



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSTGRADO**

**Evaluación silvícola del manejo de pinares en municipios de
Yamaranguila y San Marcos de Sierra, departamento de Intibucá,
Honduras**

Por

Gladis Huanca Huarachi

Proyecto de Tesis sometida a consideración de la Escuela de Postgrado como requisito
para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad

Turrialba, Costa Rica, 2015

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN
DE BOSQUES TROPICALES Y BIODIVERSIDAD**

FIRMANTES:



Fernando Carrera, M.Sc.
Codirector de tesis



Juan Carlos Flores, Ph.D.
Codirector de tesis



Diego Delgado, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Fernando Casanoves, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano Programa de Posgrado



Gladis Huanca Huarachi
Candidata

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi madre Petrona Huarachi (†) y mi padre Francisco Huanca, que con mucho esfuerzo y las adversas circunstancias de la vida me enseñaron que uno debe ir siempre hacia adelante, muchas gracias por todo su apoyo y confianza. A mi amado niño J. Gadiel T.H. que quité de mi lado estos dos años.

También la dedico a los habitantes de los municipios de Yamaranguila y San Marcos de Sierra, para que impulsen a sus hijos a seguir hacia adelante en los estudios, porque el conocimiento es poder.

A los niños del pueblo indígena Lenca, que son el presente para un nuevo mañana.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por brindarme la media beca de estudio, y a todo el personal que estuvo presente.

Al proyecto Bosques y Manejo Forestal en América Central (Finnfor II), por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de postgrado, con los financiamientos de manutención en estos dos años de estudio y la tesis de investigación, bajo el financiamiento del gobierno de Finlandia.

A Edgar Maravi, líder de Finnfor II, por las oportunidades que me brindó durante el desarrollo de la tesis; a Marco Vinicio Ortega (2013) y Efraín Leguía (2014), los puntos focales de Honduras; y a Andrea Johnson por las sugerencias en la etapa de elaboración de la tesis y durante el desarrollo del mismo.

Al Ing. Alejandro Castillo como coordinador del proyecto Finnfor II/CATIE, Honduras, mi agradecimiento especial por ayudarme en toda la etapa de planificación con los directivos de las cooperativas, socios de las cooperativas, U-Esnacifor, e ICF en Honduras.

A mis Codirectores Fernando Carrera y Juan Carlos Flores, por la paciencia, sugerencias y recomendaciones vertidas durante todo el desarrollo de la tesis en todo momento.

A mi comité de tesis, M.Sc. Diego Delgado por brindarme parte de su tiempo en el proceso de elaboración, realización y culminación de la tesis, Ph.D Sven Guenter y Ph.D Fernando Casanoves por sus sugerencias, aportaciones en el proceso de elaboración y culminación de la tesis.

A la Cooperativa Regional Agroforestal El Palisal y a toda su directiva, encabezada por el presidente Cristóbal Lemus y la gerente Maritza Sánchez, por permitirme ingresar a sus áreas de aprovechamiento para la toma de datos en el municipio de Yamaranguila, y a los socios que me coadyuvaron de alguna manera como don Mariano, Clementino, Jacobo.

A la cooperativa Regional Agroforestal Guirampuque Limitada (CORAGUIL), y a toda su directiva encabezada por el presidente Buenaventura Gutiérrez, su gerente Aquimex Rodríguez por la disponibilidad de su tiempo en todo momento y el ingreso a los bosques en el municipio de San Marcos de Sierra.

A la Universidad Escuela Nacional de Ciencias Forestales (U-Esnacifor), por cooperarme para la toma de datos con los estudiantes de dasonomía de 2do año bajo el mando del Ing. Omar

Fonseca, a los encargados de la biblioteca la Sra. Merari Villalta, Marjori Matute, y Sara Gámez.

Al Ing. Luis Bejarano en la identificación de especies como responsable del herbario de la U-Esnacifor.

Al Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), del municipio La Esperanza como responsable la Ing. Angela Sánchez, por otorgarme información referente a los planes de manejo (PM) y planes operativos anuales (POA).

A los integrantes que me apoyaron en la toma de datos de campo Cristóbal Lemus, Cristina Moreno, Genry Carcamo, y Belinda Rodríguez.

A Leo Coto por sus sugerencias en el manejo de datos de campo.

A Sergio Vílchez y Alejandra Ospina por su apoyo en el análisis de los datos en estadística.

A Johnny Pérez, estadístico de la U-Esnacifor, por ayudarme para redireccionar el análisis de datos.

A Christian Brenes por corrección de los puntos de campo.

Al Ing. Danny Fuentes por ayudarme en la facilitación de datos de SIG referente a Yamaranguila y San Marcos de Sierra.

A mis amigos y amigas de la promoción 2013-2014, por hacer más amena mi estancia en CATIE, en especial a César Augusto Caraguay, Joe Sixto Saldaña, Jose Manuel Ochoa, Sindy Lagos, Jimmy Pico, Rogelio Villareyna, Maritza Cornejo, Karina León, César Mendoza, Catty Samaniego, Jenny Cárdenas, Carolina Cascante y Lesly Gabarrete.

BIOGRAFÍA

La autora nació en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Se graduó de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, de la Carrera de Ciencias Biológicas, el 2004. Ha realizado cursos sobre ecología de paisaje, ecología de comunidades, emprendimientos asociativos rurales, con especialidad en liderazgo e innovación para el desarrollo de emprendimientos rurales. Ha realizado distintas consultorías para organizaciones como la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC), Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MHNNKM), y Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN). Es autora y coautora de artículos científicos en revistas científicas relacionadas con ecología y conservación de recursos naturales. El 2013 ingresó a la Maestría en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad, culminando en diciembre del 2014.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
BIOGRAFÍA	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE CUADROS	X
LISTA DE ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y UNIDADES	XII
RESUMEN	XIII
1.- INTRODUCCIÓN	1
1.1.- JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2.- OBJETIVOS	3
1.2.1.- <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2.- <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.- HIPÓTESIS	4
2.- MARCO CONCEPTUAL	4
2.1.- MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE	4
2.2.- IMPACTOS DEL APROVECHAMIENTO EN LA ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL BOSQUE.....	5
2.2.1.- <i>Impactos en la composición</i>	5
2.2.2.- <i>Impactos en la estructura</i>	5
2.2.3.- <i>Impactos en la diversidad</i>	6
2.2.4.- <i>Impactos en la regeneración</i>	6
2.2.5.- <i>Legislación de Honduras</i>	7
2.3.- MÉTODOS DE TRATAMIENTOS SILVICULTURALES EN EL MANEJO FORESTAL	7
2.3.1.- <i>Corta final con árboles semilleros</i>	7
2.3.2.- <i>Raleo de árboles selectos (ARSE)</i>	7
2.4.- DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE <i>PINUS OOCARPA</i>	9
2.4.1.- <i>Descripción general</i>	9
2.5.- UNA SÍNTESIS REFERENCIAL	10
3.- MATERIALES Y MÉTODOS	11

