E. Deharo. (2000). A search for natural bioactive compounds in Bolivia through a multidisciplinary approach. *Journal of Ethnopharmacology* , 127-137.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in ecology & evolution* , 58-62.
- Myers, N. (1997.). *Principles of Conservation Biology*. En G. In Meffe, & C. Carroll, *Global Biodiversity* (págs. 123-158). U.S.A: Sinauer Associates.
- Namkoong, G. T. (1996). *Testing Criteria and Indicators for Assessing the Sustainability of Forest Management: Genetic Criteria and Indicators*. Indonesia: Center International Forestry Research.
- Natham, R. Safriel, U. N., Noy Meir, I., Schiller, G. (1999). Seed release without fire in *Pinus halepensis*, a Mediterranean serotinous wind-dispersed tree. *Revista Journal of Ecology* , 659-669.
- Nathan, R., Muller, Landau, H. C. (2000). Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and Consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution* , 278-285.
- Nicotra, A.; Chazdon, R.; Iriarte, S. (1999). Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forests. *Journal of Ecology* , 1908-1926.
- Oliveira-Filho, A., D. Carvalho, E. Vilela, N. Curi y M. Fontes. (2004.). Diversity and structure of the tree community of a fragment of tropical secondary forest of the Brazilian Atlantic Forest domain 15 and 40 years after logging. *Revista Brasileira de Botanica* , 685-701.
- Ortega, L. S. (1995). Temperamento de luz de los árboles del alto Paraná y potencial de regeneración forestal. *Ka'aguy Revista Forestal de Paraguay* , 16-20.

- Paiz, G. M. (1994). Fenología de *Pinus oocarpa* schiede en un bosque seco tropical en Guatemala. Tesis de maestría. Costa Rica: EDECO.
- Peña Claros M., E.M. Peters, M.J. Justiniano, F. Bongers, G.M. Blate, T.S. Fredericksen, F.E. Putz. (2008). Regeneration of commercial tree species following silvicultural treatments in a moist tropical forest. En *Forest Ecology and Forest Management* (pág. 1288). Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Santa Cruz, Bolivia.
- Peña, B.C., A. Monroy A., F.J. Álvarez Sánchez, M.C. Orosco Almanza. (2005). Uso del efecto de borde de la vegetación para la restauración ecológica del bosque tropical. *Revista Especializada en Ciencias Químico Biológicas* , 91-98.
- Peralta, R., D. K. Vaca, J. A. Rojas y G. Torrico. (2002.). *Arboles de Pando (volumen 1) : Principales especies maderables con énfasis en occidente*. Bolivia: PANFOR.
- Peres, C.A. & C. Baider. . (1997.). Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazilnut trees (*Bertholletia excels*) in southeastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* , 595-616.
- Pickett, S. T. (1989). Changing perspectives in community dynamics: A theory of successional forces. *Trends in Ecological and Evolution* , 241-245.
- Quevedo, A.; Alarcón, G. (2009). Composición florística y posición sociológica del centro de referencia e interpretación de la biodiversidad de terrazas altas de Madre de Dios-Cribatamadd. Madre de dios.
- Quevedo, L. (2006.). *Silvicultura and ecology of long-lived pioneer timber species in a Bolivian tropical forest*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Quirino, W. F., A. T. do-Vale, A. P. A. d. Andrade, V. L. S. Abreu y A. C. d.-S. Azevedo. . (2005). Poder calorífico da madeira e de materiais lignocelulósicos. *Revista da Madeira* , 100-106.
- Quiroz, D. (1998). *Muestreo para la prescripción de tratamientos silviculturales en bosques naturales latifoliados*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Richards, F. (1959). A flexible growth functions for empirical use. to *Journal of Experimental Botany* , 290 -300.
- Rivas, C.J.; Aguirre, C.; Jiménez, 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. *Revista Sistemas y Recursos Forestales*, 217-228.
- Rodríguez, A.V. y Mandujano, S. (2007). Efectos de la fragmentación sobre la composición y la estructura de un bosque tropical lluvioso Mexicano. En *E. y. Mesoamérica*, C. A. Harvey y J. C. Sáenz (págs. 179-196). INBio. Cap.
- Romero, R.M., S. Castillo., H.V. Der Wal., (2000). Análisis florístico de la vegetación secundaria derivada de la selva húmeda de Santa Cruz Tepetotutla (Oaxaca). *Boletín de Sociedad Botánica de México* , 89-106.

- Runkle, J. (1989). Synchrony regeneration, gaps, and latitudinal differences in the species diversity. *Journal of Ecology* , 546 – 547.
- Ruppelt, B. M., E. F. Pereira, L. C. Gonçalves y N. A. Pereira. (1991). Pharmacological screening of plants recommended by folk medicine as anti-snake venom. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*.
- Rykiel, E. J. (1985). Towards a definition of ecological disturbance. *Australian Journal of Ecology* , 361-365.
- Rzedowski, J. (1981.). *Vegetación de México*. México: Ed. Limusa, México.
- Sabogal, C., Carrera, F., Colan, V., Pokorny, B., Louman, B. (2004). *Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la Amazonia Peruana*. Lima, Peru: INRENA, CIFOR, FONDEBOSQUE, CATIE.
- Sáenz, G.; 1998., B Finegan & M. Guariguta. (1998). Crecimiento y mortalidad en juveniles de siete especies arbóreas en un bosque muy húmedo tropical intervenido de Costa Rica. *Costa Rica*.
- Sagers, C. L. (1992). Plasticity of plant defenses in a Neotropical shrub: effects of light and genotype. *Bulletin of the Ecological Society of America* .
- Salomão, A. N. (2002). *Tropical seed species' responses to liquid nitrogen exposure*. Brasil: Embrapa Brasília.
- Sánchez, P. R.; Castillo, A. O.; Cámara, C. L. (2011). Regeneración natural de La Selva Alta Perennifolia En El Parque estatal agua blanca, Macuspana, Tabasco, México. *Revista poli botánica* , 63-88.
- Santos, T., Tellería, J. L. (1997). Vertebrate predation on Holm oak, *Quercus ilex*, acorns in a fragmented habitat: effects on seedling recruitment. *Forest Ecology and Management* , 181-187.
- Schupp, E. W. (1995). Seed-seedling conflicts, habitat choice and patterns of plant recruitment. *American Journal of Botany* , 399-409.
- Schvartzman, J. J. y V. M. Santander. (1996). *Paraguay: Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos* . Asunción.
- SENAMHI, S. N. d. M. e. H. & ANA, A. N. d. A. (2010). *Estudio Diagnóstico Hidrológico de la Cuenca Madre de Dios*. Lima - Perú: Ministerio de Agricultura.
- Shibata, M., Nakashizuka, T. (1995). Seed and seedling demography of four co-occurring *Carpinus* Species in a temperate deciduous forest. *Journal of Ecology* , 1099-1108.
- Silva, A., R. Oliveira, N. Santos y A. Paula. (2003). Floristic composition and ecological groups of species of a submontane semideciduous forest stretch on So Geraldo Farm. *Revista arvore* , 311-319.

- Sinha, A. y P. Davidar. (1992). Seed dispersal ecology of a wind dispersed rain forest tree in the Western Ghats. *Revista Biotropica* , 519-526.
- Sirois, L. (2000). Spatiotemporal variation in black-spruce cone and seed crops along a boreal forest tree line transect. *Canadian Journal of Forest Research.* , 900-909.
- Sork, V. L., Bramble, J. Sexton, O. (1993). Ecology of mast fruiting in three species of North-American deciduous oaks. *Revista journal of ecology* , 528-541.
- Sosa, G. N. (2001). Establecimiento y monitoreo de las parcelas permanentes de muestreo bajo la asistencia de la asociación Centro Maya. Petén, Marzo: Programa Manejo de los recursos naturales Asociación Centro Maya.
- Sousa-Silva, J. C., E. V. T. Carvalho, J. M. Felfili Y A. C. Franco. (2000). Crecimiento de *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. Vog. Sob quatro níveis de sombreamento. Congresso Nacional de Botânica, (pág. 64). Brasília.
- Spurr, S.H.; Barnes, B.W. (1982). *Ecología Forestal*. Mexico: AGT Editor.
- Suárez, A. (2001). Aprovechamiento sostenible de madera de *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* de regeneración natural en cacaotales banales de indígenas de Talamanca, Costa Rica. Tesis de Magister Scientiae. Turrialba, Cartago, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Toledo, M., Cruz, M., Pariona, W., Mostacedo, B. (2005.). Plántulas de 60 especies forestales en Bolivia. Santa Cruz Bolivia: IBIF.
- Vaka, D. k. , Tarrico, G., Peralta, R.,(2002). Ecología de especies maderables menos conocidas en el Departamento de Pando – Bolivia. *Apuleia leiocarpa*. Bolivia: Bolfor.
- Van der Wall, S. B., Kuhn, K. M., Beck, M. J. (2005). Seed removal, seed predation and secondary dispersal. *Journal of Ecology* , 801-806.
- Van Rheenen, H. (2005). The Role of Seed Trees and Seedling Regeneration for Maintenance in Logged-over Forests - a study in the Bolivian Amazon rainforest. Tesis. Utrecht, Países Bajos: Universidad de Utrecht. .
- Van Rheenen, J., Boot, R., Zuidena, P, Werger, M., Ulloa, M., Wieringa, N., Vos, V., & Guardia, S. (2003.). Regeneración natural de árboles maderables en un bosque aprovechado en la Amazonía Boliviana. Riberalta-Beni, Bolivia: PROMAB.
- Van Rheenen, J; Boot, R; Werger, M; Ulloa, M. (2004). Regeneration of timber trees in a logged tropical forest in North Bolivia. *Forest Ecology and Management*, 39–48.
- Vásquez, C. (2010.). Regeneración natural de cinco especies forestales con diferentes intensidades de aprovechamiento en la Concesión Sagusa del Departamento Pando. Universidad Amazónica de Pando: Pando-Bolivia.
- Vega, M. (2005.). Planificación agroforestal participativa para el enriquecimiento de fincas cacaoteras orgánicas con especies leñosas perennes útiles, Alto Beni. Costa Rica: CATIE.