3.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO	11
3.2.- GENERALIDADES DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO.....	12
3.3.- ESTRATIFICACIÓN DE BOSQUE DE PINARES (ALVARADO, JUERGUENS 2013)	13
3.3.1.-Estrato pino aprovechado (PE).....	13
3.3.2.- Estrato pino en regeneración (Pr).....	13
3.3.3.- Estrato pino joven (P0)	14
3.3.4.- Estrato pino mediano (P1)	14
3.3.5.- Estrato pino maduro (P2).....	14
3.3.6.- Estrato pino de productividad baja (PI)	15
3.4.- TRATAMIENTOS SILVICULTURALES DE PINARES EN HONDURAS	15
3.4.1.- Método de corta final con reserva de árboles semilleros.....	15
3.4.2.- Método de raleo ARSE o árboles selectos	15
3.5.- PLAN DE MANEJO EN EJIDO DE YAMARANGUILA, MUNICIPIO DE YAMARANGUILA.....	16
3.5.1.- Planes operativos anuales ejecutados en el municipio de Yamaranguila.....	16
a) Plan operativo 2006.....	16
b) Plan operativo 2013.....	17
3.6.- PLAN DE MANEJO EN EJIDO DE MAL PASO, MUNICIPIO DE SAN MARCOS DE SIERRA.....	18
3.6.1.- Planes operativos anuales ejecutados en el municipio de San Marcos de Sierra.....	19
a) Plan operativo 2007.....	19
b) Plan operativo 2013.....	19
3.7.- DISEÑO DEL MUESTREO	20
3.7.1.- Instalación de las parcelas	20
3.7.2.- Identificación taxonómica	22
3.7.3.- Análisis de los datos.....	23
3.7.4.- Análisis estadístico.....	24
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1.- COMPOSICIÓN	26
4.1.1.- Composición taxonómica a nivel de familias, géneros y especie.....	26
4.1.2.- Determinación de tipos de bosque.....	29
4.1.3.- Índice de Valor de Importancia, ejido de Yamaranguila	30
4.1.4.- Índice de valor de importancia en ejido de Mal Paso.....	31
4.1.5.- Número de individuos de pináceas y latifoliadas.....	33
4.2.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS TRATAMIENTOS (APROVECHADO 2013, APROVECHADO 2007 Y TESTIGO).....	39
4.2.1. Número total de individuos en fustales, latizal alto, latizal bajo y brinzal.....	39
4.2.2.- Área Basal	48
a) Ejido de Yamaranguila	48
b) Ejido de Mal Paso.....	49
4.3. ANÁLISIS DE DIVERSIDAD Y RIQUEZA DE ESPECIES	53

4.3.1.- <i>Ejidos de Yamaranguila</i>	53
4.3.2.- <i>Ejido el Mal Paso</i>	57
4.4.- RELACIÓN DE LAS VARIABLES DE HÁBITAT CON LOS TRATAMIENTOS EN LAS ÁREAS DE ESTUDIO	63
5.- CONCLUSIÓN	70
6.- RECOMENDACIONES	71
7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72
8.- ANEXOS	84
8.1.- ANEXOS 1.- COORDENADAS GEOGRÁFICAS, ALTITUD Y PENDIENTE TOMADAS EN CAMPO, EDAD, ÍNDICE DE SITIO Y RODAL DATOS DEL PM DE LOS EJIDOS DE YAMARANGUILA Y EJIDOS EL MAL PASO DE SAN MARCOS DE SIERRA.	84
8.2.- ANEXOS 2.- CONTRASTES ORTOGONALES.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Mapa del área de estudio de los planes de manejo Ejidos de Yamaranguila, municipio de Yamaranguila y Ejidos de Mal Paso, municipio de San Marcos de Sierra, departamento de Intibuca, Honduras.</i>	12
<i>Figura 2. Forma y tamaño de las parcelas de muestreo</i>	22
<i>Figura 3. Dendrograma de análisis por conglomerados en parcelas de 500 m², con individuos de dap > 10 cm, en áreas bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007, bosque testigo en ejidos de Yamaranguila, municipio de Yamaranguila, y ejidos de Mal Paso, municipio de San Marcos de Sierra del departamento de Intibucá, Honduras.</i>	29
<i>Figura 4. Número de árboles en pinos y latifoliadas en fustales en parcelas de 500 m² en las parcelas testigo, aprovechado 2007 y aprovechado 2013. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.</i>	34
<i>Figura 5. Número de individuos en pináceas y latifoliadas en latizal alto en parcelas de 50 m². Prueba LSD Fisher. Letra diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.</i>	34
<i>Figura 6. Número de individuos de pináceas y latifoliadas en latizal bajo en parcelas de 50 m². Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.</i>	35
<i>Figura 7. Número de individuos en pináceas y latifoliadas en brinzales en parcelas de 16 m². Prueba LSD Fisher. Letra diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.</i>	35
<i>Figura 8. Número de individuos de pináceas y latifoliadas en fustales en parcelas de 500 m². Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.</i>	36
<i>Figura 9. Número de individuos de pináceas y latifoliadas en latizal alto en parcelas de 50 m². Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.</i>	37
<i>Figura 10. Número de individuos en pináceas y latifoliadas en latizal bajo en parcelas de 50 m². Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.</i>	37
<i>Figura 11. Número de individuos en pináceas y latifoliadas en brinzales en parcelas de 16 m². Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.</i>	38
<i>Figura 12. Promedios y error estándar por clase diamétrica en fustales para los años de aprovechamientos 2007, 2013 y testigo en ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) dentro de cada clase diamétrica.</i>	41
<i>Figura 13. Promedios y error estándar por clase diamétrica en fustales para los años de aprovechamientos 2007, 2013 y testigo en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre clases diamétricas.</i>	43
<i>Figura 14.- Comparación de número de individuos (> 10 cm dap) en dos sitios en forma independiente entre los tratamientos (aprovechado 2013, aprovechado 2007, testigo) de P. oocarpa, en dos tratamientos silviculturales Corta Final con reserva de semilleros y Raleo Arse.</i>	44
<i>Figura 15. Área basal (m²/ha) de individuos fustales para tres tratamientos en los ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).</i>	48

<i>Figura 16. Promedios y error estándar por clase diamétrica de fustales para bosques de pino aprovechados el 2013, 2007, y bosque testigo o no aprovechado en ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.</i>	49
<i>Figura 17. Área basal promedios \pm error estándar de individuos fustales para tres tratamientos en los bosques en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).</i>	50
<i>Figura 18. Área basal por clase diamétrica de fustales para bosques de pino aprovechados el 2013, 2007, y bosque testigo en el municipio de San Marcos de Sierra. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos dentro de cada clase diamétrica</i>	51
<i>Figura 19. Área basal total con dos tratamientos silviculturales en dos municipios del departamento de Intibuca, comparaciones independientes por sitio. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.</i>	52
<i>Figura 20. Curvas de rarefacción para fustales en parcelas de 500 m² en el plan de manejo de Ejidos de Yamaranguila.</i>	54
<i>Figura 21. Curva de rarefacción para latizal alto por el número de individuos en 10 unidades de muestreo, en el bosque del plan de manejo Ejidos de Yamaranguila.</i>	55
<i>Figura 22. Curva de rarefacción para latizales bajos por el número de individuos en 10 unidades de muestreo, en el bosque del plan de manejo Ejidos de Yamaranguila.</i>	55
<i>Figura 23. Curva de rarefacción en brinzales por el número de individuos en 10 unidades de muestreo, en el bosque del plan de manejo Ejidos de Yamaranguila.</i>	56
<i>Figura 24. Curvas de rarefacción en fustales por unidades de muestreo en parcelas de 500m² en ejidos de Mal Paso</i>	59
<i>Figura 25. Curvas de rarefacción en latizal alto por unidades de muestreo en parcelas 50 m², en ejidos de Mal Paso</i>	59
<i>Figura 26. Curvas de rarefacción en latizal bajo por unidades de muestreo en parcelas de 50m² en ejidos de Mal Paso</i>	60
<i>Figura 27. Curvas de rarefacción en brinzal por unidades de muestreo en parcelas de 16 m² en ejidos de Mal Paso</i>	60
<i>Figura 28. Biplot obtenido mediante análisis de componentes principales</i>	65
<i>Figura 29. Biplot obtenido mediante análisis de componentes principales</i>	67

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Resumen de los Planes de Manejo en ejidos de Yamaranguila</i>	16
<i>Cuadro 2. Resumen del Plan Operativo Anual 2006 en ejidos de Yamaranguila donde se instalaron las parcelas de muestreo</i>	17
<i>Cuadro 3. Resumen del Plan Operativo Anual 2012 en ejidos de Yamaranguila donde se instalaron las parcelas de muestreo</i>	18
<i>Cuadro 4. Resumen de los Planes de Manejo en el Municipio de San Marcos de Sierra</i>	19
<i>Cuadro 5. Resumen del Plan Operativo Anual (POA) del 2007 en ejidos de Mal Paso, donde se instalaron las parcelas de muestreo</i>	19
<i>Cuadro 6. Resumen del Plan Operativo Anual (POA) del 2013 en ejidos de Mal Paso</i>	20
<i>Cuadro 7. Distribución del número de parcelas en los tratamientos</i>	21
<i>Cuadro 8. Formas y características de la vegetación evaluada</i>	22
<i>Cuadro 9. Cuadro de ejidos de Yamaranguila, familias, géneros, especies y número de individuos en fustales, latizales y brinzales.</i>	26
<i>Cuadro 10. Descripción de número de familias, géneros, especies, número de individuos en fustales, latizal y brinzal</i>	27
<i>Cuadro 11. Proporción de presencia de especies de acuerdo al análisis de conglomerado</i>	30
<i>Cuadro 12. Cálculo del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque aprovechado 2013 en ejidos de Yamaranguila</i>	31
<i>Cuadro 13. Cálculo del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque aprovechado 2007 en ejidos de Yamaranguila</i>	31
<i>Cuadro 14. Cálculo de Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque testigo en ejidos de Yamaranguila</i>	31
<i>Cuadro 15. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque aprovechado 2013 en ejidos de mal paso</i>	32
<i>Cuadro 16. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque aprovechado 2007 en ejidos de mal paso</i>	32
<i>Cuadro 17. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque testigo en ejidos de mal paso</i>	32
<i>Cuadro 18. Promedios y error estándar del número de individuos (N/500 m²), en bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007, y bosque testigo en ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)</i>	40
<i>Cuadro 19. Promedios y error estándar del número de individuos (N/500 m²) por clase diamétrica, en bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007, y bosque testigo en ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)</i>	40

<i>Cuadro 20. Promedios y error estándar del número de individuos (N/500 m²), en bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007, y bosque testigo en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). _____</i>	42
<i>Cuadro 21. Promedios y error estándar del número de individuos (N/500 m²) por clase diamétrica, en bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007, y bosque testigo en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). _____</i>	42
<i>Cuadro 22. Promedios y error estándar del número de especies de fustales para bosques en el Plan de manejo de Ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). ____</i>	54
<i>Cuadro 23. Promedio y error estándar para el índice de Shannon (H') para fustales, latizales altos, latizales bajos y brinzales en el plan de manejo ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). _____</i>	57
<i>Cuadro 24. Promedio y error estándar para el índice de Simpson (D) para fustales latizales altos, latizales bajos y brinzales. Plan de manejo Ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). _____</i>	57
<i>Cuadro 25. Promedio y error estándar en riqueza de especies para fustal, latizal alto, latizal bajo y brinzal. Plan de manejo Ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). _____</i>	58
<i>Cuadro 26. Promedios y error estándar con el índice de Shannon (H') en fustales, latizal alto, latizal bajo y brinzal en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). _____</i>	61
<i>Cuadro 27. Promedios y error estándar con el índice de Simpson (D) en fustales, latizal alto, latizal bajo y brinzal en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). _____</i>	61
<i>Cuadro 28. Valores promedios y error estándar para las variables ambientales en tres tratamientos en ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). _____</i>	63
<i>Cuadro 29. Valores promedios y error estándar para las variables ambientales en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). _____</i>	64

LISTA DE ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y UNIDADES

ICF = Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre

U-ESNACIFOR = Universidad Escuela Nacional de Ciencias Forestales

MF = Manejo Forestal

dap = Diámetro a la Altura del Pecho

ANOVA = Análisis de Varianza

PM = Plan de Manejo

POA = Plan Operativo Anual

AB = Área Basal

IVI = Índice valor de importancia

ARSE = Árboles Selectos

CF = Corta Final

CATIE = Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

msnm = Metros sobre el nivel del mar

RESUMEN

Los bosques tropicales de montañas del Norte de Centroamérica están dominados por árboles de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*). Honduras es un país centroamericano que tiene el 48% de su territorio cubierto con bosques, y de este total, el 36,3% es bosque de coníferas.

El aprovechamiento forestal es realizado bajo planes de manejo cada quinquenio, con sus respectivos planes operativos elaborados en forma anual. En los últimos años los volúmenes más altos en aprovechamiento forestal son de los bosques de coníferas. El presente trabajo está orientado a brindar información para describir cuáles fueron los efectos de los aprovechamientos silviculturales en dos años de aprovechamiento (2013 y 2007) y el testigo, bajo dos tratamientos silviculturales: a) corta final con reserva de semilleros en ejidos del municipio de Yamaranguila y b) raleo ARSE (árboles selectos) en ejidos de Mal Paso en municipio de San Marcos de Sierra, para ver el comportamiento de la composición, estructura y diversidad.

Para la evaluación se establecieron 58 parcelas temporales de 500 m², para individuos >10 cm de dap; 50 m² para latizales alto y bajo (<10 cm dap y >130 cm de altura) y 16 m² para brinzales (<30 cm de altura y >5 cm de altura). Las parcelas se ubicaron en áreas aprovechadas el 2013 y 2007 y en bosque testigo. En el análisis se utilizó el programa estadístico de InfoStat, y se realiza un análisis multivariado de conglomerados, componentes principales, y análisis de varianza (ANAVA) con contrastes ortogonales.

Los resultados en cuanto a tipos de bosques muestra dos clases de bosque: ejidos de Yamaranguila tienen una alta dominancia >74% y ejidos de mal paso tienen una dominancia entre 60% y 74% en *Pinus oocarpa*. En la variable de abundancia de pináceas y latifoliadas se observa que en fustales hay mayor número de individuos de *P. oocarpa*, en ambos sitios con diferencias significativas, en comparación de las latifoliadas que están en menor número de individuos sin diferencias estadísticas. En cuanto a la regeneración, en pino solo se observan diferencias significativas en ejidos de Yamaranguila para latizal alto, también en latizal bajo

en ejidos de Mal Paso. En el caso de latifoliadas, se diferencian en latizal alto y latizal bajo para ejidos de Yamaranguila.