- Vidaurre, H. (1991). Regeneración Natural. Exposición de los avances y resultados del proyecto de estudio en conjunto sobre investigación y regeneración de bosques en la zona Amazónica de la República del Perú. Pucallpa: Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustria.
- Vilchez, B., y Rocha, O. (2006). Estructura de una población del árbol *Peltogyne purpurea* (Caesalpiniaceae) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica. *Revista Biológica Tropical* , 1019-1029.
- Villegas, Z. (2009). Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbride- Caesalpiniaceae. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto BOLFOR II/ Instituto Boliviano de Investigación Forestal.
- Wadsworth, F. (2000). Producción forestal para América tropical. Washington: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. 563 p.
- Wadsworth, F. (2000). Producción Forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Manual de Agricultura , 710 p.
- Walsh, P. (2012). Programa de Perforación de 05 Pozos Exploratorios y 04 Pozos Confirmatorios en el Lote 114.
- Walsh, P. (2010). Proyecto de Desarrollo del Área Sur del Campo Kinteroni.
- Weis, A.E. y M.R. Berenbaum. (1989). Herbivorous insects and green plants. En I. A. W.G., *Plant-animal interactions* (págs. 123-162). New York: McGraw-Hill.
- Whitmore, T. C. (1996.). A review of some aspects of tropical rain forest seedling ecology with suggestions for further inquiry. In *The ecology of tropical forest tree seedlings* , 3-39 p.
- Whitmore, T. C. (1990). An introduction to Tropical rain forest. Oxford: University press 226 p.
- Whitmore, T. C. (1998). An introduction to Tropical rain forest (2 ed.). Oxford.
- Whitmore, T. C. (1991). An introduction to Tropical rain forest. Oxford.
- Wilson, E. (1988). The current state of biological diversity. National Academy Press.
- Yucra, V. (1996). Plan general de manejo forestal en CIMAL Ángel Sandoval. Santa Cruz, Bolivia: CIMAL.
- Zhang, H., Chen, Y., Zhang, Z. (2008). Differences of dispersal fitness of large and small acorns of Liadong oak (*Quercus liaotungensis*) before and after seed caching by small rodents in a warm temperate forest, China. *Forest Ecology and Management* , 1243-1250.

ANEXOS

HOJA DE EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL POR INDIVIDUO DE <i>Ana caspi</i> (<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbride) EN PARCELAS TRIANGULARES																													
ITEM	COD. DE ARBOL:										TESISTAS: Andrea Susans Aucahuasi Almidon / Gaston Coa Sanchez									Observaciones directas en parcelas de evaluacion.									
	ORIENTACION DE PARCELA:										DAP:			HT:			DC:												
	LUGAR:										COORDENADAS UTM: X:						Y:												
	FECHA:										TIEMPO DE EVALUACION: Inicio:						Final:												
	Clasificación detallada del tamaño de la regeneración natural propuesta por Fredericksen y Mostacedo (2000)																												
Plantulas (<30cm altura)			Brinzales (0.3 - 1.49m)			Latizales Bajos (1.5m - 4.9cm dap)			Latizales Altos (5 - 9.9cm dap)			Fustales (10- 29.9 cm dap)			Disponibilidad de la luz		Condicion de R.N.		Ubicación de regeneracion										
N° Regeneración Natural	Lado izquierdo (m)	Distancia al árbol madre (Mts.)	Lado derecho (m)	N° Regeneración Natural	Lado izquierdo (m)	Distancia al árbol madre (Mts.)	Lado derecho (m)	N° Regeneración Natural	Lado izquierdo (m)	Distancia al árbol madre (Mts.)	Lado derecho (m)	N° Regeneración Natural	Lado izquierdo (m)	Distancia al árbol madre (Mts.)	Lado derecho (m)	N° Regeneración Natural	Lado izquierdo (m)	Distancia al árbol madre (Mts.)	Lado derecho (m)	Alta	Media	Baja	Buena	Regular	Mala	Soto bosque	Ciario	costado de ciario	Trocha
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
OBSERVACIONES:																													

Anexo 1. Hoja de evaluación de regeneración para parcelas triangulares.

HOJA DE EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL POR AREA DE <i>Ana caspi</i> (<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbride)																						
ITEM	NUMERO DE PARCELA:				TESISTAS: Andrea Susans Aucahuasi A./ Gaston Coa S.				Observaciones directas en parcelas de evaluacion.													
	LUGAR:				COORDENADAS UTM: X:		Y:															
	FECHA:				TIEMPO DE EVALUACION: Inicio:		Final:															
	Clasificación detallada del tamaño de la regeneración natural propuesta por Fredericksen y Mostacedo (2000)																					
	Plantulas (<30cm altura)		Brinzales (0.3 - 1.49m)		Latizales Bajos (1.5m - 4.9cm dap)		Latizales Altos (5 - 9.9cm dap)		Fustales (10- 29.9 cm dap)		Disponibilidad de la luz		Condicion de R.N.		Ubicación de regeneración natural							
2X2 Metros		4x4 Metros		10x10 Metros		10x10 Metros		20x20 Metros		Alta	Media	Baja	Buena	Regular	Mala	Soto bosque	Claro	costado de claro	Trocha			
Sub - Par: "A"	Sub - Par: "B"	Sub - Par: "A"	Sub - Par: "B"	N° Regeneracion Natural		N° Regeneracion Natural		N° Regeneracion Natural														
N° Regeneracion Natural		N° Regeneracion Natural																				
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
OBSERVACIONES:																						

Anexo 1. Hoja de evaluación de regeneración para parcelas anidadas.

Anexo 2. Datos de la regeneración natural de *A. leiocarpa* para todas las categorías

Área de estudio: Fundo El Bosque (*Parcelas triangulares*)

CATEGORIA DE REGENERACION: PLANTULAS													
Nº	CÓDIGO DE ÁRBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES				Nº	CODIGO DE ÁRBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES			
			1	2	3	4				1	2	3	4
1	A-07	97			X		35	A-29	78		X		
2	A-07	95			X		36	A-29	78		X		
3	A-07	95			X		37	A-29	78		X		
4	A-07	95			X		38	A-29	78		X		
5	A-07	97	X				39	A-29	77	X			
6	A-07	96	X				40	A-29	77	X			
7	A-07	95		X			41	A-29	98	X			
8	A-07	95		X			42	A-29	73	X			
9	A-07	12	X				43	A-30	19	X			
10	A-07	12	X				44	A-30	35	X			
11	A-08	38	X				45	A-30	15	X			
12	A-08	11	X				46	A-30	13	X			
13	A-08	12	X				47	A-30	30		X		
14	A-08	11	X				48	A-31	59			X	
15	A-21	38				X	49	A-31	34			X	
16	A-26	8	X				50	A-31	10		X		
17	A-27	21				X	51	A-31	8			X	
18	A-27	19				X	52	A-31	14	X			
19	A-29	4		X			53	A-36	0.5	X			
20	A-29	70		X			54	A-37	70				X
21	A-29	72		X			55	A-38	19			X	
22	A-29	75		X			56	A-38	20			X	
23	A-29	76		X			57	A-38	20			X	
24	A-29	76		X			58	A-38	45	X			
25	A-29	76		X			59	A-38	30			X	
26	A-29	77		X			60	A-38	30			X	
27	A-29	77		X			61	A-38	29			X	
28	A-29	77		X			62	A-38	27	X			
29	A-29	77		X			63	A-38	26	X			
30	A-29	77		X			64	A-38	15	X			
31	A-29	78		X			65	A-38	14	X			
32	A-29	78		X			66	A-38	13	X			
33	A-29	78		X			67	A-38	9	X			
34	A-29	78		X			68	A-46	0.3	X			

CATEGORIA DE REGENERACION: BRINZALES													
Nº	CODIGO DE ÁRBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES				Nº	CODIGO DE ÁRBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES			
			1	2	3	4				1	2	3	4
1	A-06	41	X				14	A-21	26	X			
2	A-06	28	X				15	A-21	25	X			
3	A-06	38	X				16	A-21	25	X			
4	A-08	89	X				17	A-27	23	X			
5	A-08	29		X			18	A-27	18	X			
6	A-08	97	X				19	A-27	90	X			
7	A-08	86	X				20	A-27	36	X			
8	A-08	67	X				21	A-27	21				X
9	A-08	49	X				22	A-27	20				X
10	A-08	49	X				23	A-27	20				X
11	A-21	23				X	24	A-28	25	X			
12	A-21	24				X	25	A-28	25	X			
13	A-21	25				X	26	A-28	20	X			
							27	A-30	22	X			

CATEGORIA DE REGENERACION: LATIZALES BAJOS													
Nº	CODIGO DE ÁRBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES				Nº	CODIGO DE ÁRBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES			
			1	2	3	4				1	2	3	4
1	A-08	95	X				4	A-29	63	X			
2	A-08	93	X				5	A-36	30				X
3	A-27	21	X				6	A-37	90				X

CATEGORIA DE REGENERACION: FUSTALES													
Nº	CODIGO DE ÁRBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES				Nº	CODIGO DE ÁRBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES			
			1	2	3	4				1	2	3	4
1	A-29	55			X		2	A-30	17		X		

- Distancia de la regeneración respecto al árbol madre.
- Código de árbol madre.
- Subsectores del bosque:
 - 1: sotobosque
 - 2: claro
 - 3: costado de claro
 - 4: trocha

Área de estudio: Concesión castañera (*Parcelas triangulares*)