En cuanto a estructura se registró un total de 787 árboles >10 cm dap en fustales, 861 registros en latizales (bajos y altos), y 446 registros de brinzales. Las especies con mayor peso ecológico fueron *Pinus oocarpa*, *Quercus sapotifolia*, *Quercus segoviensis*, *Clethra macrophylla* entre los principales. También se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos de bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007, y bosque testigo, en número de individuos (N/parcela) y área basal (m²/ha) en fustales (>10 cm dap) en clase diamétrica. Estructuralmente tiene la forma de J invertida de bosques discetaneos, lo cual revela que estos bosques en años anteriores sufrieron disturbios antropogénicos que incluye a los testigos.

En la variable de riqueza de especies se observan diferencias significativas en fustales (>10 cm dap) entre los tratamientos de bosques aprovechados 2013, bosque aprovechado 2007 y bosque testigo, en los dos sitios de muestreo. Sin embargo para latizal alto no se observan diferencias entre los tratamientos, pero en latizal bajo se observan diferencias en ejidos de Yamaranguila, en brinzales solo en ejidos de Mal Paso. Sobre la diversidad de especies en ejidos de Yamaranguila en fustales están los bosques aprovechados 2013, con diferencias significativas también en latizal bajo; y en ejidos de Mal Paso están los bosques aprovechados 2007 en el caso de fustales y brinzales con diferencias significativas.

En conclusión, los tratamientos silviculturales bajo los dos métodos evaluados constataron que al realizar el aprovechamiento forestal influye en la composición, la estructura y diversidad del bosque. En composición y estructura reduce el número de individuos y el área basal de pinaceae, aumenta el número de individuos y el área basal de latifoliada, reduce la cobertura del bosque, lo que se observa especialmente en el bosque aprovechado 2013 tanto en ejidos de Yamaranguila y ejidos de Mal Paso. En diversidad, aumenta la riqueza y diversidad de especies.

Por tanto, sería bueno establecer haciendo evaluaciones periódicas en parcelas permanentes de muestreo para observar el cambio de los bosques de pinares, especialmente en bosques ralos y bosques mixtos, además el crecimiento diametral mediante anillos de

crecimiento, en ambas épocas. En el caso del método de raleo ARSE, verificar si efectivamente está cumpliendo con los objetivos que fue diseñado inicialmente. Por último, para regeneración, hacer evaluaciones en época seca y época lluviosa y el efecto de los aprovechamientos forestales y el ingreso de ganado vacuno de las mismas en áreas aprovechadas.

Palabras claves

Composición, diversidad, estructura, *Pinus oocarpa*, raleo arse o árboles selectos, corta final con reserva de semilleros, costo, y rendimiento.

ABSTRACT

The rainforests of the northern mountains of Central America are dominated by pine trees (*Pinus spp.*) and oak (*Quercus spp.*). Honduras is a Central American country that has 48% of its territory covered with forests and of this total, 36.3% is coniferous forest. Forest harvesting is done under five year management plans, with operational plans developed annually. In recent years the highest harvesting volumes are from coniferous forests. This paper aims to provide information to describe what were the effects of silvicultural exploitation in two years of use (2013 and 2007) and a control plot, under two silvicultural treatments: a) final cut with retention of seed trees in the communal forests (*ejidos*) of the municipality of Yamaranguila, and b) selective thinning cut “ARSE” in the communal forests (*ejidos*) of the community of Mal Paso in the municipality of San Marcos de Sierra, to observe the behavior of forest composition, structure and diversity.

For evaluation, 58 temporary plots of 500 m² were established for individuals > 10 cm dbh; 50 m² for small and large seedlings (<10 cm dbh and > 130 cm) and 16 m² for saplings (<30 cm and > 5 cm high). The plots were located in áreas in 2013 and 2007 and in a control forest plot. InfoStat statistical program was used in the analysis, performing multivariate cluster analysis, principal component analysis of variance (ANOVA) with orthogonal contrasts.

The results in terms of forest types, show two kinds of forest: the *ejidos* of Yamaranguila have a high dominance > 74% of *Pinus oocarpa*, while the *ejidos* of Mal Paso show a dominance 60%-74% in this species. The variable abundance of Pinaceae and broadleaf species shows that for upper-stems there is significantly greater number of individuals of *P. oocarpa* at both sites, while for hardwoods there fewer individuals without statistical differences. In terms of pine regeneration, in the *ejidos* of Yamaranguila significant differences are only observed for tall saplings, as well as small saplings in the *ejidos* of Mal Paso. Hardwood regeneration differs in both small and tall saplings in the *ejidos* of Yamaranguila.

In terms of structure, altogether a total of 787 trees > 10 cm dbh were registered, 861 saplings (small and tall), and 446 seedlings. Species with higher ecological weight were *Pinus oocarpa*, *Quercus bumelioides*, *Quercus segoviensis*, and *Clethra macrophylla*. Statistical differences were also observed between treatments in harvested forests 2013 and 2007 and the control forest, in the variables number of individuals (N / plot) and basal área (m² / ha) in upper-stems (> 10 cm DBH). The diameter class curve is shaped in an inverted J, which reveals that these forests in the past suffered anthropogenic disturbances, including the control forest.

In the variable of species richness, significant differences in upper-stem species (> 10 cm DBH) were observed between treatments in forests harvested in 2013 and 2007 and the control forest, in the two sampling sites. No differences between treatments were observed for tall saplings, but in small saplings differences were observed in Yamaranguila *ejido* and in seedlings in Mal Paso. In terms of species diversity, Yamaranguila ejidos harvested in 2013 show significant differences in small poles and small saplings, while in Mal Paso the forest harvested in 2007 shows significant differences between treatments for both poles and seedlings.

In conclusion silvicultural treatments under the two methods evaluated found that when performing logging affects the composition, structure and diversity of the forest. In composition and structure reduces the number of individuals and basal área of pinaceae; the number of individuals and basal área of broadleaved; reduced forest cover, especially observed in the forest exploited both 2013 and suburbs of Yamaranguila Mal Paso. In diversity increases the richness and diversity of species.

Therefore it would be good to establish doing periodic evaluations in permanent sample plots to observe the change of pine forests especially in sparse forests and mixed forests, along the diametral growth by growth rings in both seasons, in the case of method ARSE verify thinning is actually fulfilling the objectives it was originally designed. Finally to make assessments regeneration dry season and rainy season and the effect of forest harvesting and income from cattle thereof in logged áreas.

Keywords

Composition, diversity, structure, *Pinus oocarpa*, selective thinning, final cut, seed tree retention, cost, yield

1.- Introducción

Los bosques tropicales de las montañas del Norte de Centroamérica están dominados por árboles de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.), que conforman un componente clave llamado puente boscoso de las Américas, un istmo que une Norteamérica con Suramérica. Sin embargo, amenazas como los incendios forestales, las prácticas forestales insostenibles, la conversión de bosques a plantaciones de pino, tierras agrícolas y ganaderas, infección de plantas parásitas y el cambio climático, están poniendo en peligro las áreas boscosas. Estos bosques sirven como hábitat para especies en peligro de extinción y endémicas, de ahí su importancia para la conservación (ICF 2014; Park 2001; Howell y Mathiasen 2004; Zonneveld 2009).