CATEGORIA DE REGENERACION: PLANTULAS													
Nº	CODIGO DE ÁRBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES				Nº	CODIGO DE ÁRBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES			
			1	2	3	4				1	2	3	4
1	A-23	50		X			23	A-23	34		X		
2	A-23	51		X			24	A-23	38		X		
3	A-23	51		X			25	A-23	39		X		
4	A-23	51		X			26	A-23	39		X		
5	A-23	52		X			27	A-23	39		X		
6	A-23	29	X				28	A-23	39		X		
7	A-23	35	X				29	A-23	39		X		
8	A-23	35	X				30	A-23	50		X		
9	A-23	36	X				31	A-23	55			X	
10	A-23	37	X				32	A-23	23		X		
11	A-23	48	X				33	A-22	15		X		
12	A-23	48		X			34	A-15	2	X			
13	A-23	17		X			35	A-14	36		X		
14	A-23	18		X			36	A-14	36		X		
15	A-23	21		X			37	A-14	36		X		
16	A-23	20		X			38	A-14	36		X		
17	A-23	21		X			39	A-12	10		X		
18	A-23	21		X			40	A-12	12		X		
19	A-23	22		X			41	A-4	45	X			
20	A-23	22		X			42	A-4	5	X			
21	A-23	33		X			43	A-4	2	X			
22	A-23	34		X			44	A-4	3	X			

CATEGORIA DE REGENERACION: BRINZALES													
Nº	CODIGO DE ARBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES				Nº	CODIGO DE ARBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES			
			1	2	3	4				1	2	3	4
1	A-26	43				X	12	A-23	37		X		
2	A-23	53		X			13	A-23	37		X		
3	A-23	40	X				14	A-23	50		X		
4	A-23	22		X			15	A-22	15		X		
5	A-23	22		X			16	A-14	34		X		
6	A-23	21		X			17	A-14	35		X		
7	A-23	23		X			18	A-14	35		X		
8	A-23	22		X			19	A-14	36		X		
9	A-23	23		X			20	A-14	36		X		
10	A-23	35		X			21	A-14	37		X		
11	A-23	35		X			22	A-14	38		X		

CATEGORIA DE REGENERACION: LATIZALES BAJOS													
Nº	CODIGO DE ARBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES				Nº	CODIGO DE ARBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES			
			1	2	3	4				1	2	3	4
1	A-23	53		X			3	A-10	35	X			
2	A-14	38		X									

CATEGORIA DE REGENERACION: LATIZALES ALTOS													
Nº	CODIGO DE ARBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES				Nº	CODIGO DE ARBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES			
			1	2	3	4				1	2	3	4
1	A-23	85	X										

CATEGORIA DE REGENERACION: FUSTALES													
Nº	CODIGO DE ARBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES				Nº	CODIGO DE ARBOL	DISTANCIA (m)	SUBSECTORES			
			1	2	3	4				1	2	3	4
1	A-15	55	X				2	A-3	68	X			

- Distancia de la regeneración respecto al árbol madre.
- Código de árbol madre.
- Subsectores del bosque:
 - 1: sotobosque
 - 2: claro
 - 3: costado de claro
 - 4: trocha

Anexo 3. Datos de la regeneración natural de *A. leiocarpa* para todas las categorías

Área de estudio: Fundo El Bosque (*Parcelas anidadas*)

N° DE PARCELAS	COORDENADAS		Plántulas	Brinzales	Latizales bajos y altos	Fustales	SUBSECTORES			
	Norte	Sur					Soto bosque	Claro	Costado de claro	Trocha
1	486964	8621878								
2	486964	8621756								
3	486964	8621634								
4	486964	8621512								
5	486964	8621390								
6	486964	8621268								
7	486964	8621146								
8	486964	8621024	3				2	1		
9	486842	8621024								
10	486842	8621146								
11	486842	8621268								
12	486842	8621390								
13	486842	8621512			1					1
14	486842	8621634								
15	486842	8621756								
16	486842	8621878								
17	486720	8621990								
18	486720	8621878								
19	486720	8621756								
20	486720	8621634								
21	486720	8621512								
22	486720	8621390								
23	486720	8621268								
24	486720	8621146								
25	486720	8621024								
26	486598	8621024	11				11			
27	486598	8621146								
28	486598	8621268	1	2	2			5		
29	486598	8621390								
30	486598	8621512								
31	486598	8621634								
32	486598	8621756	3				3			
33	486598	8621878								
34	486476	8621990								
35	486476	8621878								
36	486476	8621756								
37	486476	8621634								
38	486476	8621512								
39	486476	8621390								
40	486476	8621268								
41	486476	8621146								
42	486476	8621024								
43	486354	8621024			1				1	
44	486354	8621146								
45	486354	8621268								

46	486354	8621390			2					2
47	486354	8621512								
48	486354	8621634								
49	486354	8621756								
50	486354	8621878								
51	486232	8621990								
52	486232	8621878								
53	486232	8621756								
54	486232	8621634	9	28			1	36		
55	486232	8621512								
56	486232	8621390		1			1			
57	486232	8621268								
58	486232	8621146			1		1			
59	486232	8621024								
60	486110	8621024								
61	486110	8621146								
62	486110	8621268								
63	486110	8621390								
64	486110	8621512								
65	486110	8621634								
66	486110	8621756	3				3			
67	486110	8621878								
68	485988	8621990								
69	485988	8621878	4				4			
70	485988	8621756								
71	485988	8621634								
72	485988	8621512	2	2			4			
73	485988	8621390								
74	485988	8621268		6						6
75	485988	8621146								
76	485988	8621024								
77	485866	8621024								
78	485866	8621146								
79	485866	8621268			1					1
80	485866	8621390								
81	485866	8621512								
82	485866	8621634								
83	485866	8621756								
84	485866	8621878	10	11				21		
85	485744	8621878								
86	485744	8621756								
87	485744	8621634								
88	485744	8621512								
89	485744	8621390								
90	485744	8621268								
91	485744	8621146								
92	485744	8621024			2		2			
93	485622	8621024								
94	485622	8621146								
95	485622	8621268		1	2			3		
96	485622	8621390								
97	485622	8621512								
98	485622	8621634			1			1		
99	485622	8621756			1			1		
100	485622	8621878								
TOTAL	X	Y	46	51	14	0	32	68	1	10

Área de estudio: Concesión castañera (*Parcelas anidadas*)

N° DE PARCELAS	COORDENADAS		Plántulas	Brinzales	Latizales bajos y altos	Fustales	SUBSECTORES			
	Norte	Sur					Soto bosque	Claro	Costado de claro	Trocha
1	479927	8653163								
2	479927	8653285	2				1	1		
3	479927	8653407								
4	479805	8653529								
5	479805	8653407								
6	479805	8653285		1						1
7	479805	8653163								
8	479805	8653041	2					2		
9	479805	8652919	3	6						9
10	479805	8652797								
11	479805	8652675								
12	479683	8652675								
13	479683	8652797								
14	479683	8652919								
15	479683	8653041								
16	479683	8653163								
17	479683	8653285								
18	479683	8653407								
19	479683	8653529								
20	479561	8653651								
21	479561	8653529								
22	479561	8653407								
23	479561	8653285								
24	479561	8653163								
25	479561	8653041			1			1		
26	479561	8652919								
27	479561	8652797								
28	479561	8652675								
29	479561	8652553								
30	479439	8652675								
31	479439	8652797								
32	479439	8652919								
33	479439	8653041								
34	479439	8653163								
35	479439	8653285								
36	479439	8653407								
37	479439	8653529								
38	479439	8653651								
39	479439	8653773								
40	479317	8653773								
41	479317	8653651								
42	479317	8653529								
43	479317	8653407								
44	479317	8653285								
45	479317	8653163								

46	479317	8653041								
47	479317	8652919								
48	479195	8652919	1	3						4
49	479195	8653041								
50	479195	8653163								
51	479195	8653285	4	1		1		6		
52	479195	8653407								
53	479195	8653529								
54	479195	8653651								
55	479195	8653773								
56	479195	8653895								
57	479073	8654017								
58	479073	8653895								
59	479073	8653773								
60	479073	8653651								
61	479073	8653529								
62	479073	8653407								
63	479073	8653285								
64	479073	8653163								
65	479073	8653041	3							3
66	479073	8652919								
67	478951	8653041								
68	478951	8653163								
69	478951	8653285								
70	478951	8653407								
71	478951	8653529								
72	478951	8653651								
73	478951	8653773								
74	478951	8653895								
75	478951	8654017	3	1	1					5
76	478829	8654139								
77	478829	8654017								
78	478829	8653895								
79	478829	8653773								
80	478829	8653651								
81	478829	8653529								
82	478829	8653407								
83	478829	8653285								
84	478829	8653163								
85	478829	8653041								
86	478707	8653163								
87	478707	8653285	2				2			
88	478707	8653407								
89	478707	8653529								
90	478707	8653651								
91	478707	8653773								
92	478707	8653895								
93	478585	8653773								
94	478585	8653651								
95	478585	8653529								
96	478585	8653407	1	2			3			
97	478585	8653285								
98	478463	8653407								
99	478463	8653529								
100	478463	8653651	2		1					3
TOTAL	x	y	23	14	3	1	6	10	0	25

Anexo 4. Datos de inventario de los individuos de *A. leiocarpa*.

Área de estudio: Fundo El Bosque

BLOQUE	COD. ARBOL	COORDENADAS		DAP (m.)	H.F (m)	HT (m)	DC (m)		PROMEDIO DE COPA
		ESTE	NORTE				D1	D2	
XI	1	485592	8621779	0.81	17	28	16	9	12.5
XI	2	485600	8621773	0.79	18	29	14	15	14.5
XI	3	485645	8621711	1.20	16	28	9	16	12.5
XI	4	485629	8621599	0.89	15	26	16	13	14.5
XI	5	485983	8621866	0.87	17	27	18	12	15
XI	6	485879	8621896	0.90	18	30	16	15	15.5
XI	7	485732	8621585	0.95	14	24	14	0	7
XI	8	485673	8621910	1.40	17	34	11	0	5.5
X	9	486012	8621500	0.74	18	29	17	20	18.5
X	10	486006	8621800	0.74	18	30	15	16	15.5
X	11	486021	8621871	0.76	16	32	15	17	16
X	12	486171	8621751	0.92	16	27	18	19	18.5
X	13	486110	8621752	1.15	16	32	17	15	16
XVI	14	485842	8621304	0.60	14	28	13	15	14
XVI	15	485685	8621084	0.70	19	29	13	15	14
XVI	16	485728	8621441	0.63	16	27	16	14	15
XVI	17	485554	8621394	0.81	19	28	14	13	13.5
XVI	18	485834	8621044	0.80	17	31	17	15	16
XVI	19	485910	8621069	0.56	15	29	13	7	10
XVI	20	485797	8621360	0.87	16	27	12	12	12
XVI	21	485992	8621325	1.00	16	30	12	16	14
XVI	22	485542	8621343	1.08	18	34	15	15	15
XVI	23	485883	8621346	1.08	17	32	5	7	6
XVI	24	485931	8621467	1.10	16	31	20	18	19
XVI	25	485728	8621080	1.15	19	33	18	16	17
XVII	26	486107	8621455	0.83	15	29	20	17	18.5
XVII	27	486184	8621340	1.07	18	37	21	18	19.5
XVII	28	486118	8621085	0.89	15	34	19	17	18
XVII	29	486422	8621018	0.71	15	32	19	18	18.5
XVIII	30	486574	8621015	0.88	20	32	23	19	21
XVIII	31	486935	8621032	0.83	14	30	14	17	15.5
XVIII	32	486853	8621109	0.71	14	26	14	15	14.5
XVIII	33	486819	8621194	0.91	12	36	21	20	20.5
XVIII	34	486958	8621212	0.43	16	25	13	14	13.5
XVIII	35	486953	8621253	0.49	9	28	13	12	12.5
XVIII	36	486516	8621369	0.49	14	24	18	16	17
IX	37	486941	8621520	0.80	18	32	19	20	19.5
IX	38	486860	8621634	0.88	18	25	22	18	20

IX	39	486625	8621567	0.81	20	29	20	18	19
IX	40	486648	8621586	0.47	17	28	16	17	16.5
IX	41	486567	8621644	0.86	19	34	21	19	20
IX	42	486584	8621715	0.97	14	37	23	20	21.5
IX	43	486656	8621659	0.81	21	33	20	19	19.5
IX	44	486680	8621718	0.67	14	30	19	17	18
IX	45	486570	8621796	1.48	13	39	20	26	23
IX	46	486657	8621877	1.03	16	32	19	21	20
IX	47	486023	8621679	0.95	23	34	23	25	24

Área de estudio: Concesión castañera.

BLOQUE	COD. ARBOL	COORDENADAS		DAP (m.)	H.F (m)	HT (m)	DC (m)		PROMEDIO DE COPA
		ESTE	NORTE				D1	D2	
V	A-1	478693	8653268	1.18	20	36	17	16	16.5
V	A-2	478674	8653225	1.11	10	32	18	15	16.5
V	A-3	478359	8653516	0.74	18	34	17	19	18
V	A-4	478457	8653663	0.89	14	35	23	20	21.5
V	A-5	478594	8653427	0.81	17	36	18	15	16.5
V	A-6	478575	8653452	0.46	15	28	15	14	14.5
VI	A-7	478927	8654079	0.83	19	32	14	10	12
VI	A-8	478937	8654083	1.05	21	38	17	19	18
VI	A-9	478951	8654057	0.72	16	28	18	15	16.5
VI	A-10	478956	8653871	1.24	15	36	25	20	22.5
I	A-11	479516	8653654	1.30	23	38	26	24	25
I	A-12	479391	8653541	0.52	20	29	20	17	18.5
I	A-13	479547	8653577	0.33	15	24	16	21	18.5
III	A-14	479930	8653264	1.24	23	36	24	26	25
III	A-15	479888	8653049	1.42	22	24	19	21	20
III	A-16	479778	8653054	0.84	23	34	19	17	18
III	A-17	479622	8653451	1.34	25	42	25	28	26.5
III	A-18	479566	8653465	1.20	17	38	24	22	23
III	A-19	479520	8653415	0.85	18	36	23	21	22
III	A-20	479505	8653470	0.95	22	40	20	22	21
III	A-21	479628	8653328	0.80	19	40	20	21	20.5
III	A-22	479706	8653181	0.95	23	35	21	19	20
III	A-23	479201	8653293	1.05	21	34	25	24	24.5
III	A-24	479106	8652994	0.83	18	35	20	17	18.5
III	A-25	479048	8653032	0.86	18	38	23	20	21.5
IV	A-26	479213	8652925	1.13	17	35	10	17	13.5
IV	A-27	479708	8652927	0.32	16	24	13	11	12
IV	A-28	479773	8652916	1.15	22	37	14	27	20.5
IV	A-29	479466	8652670	1.08	28	44	30	27	28.5

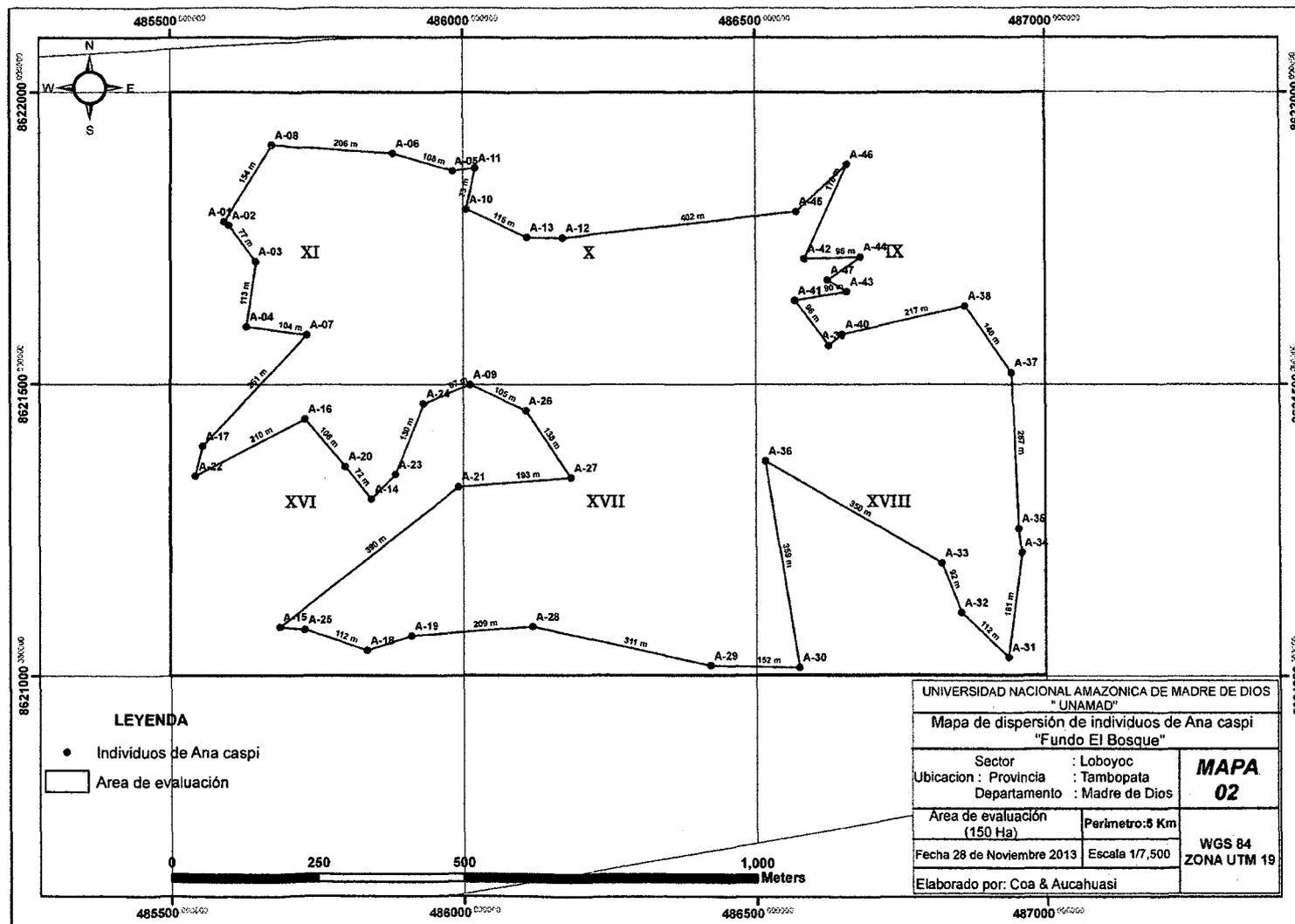
Anexo 5. Ubicación geográfica de las coordenadas UTM de los sitios de estudio.