La cobertura boscosa en Honduras es alrededor de 5,4 millones de ha., lo que corresponde a un 48% del territorio nacional (ICF 2013). La distribución de la cobertura de bosque está distribuida de la siguiente manera: 58% de bosque latifoliado (3,1 millones ha), 36% de bosque de coníferas (2 millones ha), 5,3% de bosque mixto (284,5 mil ha), y 1% de bosque de mangle (52 mil ha) (ICF 2014). La riqueza forestal de Honduras le confiere una alta variedad de calidades de madera y subproductos, siendo el manejo forestal sostenible una de las herramientas fundamentales para el desarrollo. Cabe destacar que las políticas forestales y la industria de Honduras privilegian el uso y reforestación de especies de pino (*The Nature Conservancy et al.* 2009; ICF 2014).

El Sistema Social Forestal de Honduras promueve el desarrollo socioeconómico de las comunidades que viven dentro de o aledañas a los bosques, incorporándolas al manejo forestal, el uso sostenible y diversificación del recurso, para hacer frente al agravamiento de la pobreza en áreas rurales forestales y a la degradación de los recursos del bosque. Asegura así la efectiva participación de campesinos o comunidades indígenas con beneficios directos e indirectos del bosque, y contribuye al mejoramiento de las condiciones de vida de las áreas rurales con presencia de bosque, los que están amparados bajo la Ley Forestal para uso y goce del mismo. Como política de desarrollo, la participación comunitaria en el sector forestal demanda la aplicación de enfoques participativos a todos los niveles, con sus opciones

productivas, para asegurar los máximos beneficios directos a las comunidades locales (ICF 2011).

Esta investigación pretende evaluar si los procesos de regeneración en los bosques de pino donde se realiza aprovechamiento forestal están siendo manejados adecuadamente, según las normativas existentes establecidas por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF). También evaluar si la composición, estructura y diversidad del bosque de pino tienen efectos debido al aprovechamiento del recurso forestal, el cual es una alternativa de desarrollo de las comunidades que habitan en áreas ejidatarias en suelos de vocación forestal. Por esta razón, esta investigación planteó la pregunta de investigación ¿Cuáles son los efectos del aprovechamiento forestal en bosques de pinares en cuanto a la estructura, composición y diversidad vegetal en los años aprovechados en el 2013, en el 2007 y en el testigo? Contestar esta pregunta permitirá conocer si los tratamientos silviculturales implementados coadyuvan en el manejo del bosque de manera sostenible a través del tiempo.

1.1.- Justificación

Dos de los objetivos de desarrollo del milenio son garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y erradicar la pobreza extrema y el hambre. La pérdida de cobertura boscosa de áreas que son estrictamente para manejo forestal a un futuro cercano afectará enormemente a la población rural pobre, debido a que los bosques son una red de seguridad que contribuye a disminuir la pobreza y provee medios de sustento sostenibles como alimentos, madera, combustible, plantas medicinales y otros productos (Naciones Unidas 2012).

El manejo forestal comunitario es una alternativa complementaria, y una estrategia viable para la reducción de la pobreza rural y la deforestación; sin embargo, entre los factores negativos que influyen están una aplicación deficiente en la práctica, falta de reconocimiento de los derechos indígenas sobre el uso y la tenencia de los bosques, y desigualdad económica y social (Louman *et al.* 2008). Aquí las políticas forestales pueden jugar un papel importante en la generación de mejores condiciones institucionales y de mercado.

Esta investigación nació producto del apoyo del proyecto Finnfor II: Bosques y Manejo Forestal en América Central, a través del programa de Producción y Conservación en Bosques del CATIE, el cual brinda el fortalecimiento y manejo del recurso forestal en los bosques de pino en Intibucá, Honduras, bajo el enfoque de cadenas de valor. El trabajo se realizó en la cadena de “Madera aserrada y de estaca de pino de los bosques naturales de Intibucá”. Las áreas de trabajo fueron los bosques ejidales del municipio de Yamaranguila y los bosques ejidales de Mal Paso en el municipio de San Marcos de Sierra, bajo manejo de las cooperativas Agroforestales El Palisal (en Yamaranguila) y Cooperativa Agroforestal Guirampuque o Coraguil (en San Marcos de Sierra), las cuales intervienen desde la etapa de producción en el bosque hasta la transformación primaria. El volumen de transformación por estas dos cooperativas representa un 15% de volumen total de Intibucá (CATIE 2013).

Los planes de manejo de ejidos de Yamaranguila y ejidos de Mal Paso están dirigidos por socios de origen campesino - indígena de escasos recursos. Esta actividad de aprovechamiento forestal les da la oportunidad de generar ingresos y mejorar la calidad de vida de ellos y sus familias, además de los empleos indirectos que se generan como resultado del aprovechamiento del bosque.

1.2.- Objetivos

1.2.1.- Objetivo general

Evaluar los impactos ecológicos del manejo silvícola de pinares en los Municipios de Yamaranguila y San Marcos de Sierra, Honduras.

1.2.2.- Objetivos específicos

1. Establecer los efectos de dos sistemas de aprovechamiento de rodales de pino en la estructura y composición vegetal.
2. Determinar el impacto de dos sistemas de aprovechamiento de rodales de pino en la diversidad vegetal.

1.3.- Pregunta de investigación

- ❖ ¿Cuáles son los efectos del aprovechamiento forestal en bosques de pinares en cuanto a la estructura, composición y diversidad vegetal en los años aprovechados en el 2013, en el 2007 y el testigo?

1.4.- Hipótesis

H_{a1}.- Existen diferencias debido a los efectos del aprovechamiento en la regeneración, estructura, composición y diversidad en áreas aprovechadas en el 2013, en el 2007 y el testigo.

2.- Marco conceptual

2.1.- Manejo forestal sostenible

El Manejo Forestal Sostenible (MFS) significa la administración y uso de los bosques y tierras de vocación forestal en forma e intensidad donde se mantenga la diversidad biológica, la productividad, la regeneración, la vitalidad y su potencial para cumplir, en el presente y futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes a nivel local y global, sin causar daños a otros ecosistemas (Orozco 2004). Sin embargo, el MFS se define en la actualidad como un concepto holístico y comprensivo, que toma en consideración el uso múltiple de los bosques y aspectos del paisaje, orientado a la obtención de beneficios, bienes y servicios, con la finalidad de mejorar las condiciones y la calidad de vida de las personas (FAO 2008). Entre los problemas principales del MFS es que los ingresos económicos del uso y/o conservación de los bosques actuales no son un incentivo suficiente para llevar a cabo un manejo que sea competitivo y atractivo para la inversión, debido a la falta de valorización de todos los bienes y servicios provenientes del bosque (Kess Van y Savenije 2008).

El manejo forestal en Honduras es un concepto de utilización de los ecosistemas forestales y sitios en procesos de recuperación forestal, claramente establecido en los diferentes esquemas legales y técnicos. La legislación vinculada con el manejo forestal y la silvicultura está contenida en la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Decreto No 98 del 2007 y en el “Manual de normas técnicas para la preparación de planes operativos” del ICF (Pereira *et al.* 2010).