Coordenadas UTM del Fundo El Bosque

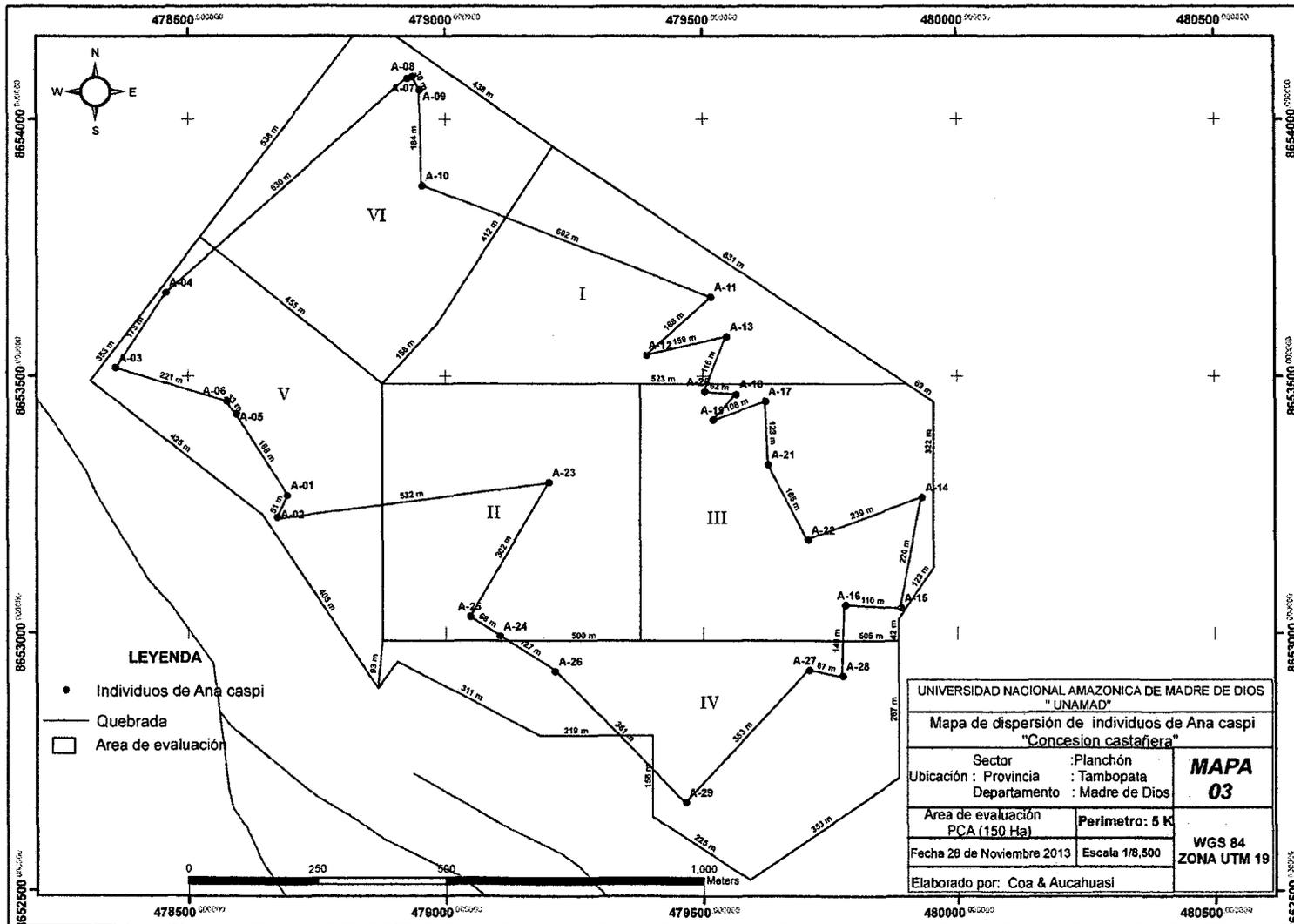
VERTICES	ESTE	NORTE
1	484906	8622044
2	487859	8622147
3	487780	8620869
4	484717	8620419

Coordenadas UTM de la Concesión Castañera

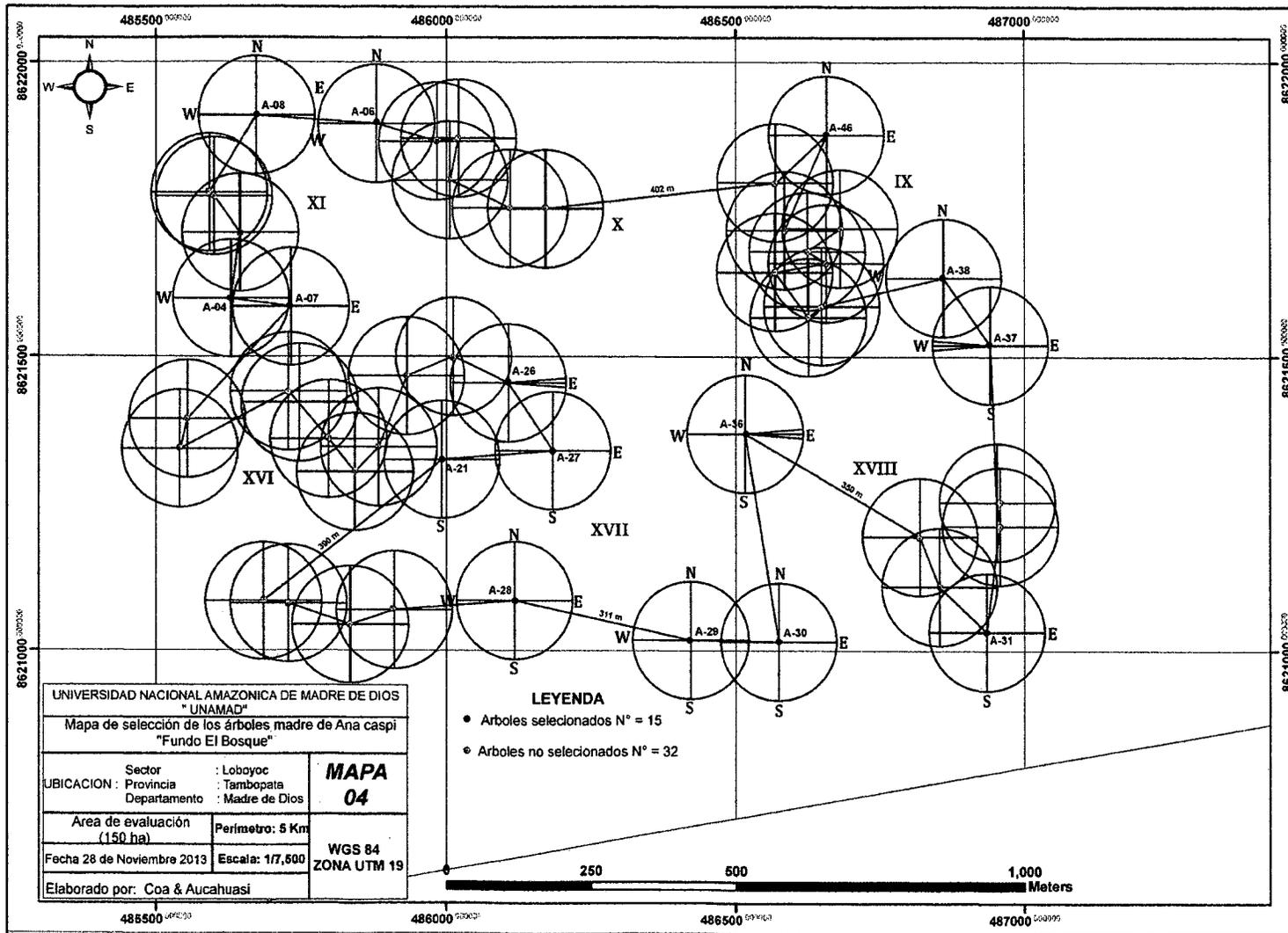
VERTICES	ESTE	NORTE	VERTICES	ESTE	NORTE
1	479209	8653947	19	480000	8651840
2	479952	8653450	20	479817	8651189
3	479952	8653128	21	479295	8651166
4	479882	8653027	22	479298	8650866
5	479882	8652718	23	479070	8650860
6	479590	8652520	24	479070	8650760
7	479401	8652642	25	478610	8650760
8	479401	8652800	26	478610	8650310
9	479182	8652800	27	478442	8650310
10	478906	8652944	28	478442	8649915
11	478817	8652824	29	478221	8649915
12	478668	8652746	30	477959	8649714
13	478595	8652540	31	477701	8649916
14	478396	8652517	32	476905	8651397
15	478334	8652384	33	477545	8651983
16	478845	8652071	34	478125	8652331
17	478944	8652245	35	478645	8653230
18	479762	8651630	36	478984	8653602



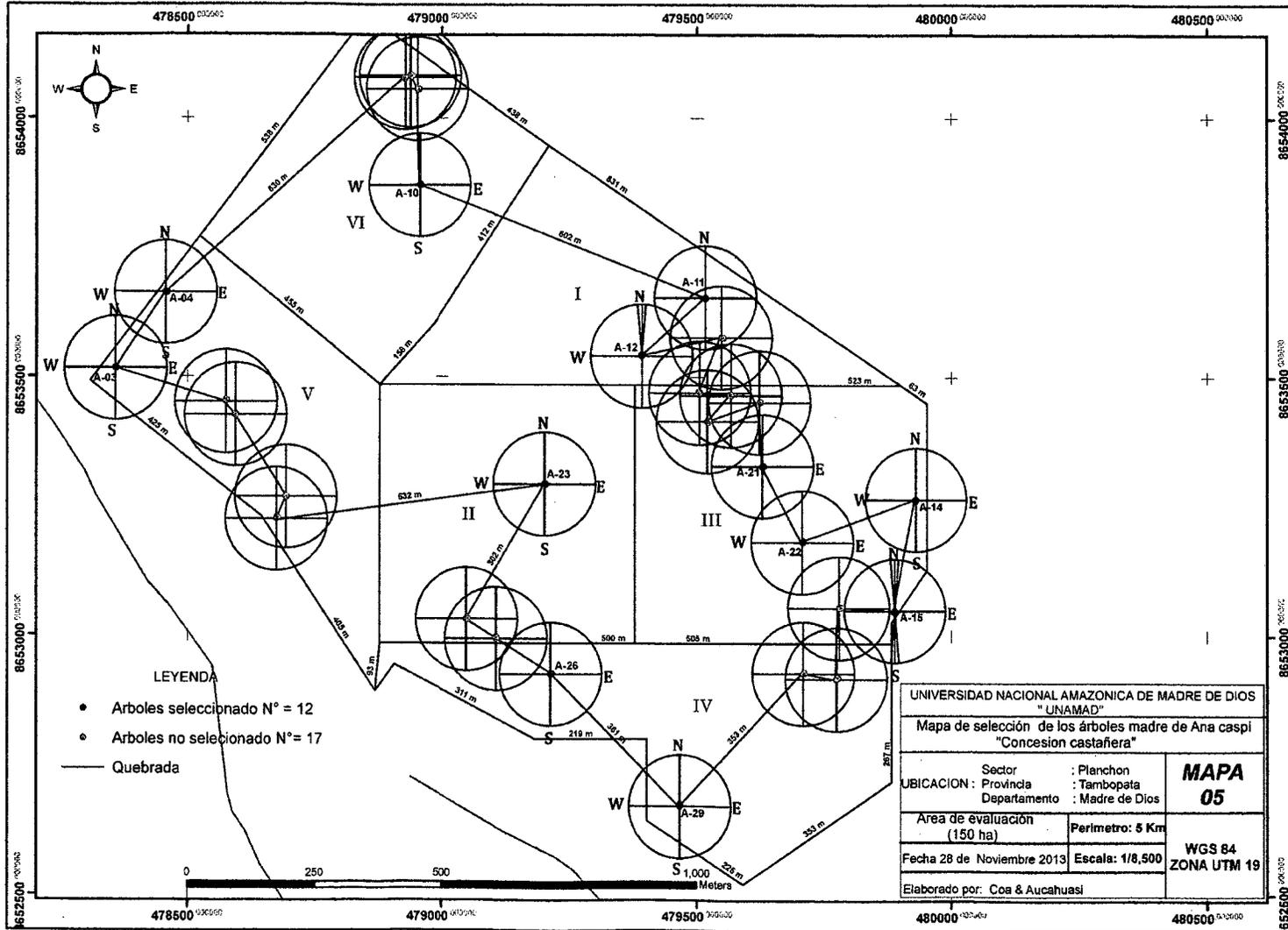
Anexo 6. Mapa de dispersión de individuos de *A. leiocarpa* Fundo El Bosque.