2.2.- Impactos del aprovechamiento en la estructura, composición y diversidad de especies del bosque

El impacto ambiental se define como el cambio neto, positivo o negativo, que se provoca sobre el ambiente en forma directa o indirecta, debido a acciones naturales o antrópicas, que puede producir alteraciones y afectar la salud, calidad de vida, la capacidad productiva de los recursos naturales y los procesos ecológicos (Orozco *et al.* 2006).

Los efectos ocasionados en la vegetación y los suelos de los sitios donde se realiza un aprovechamiento forestal pueden ser: a) falta de regeneración del bosque alto; b) extinción de especies en su totalidad; c) erosión genética como resultado de la corta selectiva de los mejores árboles; d) reducción de la población total de una especie; e) desarrollo de un bosque secundario no deseable; f) invasión de malezas persistentes; g) pérdida de los árboles semilleros debido a daños mecánicos y el impacto de la insolación; y h) daño a los bosques adyacentes por la maquinaria, la caída de árboles por el viento, los incendios, las cortas ilegales, la sedimentación, los cambios hidrológicos y/o la intensificación en el cambio de uso de suelo hacia una agricultura migratoria (Zimmerman 1992). Además los daños causados en el aprovechamiento forestal en los árboles como la copa o raíz causan una reducción en la tasa de crecimiento y una mayor susceptibilidad de ataque de hongos (Mostacedo *et al.* 2006).

2.2.1.- Impactos en la composición

La composición florística indica qué especies vegetales componen un bosque. Se dice que entre los factores que influyen en la composición están: a) factores ambientales como la posición geográfica, clima, altitud, precipitación, suelos, viento, y topografía; b) factores biológicos como los claros, formación y recuperación de claros, frecuencia y tamaño de claros naturales, equilibrio dinámico, temperamento de las especies, disponibilidad de semillas, diversidad, silvicultura, plagas y enfermedades (Louman *et al.* 2001).

2.2.2.- Impactos en la estructura

La estructura de un bosque natural da una idea de cómo se encuentra en el crecimiento y la distribución de las especies. Se clasifica en dos tipos: a) horizontal, determinada por respuestas de las plantas al ambiente, las limitaciones y amenazas descrito mediante la

distribución del número de árboles por clase diamétrica, b) vertical, determinada por la distribución de las plantas a lo alto de su perfil y respondiendo a las características de las especies que lo componen y las condiciones micro-ambientales (Louman 2001).

2.2.3.- Impactos en la diversidad

Los índices de diversidad de especies consideran tanto el número de especies (riqueza) como el número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. Sin embargo, estos índices son criticados porque comprimen información (Mostacedo y Fredirecksen 2000).

Estudios realizados en *Pinus oocarpa* sobre los impactos inmediatos a la diversidad florística después de un aprovechamiento forestal en la ribera de los ríos a diferentes distanciamientos y rangos de pendiente en Honduras, mencionan que la vegetación sufre una modificación significativa independientemente de la pendiente y la distancia. En algunas parcelas observaron un aumento en la diversidad debido al proceso de sucesión vegetal y germinación de semillas que permanecían en estado de latencia; la presencia de especies invasoras a nivel de sotobosque, y un aumento en la abundancia de especies dominantes de las familias Graminae, Compositae, Rubiácea y otras (Arriaga 2007).

2.2.4.- Impactos en la regeneración

Referente a la regeneración de especies después de incendios forestales en los bosques mixtos de pino-encino, se menciona que las áreas perturbadas post-incendio con y sin restauración ecológica presentan diferencias estadísticas en su composición arbórea en México. Sin embargo, el ecosistema restaurado presenta menor riqueza y diversidad comparado con el ecosistema que se estableció de manera natural (Juárez-Martínez y Rodríguez-Trejo 2003).

Las ventajas adaptativas de especies como *Pinus* spp. y *Quercus* spp, son debidas a cortezas gruesas y resistentes al fuego (Wolfsohn 1984). Los factores que también influyen en las condiciones de desecación para las plántulas que están en proceso de regeneración son la cobertura del dosel, humedad del suelo, temperatura y humedad del piso forestal, alcanzando mayores valores en los pinares. El tipo de bosque también afecta la germinación de las

semillas de manera diferente, la remoción de semillas es menor bajo los doseles más cerrados y en el bosque mixto, y son los roedores (ratones) *Peromyscus boylii levipes* y *P. zarhynchus* que consumen semillas en grado considerable.

2.2.5.- Legislación de Honduras

La legislación de Honduras dentro de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre incluye como requisito dentro de los planes de manejo forestal la evaluación de los impactos ambientales que ayudan a predecir los impactos negativos y da los lineamientos de las medidas de mitigación a implementar para reducir los mismos (ICF 2011).

2.3.- Métodos de tratamientos silviculturales en el manejo forestal

2.3.1.- Corta final con árboles semilleros

Este tratamiento silvicultural se aplica a bosques medios y maduros (P1 y P2), donde se seleccionan los mejores árboles (en términos fenotípicos) a dejar como semilleros para que brinden excelente semilla y den como resultado una progenie de excelentes características. Debe aplicarse previamente un plan de protección contra incendios forestales hasta que la generación esté establecida. Para los bosques de pino se deben dejar entre 12 a 25 árboles semilleros por hectárea dependiendo del índice de sitio (a menor calidad de sitio, mayor número de semilleros), además se considera la pendiente, exposición, etc. En este tratamiento también se dejan árboles jóvenes menores de 10 cm de diámetro considerados como regeneración, excepto los decrepitos o suprimidos, los cuales se deben eliminar (ICF 2011).

2.3.2.- Raleo de árboles selectos (ARSE)

El objetivo del raleo es evitar la paralización del crecimiento del rodal producto de la competencia. El raleo tiene efecto sobre el crecimiento y la forma de los árboles, reduce la competencia y alteración del medio, acelerando así el crecimiento de los árboles remanentes, y concentrando la producción de biomasa en un número adecuado de árboles seleccionados por mayor tamaño, buena calidad, buen fuste y copa, lo cual da un mayor potencial en el incremento del volumen (Chirinos 1992, Molina 1998).

En rodales densos no intervenidos, la altura de la copa fotosintética activa disminuye con la edad del rodal, observándose árboles delgados, altos y copa pequeña en el fuste. En Honduras recomiendan tres raleos, el primero a los 7 – 10 años de edad y un diámetro promedio menor o igual a 10 cm, que deja un remanente mínimo de 1000 y un máximo de 1200 árboles por hectárea.

El método raleo ARSE, conocido como “árboles del futuro” o selección temprana de los “árboles para la cosecha o corta final”, se fundamenta en el sentido de que, para que un árbol sea elegido como selecto u apto, hay que establecer y manejarle su entorno, de manera que aproveche la máxima cantidad de luz, agua y nutrientes para acelerar su crecimiento. El método de raleo ARSE deja 200 árboles/ha para la cosecha final (Molina 1998), con el objetivo de:

- a) Concentrar la producción mercantil y/o volumétrica en un menor número de individuos que presenten las mejores características fenotípicas del rodal y reservarlos para la corta final;
- b) Aprovechar al máximo la disponibilidad de nutrientes, humedad del suelo y luz solar, lográndose más fácilmente con individuos que tengan la capacidad instalada, que generalmente son los árboles más grandes y de mejor desarrollo foliar y radicular;
- c) Acelerar su crecimiento, eliminando los árboles que le hacen competencia teniendo las mismas características y que pertenezca al mismo nivel sociológico;
- d) Aumentar la tasa interna de retorno al bosque, ya que al provocar un mayor incremento en el bosque, se produce a una tasa de ganancia mayor y en menor tiempo;
- e) Generar ingresos tempranos de cierta magnitud;
- f) Mantener siempre *ocupado* el sitio al máximo hasta el final de la rotación, con la escogencia de los árboles selectos;
- g) Utilizar todo el material mercantil producido por el bosque durante toda la rotación, se aprovecha el material producido por los raleos y el remanente puede ser destinado no solo a la producción de trozas, también puede ser destinado a la producción de otros bienes, como: resina, semillas, protección, recreación, etc.

Este método es independiente de la edad y la calidad de sitio, puede ser aplicado a rodales puros, mixtos y si se combina con selección individual de especies de interés definido (Molina 1998).

2.4.- Descripción de la especie *Pinus oocarpa*

2.4.1.- Descripción general

Pinus oocarpa subsp. *oocarpa* es la especie de pino más común en Honduras, de mayor importancia comercial, pues ocupa cerca de dos terceras partes de los pinares en Honduras. Esta especie tiene una explotación alta en los últimos tiempos (ICF 2014). Mide desde 30 hasta 45 m. de altura y un dap hasta 90 cm. Los adultos tienen copa irregular, con ángulo de ramificación variable, las placas de la corteza son largas con fisuras profundas, las acículas ocurren en grupos de 5, raramente de 4 a 6, con canales de resina. Los conos permanecen en las ramas durante varios días, después de la caída de sus semillas miden < 10 cm de longitud y la espina terminal cae antes de madurar. Los conos tienen longitudes entre 40 y 100 mm y diámetros entre 30 y 60 mm, con promedio de 59 escamas (Wolffsohn 1982; Hernández 1984).

P. oocarpa tolera un suelo mal drenado, pero puede llegar a un tamaño comercial en suelos superficiales con 30 cm de profundidad. En suelos pobres menores de 30 cm de profundidad los árboles pueden alcanzar alturas de 20 m o más. Es intolerante de suelos con ph alto (básico), no se encuentran en suelos derivados de cal (Wolffsohn 1982).

Pinus oocarpa es exigente de luz, según experimentos de vivero durante el primer año puede tolerar 50% de sombra; este porcentaje de sombra estimula un incremento en altura y disminuye el incremento diametral. Con 75% de sombra el incremento de altura es menor, el color es amarillento y no pueden permanecer erectos. La mayoría de las semillas caen en época seca de febrero a mayo y están en el suelo hasta la llegada de la época lluviosa, por lo que entran en un alto riesgo para la incidencia de incendio. Liberan semillas en menor cantidad durante la mitad del año, que se dice que puede ser eficaz para la regeneración en áreas quemadas a finales de la época seca, exceptuando durante el periodo de noviembre y enero que no caen semillas llenas. El cono tiene un promedio de 39 semillas, cada árbol libera

de 290 a 1067 semillas sanas, lo que da un promedio de entre 83,000 y 101,000 semillas/ha (Hudson *et al.* 1981; Wolffsohn 1982).

Las causas principales de mortalidad de las semillas en el primer año son: a) roedores que transportan las semillas a un sitio seguro y aves que comen *in situ* las semillas antes de la germinación; b) insectos que comen las plántulas en la primera semana después de la germinación; c) la sequía durante la primera época seca después de la germinación; d) competencia con otras especies los incendios (Wolffsohn 1982).

2.5.- Una síntesis referencial

Los sitios de estudio donde se levantó información son áreas de trabajo del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), el cual a través del proyecto Finnfor está apoyando a todo el proceso de fortalecimiento de la cadena de valor de Pino en estos departamentos. Los departamentos son seleccionados en gran parte por la pobreza rural existente, que mencionan las autoridades nacionales, regionales y municipales, con la intención de coadyuvar a las cooperativas comprendidas por socios de origen indígena lenca, en el desarrollo de todo el proceso desde el aprovechamiento en el bosque, transformación y comercialización. El objetivo del estudio fue evaluar si los efectos de los tratamientos silviculturales están incidiendo en la composición, estructura, diversidad, y si la regeneración de las especies es regular.

Los resultados demuestran que en efecto los tratamientos silviculturales tienen incidencia en la composición, estructura y diversidad del bosque. En composición y estructura, reduce el número de individuos y el área basal de pinos, en latifoliadas aumenta el número de individuos, y en el área basal, se reduce la cobertura del bosque. En diversidad, aumenta la riqueza y diversidad de especies. Se observa que el tratamiento silvicultural de corta final en cuanto a regeneración es uno de los que acompañan en forma positiva en la regeneración tanto en latizales y brinzales, siempre y cuando se tenga cuidado durante el proceso de recuperación. Sin embargo el raleo ARSE está teniendo problemas en el proceso de regeneración, especialmente en pino.

3.- Materiales y métodos

3.1.- Descripción de las áreas de estudio

Los dos sitios de estudio están ubicados en Honduras, en el departamento de Intibucá en los Municipios de Yamaranguila y San Marcos de Sierra. Florísticamente están constituidos por bosques latifoliados, bosques de coníferas con especies de *Pinus oocarpa*, *Pinus pseudostrobus*, bosques mixtos y otros (San Martín 2007; Pineda 2006; Ramos 2013; Tadeo 2013).

El primer sitio de estudio es el Plan de Manejo Ejidos de Yamaranguila, ubicado en el Municipio de Yamaranguila en los meridianos 88°10' y 88°23' longitud oeste, los paralelos 14°30' latitud norte. Limita al norte con el municipio de San Francisco de Opalacá, al sur con el municipio de San Marcos de Sierra, al este con los municipios de Intibucá, La Esperanza y Yarula departamento de la Paz, al oeste los municipios de Dolores y San Miguel Guacapla, conocido como San Miguelito, y con el municipio de San Francisco en el departamento de Lempira (Ramos 2013; Pineda 2007; Tadeo 2006). Su población es de origen Lenca, alrededor de 21,560 habitantes. El clima es variable, entre los 15°C en zona alta, la zona media de 25°C, la zona cálida 30°C, con meses más lluviosos de junio a septiembre y más secos de marzo a abril (Figura 1). Se cultiva granos básicos como frijol, maíz, tubérculos como la papa, en frutas: la fresa, membrillo y durazno, caña de azúcar y hortalizas, en la ganadería realizan la cría de ganado vacuno, equino, porcino, ovino y aves de corral (García 2007). Ecológicamente cuenta con bosques montanos húmedos y bosque húmedo subtropical.

El segundo sitio de estudio es el Plan de Manejo Ejidos de Mal Paso, ubicado en el municipio de San Marcos de Sierra, entre las coordenadas geográficas de 14°07' de latitud y 88°15' de longitud. Climáticamente tiene una temperatura de 15°C a 25°C., con 8,448 habitantes. Tiene superficie de 142.8 km², topografía irregular de laderas escarpadas, y laderas moderadas (Figura 1). Su actividad económica está basada en la agricultura como maíz, frijoles, café, frutas y verduras destinadas para el autoconsumo (Ramos 2013; Pineda 2007).

realiza un Plan Operativo. El plan de manejo y el plan operativo anual deben incluir aspectos sobre: aprovechamiento forestal, construcción y mantenimientos de carreteras, manejo de vida silvestre, protección forestal, mitigación de impactos, detección de plagas y enfermedades, manejo de la regeneración, programa de reforestación, programa de red vial, conservación de suelos y actividades de evaluación y seguimiento técnico (Ramos 2013, Pineda 2006; ICF 2011).