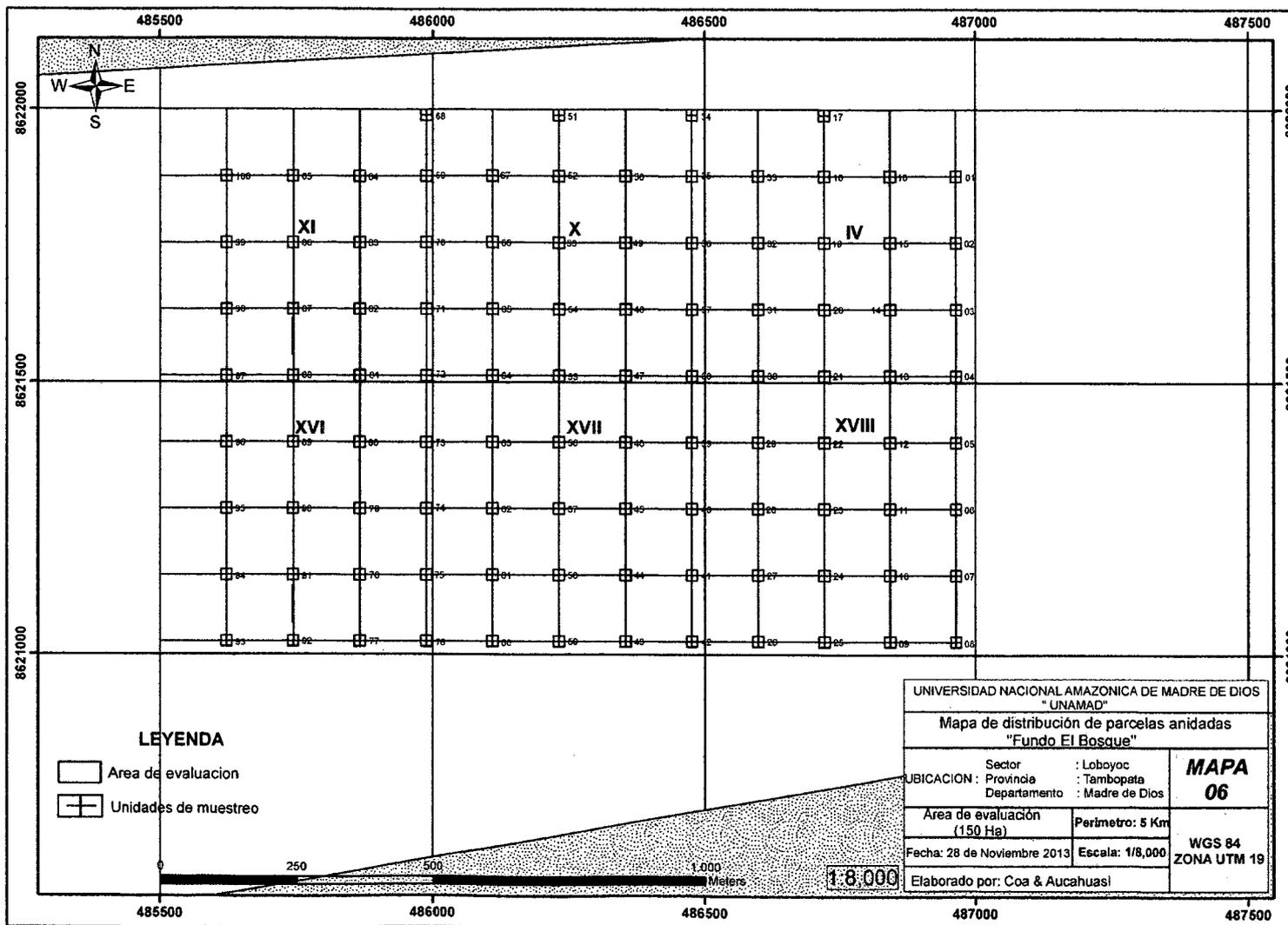
Anexo 6. Mapa de dispersión de individuos de *A. leiocarpa* Concesión castañera.



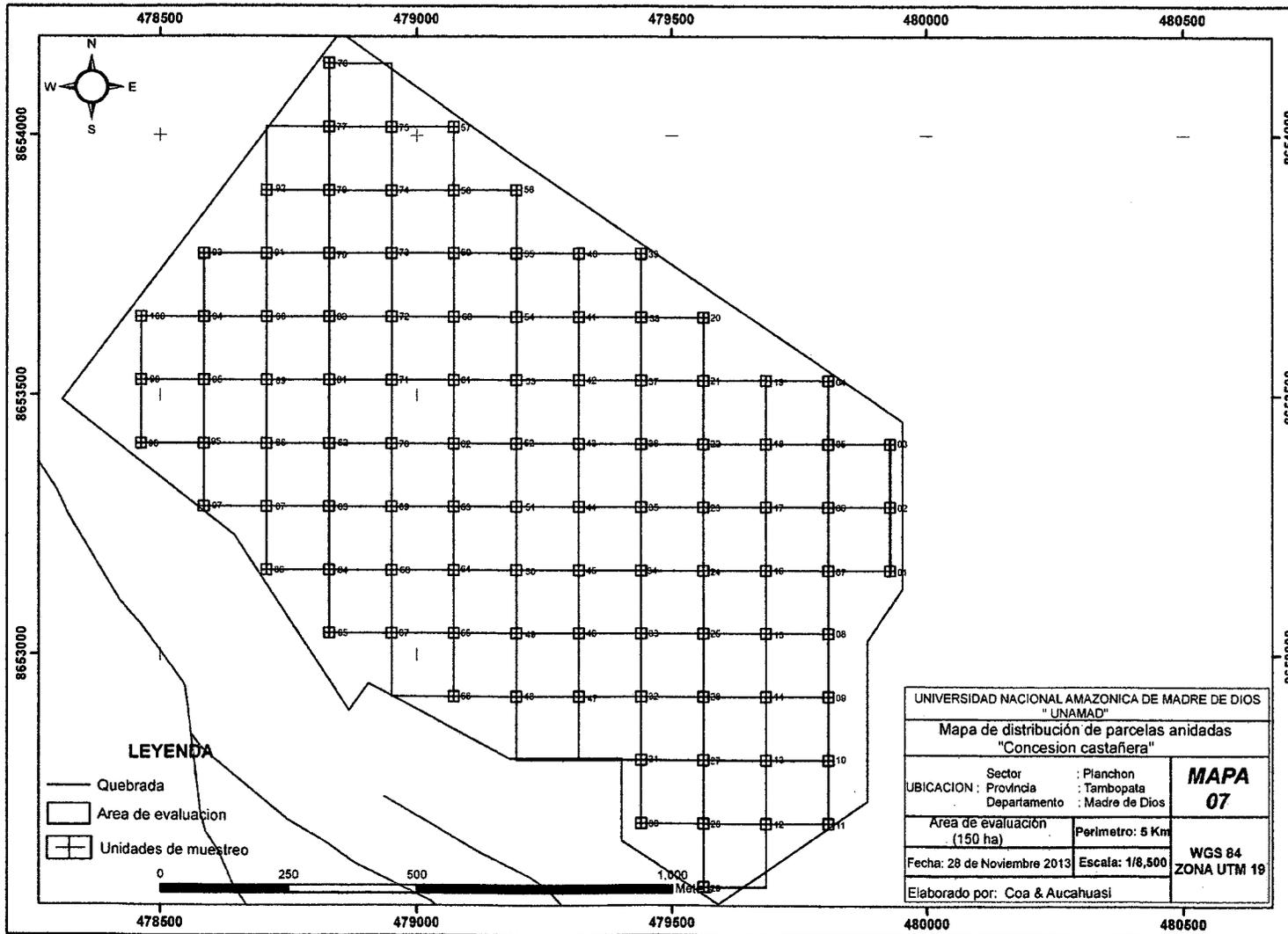
Anexo 6. Mapa de selección de los árboles madre de *A. leiocarpa* Fundo El Bosque.



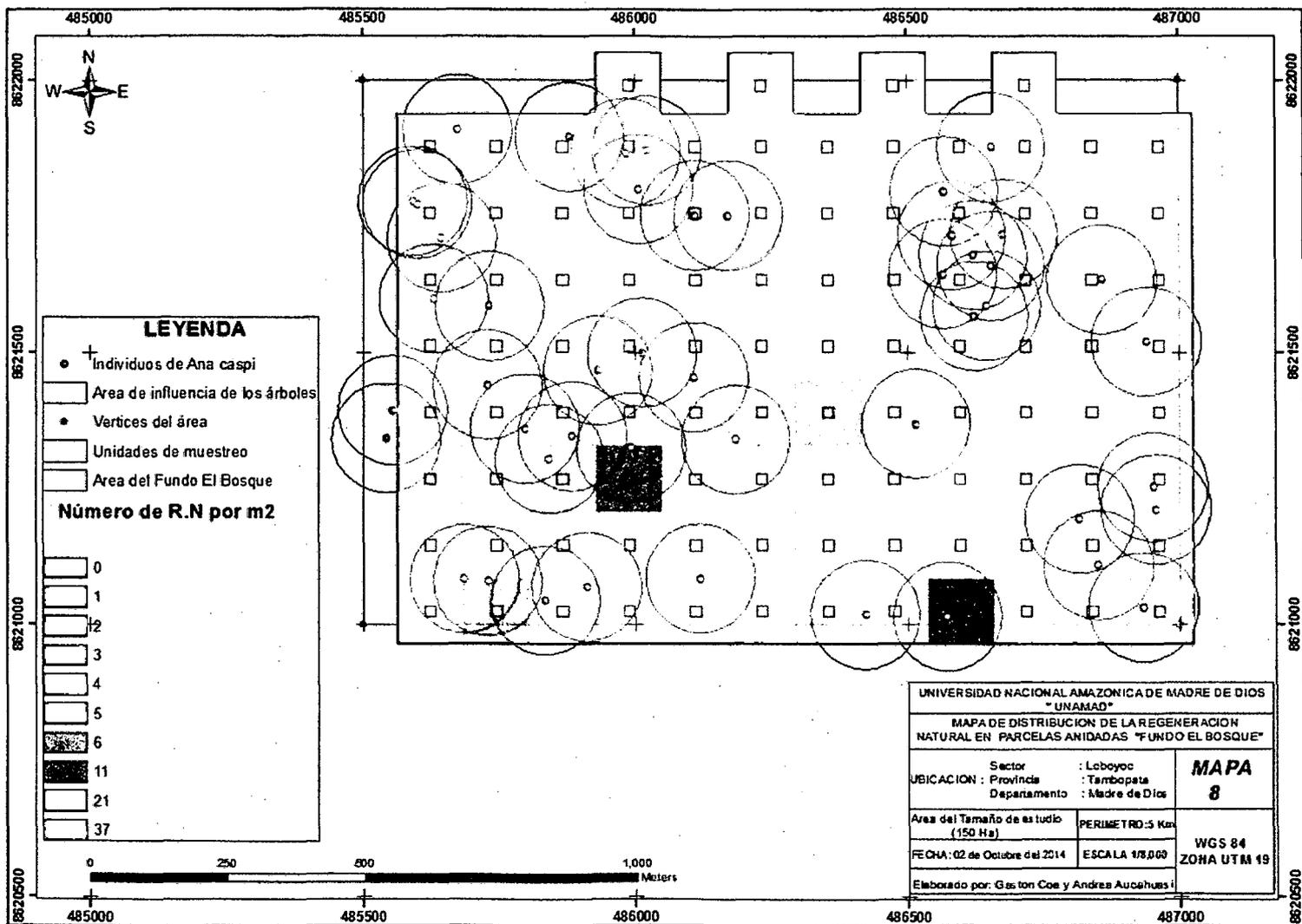
Anexo 6. Mapa de selección de los árboles madre de *A. leiocarpa* Concesión castañera.



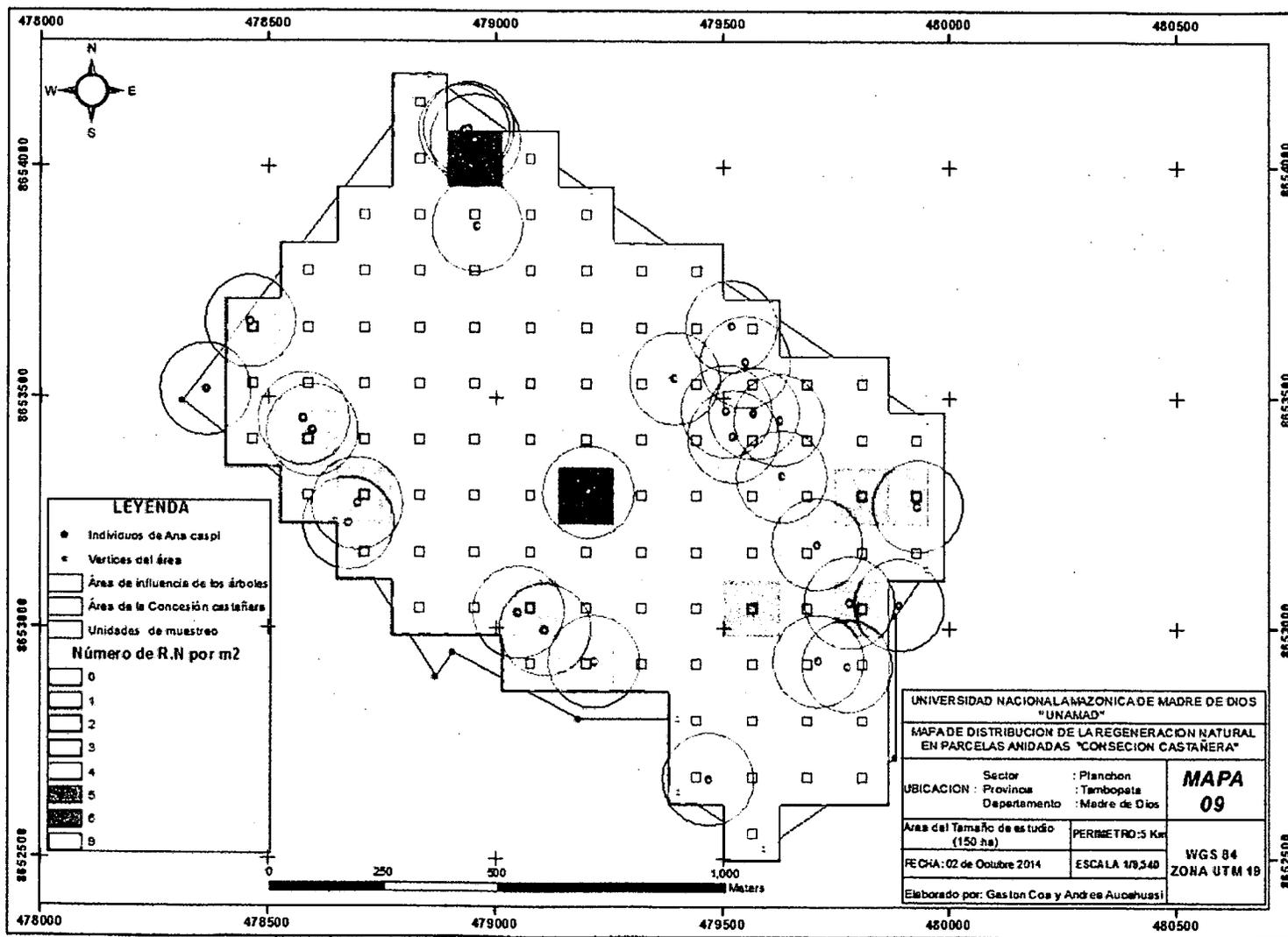
Anexo 6. Mapa de distribución de parcelas anidadas Fundo El Bosque.



Anexo 6. Mapa de distribución de parcelas anidadas Concesión castañera.



Anexo 6. Mapa de distribución de la regeneración natural en parcelas anidadas "Fundo El Bosque".



Anexo 6. Mapa de distribución de la regeneración natural en parcelas anidadas "Concesión castañera".

Anexo 7. Materiales de campo (Herramientas y Medicamentos)



Foto (1). Materiales de campo; Foto (2). Medicamentos de primeros auxilios



Georeferenciación de individuos *A. leiocarpa*.



Medición de datos dasométricos y/o registro.



Pintado y/o codificación de los individuos.



Pintado y/o codificación de los individuos.



Evaluación de las características de *A. leiocarpa*.



Observación de producción de frutos *A. leiocarpa*.



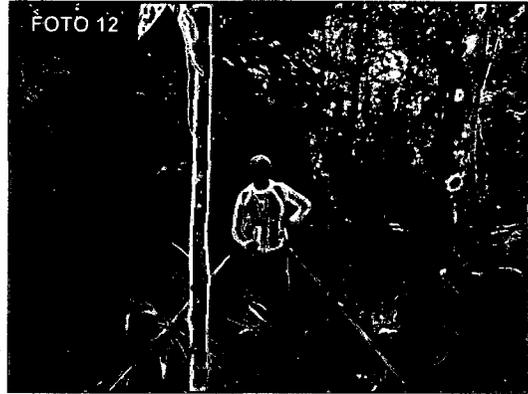
Medición del diámetro de copa *A. leiocarpa*.



Estimación de la altura total de *A. leiocarpa*



Instalación de parcelas triangulares de muestreo.



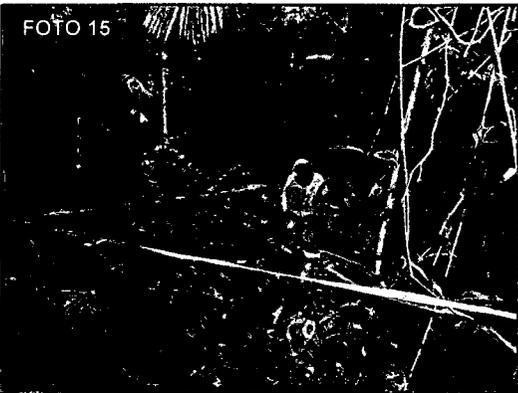
Instalación de parcelas triangulares de muestreo.



Instalación de parcelas triangulares de muestreo.



Instalación de parcelas triangulares de muestreo.



Instalación de parcelas anidadas de muestreo.



Instalación de parcelas anidadas de muestreo.



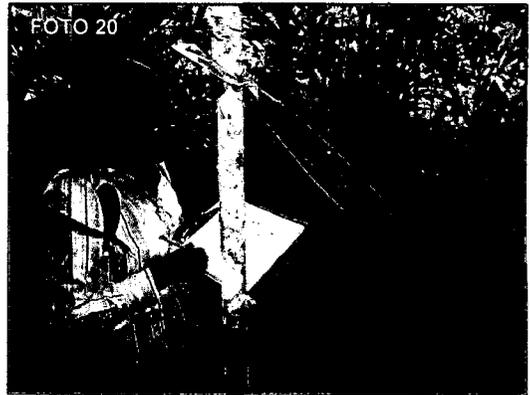
Instalación de parcelas anidadas de muestreo.



Instalación de parcelas anidadas de muestreo.



Registro de datos de la regeneración de plántulas.



Características de parcelas anidadas.



Plaqueado de la regeneración *A. leiocarpa*



Plaqueado de la regeneración *A. leiocarpa*



Muestra de hojas de *A. leiocarpa*



Muestra de frutos de *A. leiocarpa*.



FOTO 25

Medición de la categoría de plántulas.

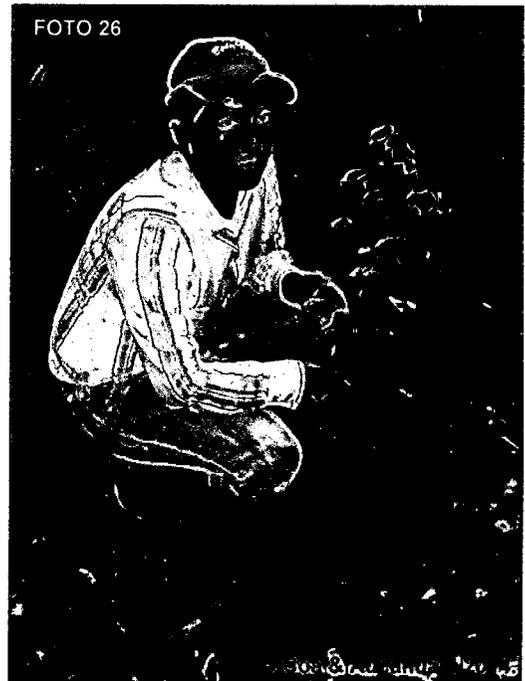


FOTO 26

Plaqueado de la categoría de Brinzal.



FOTO 27

Categoría de regeneración latizal bajo.

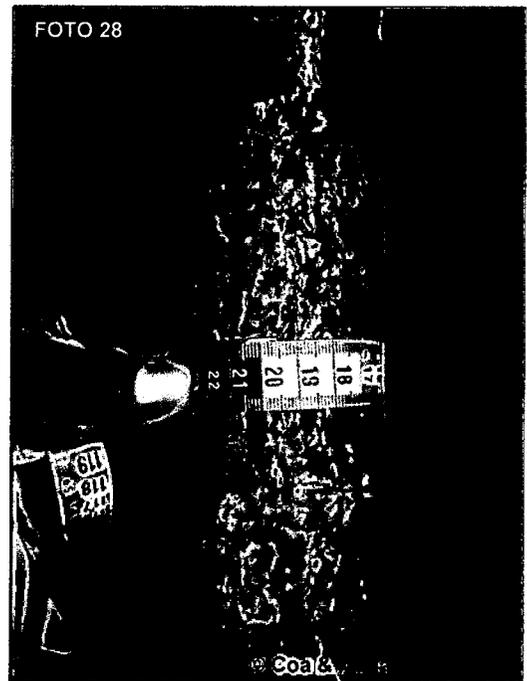
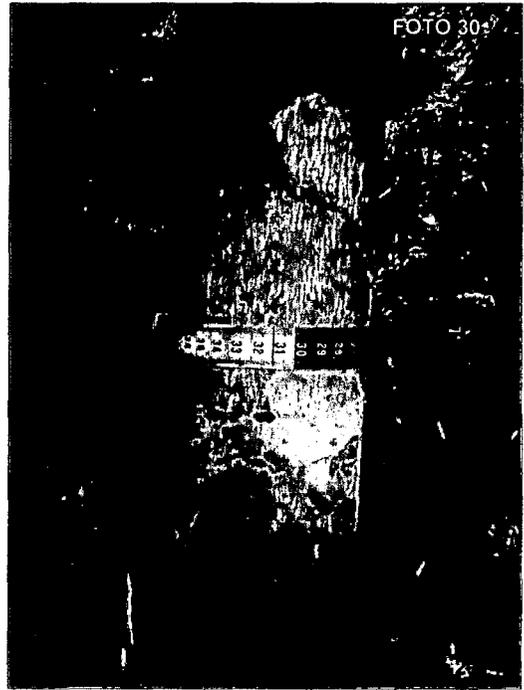


FOTO 28

Categoría de regeneración latizal alto.



Categoría de regeneración fustal.



Categoría de regeneración fustal.



Categoría de regeneración latizal bajo.



Categoría de regeneración brinzal.



Daños en el tallo de la regeneración *A. leiocarpa*



Daños en el tallo de la regeneración *A. leiocarpa*

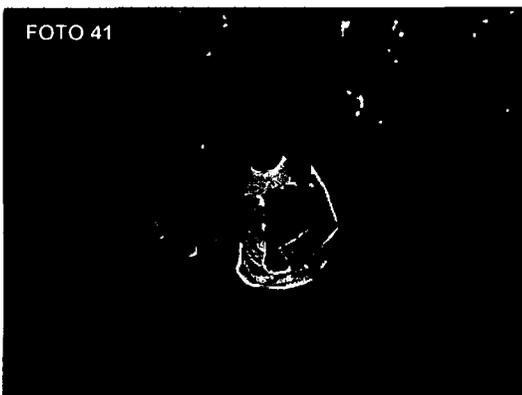


Muestra botánica de *A. leiocarpa* adulto



Muestra botánica de *A. leiocarpa* juvenil

Compañeros que nos brindaron el apoyo incondicional para realizar las actividades de campo: Jaime Oblitas, Daniel Ramírez, Hernán Izquierdo, Cesar Fernández, Gerson Sánchez, Daniel Chávez, Julio Callo.





CERTIFICACION DE ESPECIMEN VEGETAL

A quien corresponda.

El Ph. D. PERCY AMÍLCAR ZEVALLOS POLLITO, Especialista en Dendrología de la Universidad Nacional Amazónica de Madre Dios:

CERTIFICA, que los especímenes (05) presentado por los Bachilleres en Ingeniería forestal y Medio Ambiente, GASTÓN COA SANCHEZ y ANDREA SUSANS AUCAHUASI ALMIDON; de la Universidad Nacional Amazónica de Madre Dios; para su identificación y/o determinación, del proyecto de investigación de tesis intitulada : EVALUACION Y DETERMIANCIÓN DEL PROCESO DE REGENERACIÓN NATURAL DE *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbride (ANA CASPI) EN UN BOSQUE CONTINUO PROTEGIDO Y UN BOSQUE BAJO MANEJO FORESTAL DE TERRAZAS ALTAS EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA, REGIÓN DE MADRE DE DIOS – PERU”, corresponde al siguiente taxón:

- *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F Macbride. Familia: FABACEAE.

De acuerdo a la descripción de sus características vegetativas y reproductivas, la cual está registrada en el Catalogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú de Lois Brako and James L. Zaruchi (1993), el APG III (Angiosperm y Phylogenetic Group, 2010), y Taxonomic Name Resolution Service V3. 0, 2013, finalmente verificado con [www. Trópicos. Org](http://www.Trópicos.Org).

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que considere conveniente. Se anexa al presente certificado de Identificación la tabla con todos los datos de campo de la especie.

Puerto Maldonado, 18 de noviembre del 2013.

Ph. D. PERCY AMÍLCAR ZEVALLOS POLLITO,
Especialista en Dendrología.

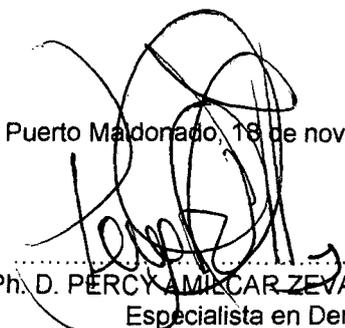
IDENTIFICACION TAXONOMICA DE *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbride

TESIS INTITULADA : EVALUACION Y DETERMINACION DEL PROCESO DE REGENERACION NATURAL DE *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbride (*Ana caspi*) EN UN BOSQUE CONTINUO PROTEGIDO Y UN BOSQUE BAJO MANEJO FORESTAL DE TERRAZAS ALTAS EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA, REGION DE MADRE DE DIOS – PERU”.

BACHILLERES EN INGENIERIA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE: GASTÓN COA SANCHEZ y ANDREA SUSANS AUCAHUASI ALMIDON

N°	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	HABITO	LUGAR DE COLECCION DE LA MUESTRA BOTANICA			COLECTORES	FECHA DE COLECCION	IDENTIFICACION	FECHA DE IDENTIFICACION
					LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA				
1	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbride	Ana caspi	FABACEAE	Árbol	Vivero Fondo El Bosque	Las Piedras	Tambopata	GCS& AAA	18/08/2013	DC. Percy Zevallos Pollito.	18/11/13

Puerto Maldonado, 18 de noviembre del 2013.


 Ph. D. PERCY AMBRICAR ZEVALLOS POLLITO
 Especialista en Dendrología.