3.3.- Estratificación de bosque de pinares (Alvarado, Juerguens 2013)

La estratificación de un bosque de pino se caracteriza por la similaridad en altura, diámetro, edad, y densidad. Se considera estrato de bosque pinar, terrenos con vegetación de árboles de pino con una altura mínima de 3 m y un mínimo de 10 árboles por hectárea.

Bosque de Pino: La cobertura de copa de pino es de 70%.

Bosque mixto: Mezcla de pino y latifoliado; entre 30 y 70% de la cobertura de copa es pino.

Bosque latifoliado. Vegetación con cobertura más del 70% de especies latifoliadas.

Rodal: Un rodal es un área de forma y tamaño irregular, ocupado por árboles de la misma edad y tamaño; el área de un rodal puede ser de 1,5 a 10 ha.

Los estratos en bosques de pino se clasifican en los siguientes tipos.

3.3.1.-Estrato pino aprovechado (PE)

Pino aprovechado recientemente, bosque maduro intervenido con presencia de árboles semilleros, y presencia de alguna regeneración natural o artificial con altura $\geq 1,3$ m. La densidad adecuada de árboles semilleros es de 12 a 25 árboles/ha entre medianos y grandes, con exceso de densidad de árboles semilleros >25 árboles/ha. Los años estimados comprenden de 0-3 años con tratamiento o de 0-4 años sin tratamiento, y la actividad es revisar el establecimiento de la regeneración.

3.3.2.- Estrato pino en regeneración (Pr)

Regeneración natural o artificial formada por plantas con altura $> 1,3$ m y diámetro altura pecho de <10 cm. Cuenta con subclases en regeneración natural con densidad satisfactoria o

densidad no satisfactoria. Los años que comprende son de 4-7 años con tratamiento y 5-12 años sin tratamiento. La actividad a desarrollar es revisar la densidad de la regeneración, limpiezas, raleo no comercial, plantación.

	Árboles/ha	Cobertura (%)
Plantas <1,3 m	Sitio bueno 1600	65
	Sitio promedio 1200	55
	Sitio pobre 900	25
Plantas > 1,3 m	Sitio bueno 800	65
	Sitio promedio 600	35
	Sitio pobre 400	25

3.3.3.- Estrato pino joven (P0)

Bosque de pino joven, con diámetro a altura de pecho entre 10-25 cm., edad entre 11 y 25 años. Con subclases ralo, regular y denso. La edad que comprende es de 11-25 años con tratamiento, y 13-30 años sin tratamiento. Se realiza el raleo comercial y corte de árboles semilleros.

Densidad	Nro. de árboles
Ralo	25 - 200
Regular	201- 700
Denso	>700

3.3.4.- Estrato pino mediano (P1)

Bosque de pino mediano, diámetro a la altura del pecho 25-35 cm, edad de 26-35 años. Con subclases ralo, regular y denso. Las edades que comprende son de 26-35 años con tratamiento, y 31-45 sin tratamiento. Se desarrolla raleo comercial (aserrío y poste).

Densidad	Nro. de árboles
Ralo	25 – 79
Regular	80 – 150
Denso	>150

3.3.5.- Estrato pino maduro (P2)

Bosque de pino maduro o sobremaduro, árboles con diámetro a altura de pecho >35 cm, edad >36 años. Con subclases ralo, regular y denso. Edad comprendida entre 36-40 años con tratamiento, y 46-60 años sin tratamiento. Se realiza raleo comercial o corte final (aserrío o playwood).

3.3.6.- Estrato pino de productividad baja (PI)

Bosque de productividad baja, con densidad baja del rodal: a) el rodal perdió su estructura por extracción de leña o aprovechamiento selectivo, b) árboles muy viejos que no son semilleros, y c) árboles dañados por plagas, incendios, y vientos.

3.4.- Tratamientos silviculturales de pinares en Honduras

3.4.1.- Método de corta final con reserva de árboles semilleros

El tratamiento silvicultural aplicado a estratos de bosques medios (P1) y maduros (P2), con diámetro a altura de pecho (dap) >30 cm., incluye la selección de los mejores árboles fenotípicamente para ser excelentes semilleros y den una progenie de buenas características. Para que este tratamiento sea eficiente, debe aplicarse un plan de protección contra incendios forestales hasta que la regeneración esté establecida en el estrato pino joven (P0). La corta no debe ser mayor al 30% de la cobertura vegetal.

En este tratamiento silvicultural se deja entre 12 a 25 árboles semilleros por hectárea dependiendo del índice de sitio (a menor calidad de sitio, mayor número de semilleros): pendiente, exposición, etc. Se dejan todos los árboles jóvenes menores de 10 centímetros de diámetro considerados como regeneración, excepto los suprimidos o decrepitos que se deben eliminar (ICF 2011). La corta de árboles semilleros es permitida en pendientes menores de 60%, en áreas que no excedan las 40 ha de bosque a cortar.

3.4.2.- Método de raleo ARSE o árboles selectos

El método de raleo de Árboles Selectos (ARSE), también conocido como árboles del futuro o selección temprana para la cosecha final, se fundamenta en crearles y manejarles a su alrededor todas las condiciones para que aprovechen en lo máximo la luz, nutrientes y agua de su micrositio con el objetivo de acelerar el crecimiento. El raleo se realiza a árboles mayores a 10 cm de dap, aplicado en estratos de P0 (pino joven) y P1 (pino medio).

El primer raleo no comercial es realizado entre 8 y 15 años con existencia de competencia en densidad de copa, lo que deja un remanente de 1000 árboles/ha. Los raleos comerciales se efectúan en edades de 15 a 35 años.

3.5.- Plan de manejo en ejido de Yamaranguila, municipio de Yamaranguila

El municipio de Yamaranguila tiene una superficie de 31,256 ha, de las cuales 9,818.6 ha se encuentran bajo manejo forestal, lo que representa un 31 % del área del Municipio. Aproximadamente 90% de los bosques de Yamaranguila son de tenencia ejidal y el restante es de tipo privado (Ramos 2013; San Martín 2007).

El plan de manejo en Ejidos de Yamaranguila, de propiedad del municipio de Yamaranguila, tiene operaciones bajo una carta de entendimiento con la cooperativa Agroforestal El Palisal, con la condición de que todo lo que se aproveche sea de valor agregado a través de la transformación hacia madera aserrada o palillo. El plan de manejo está aprobado por el Instituto Nacional de Conservación Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre con Registro N° BE-L2-002-98-III, con un área de 9,816 ha, de las cuales 7,597.0 ha corresponden al área total a manejar. De este total, 5,268.2 ha se consideran como área de bosque de protección en márgenes de quebradas y ríos, mientras 2,328.0 ha son áreas para aprovechamiento forestal, y hay un área agrícola con asentamientos humano de 2,219,8 ha. Tiene una corta anual permisible (CAP) de 5,515.20 m³ de aprovechamiento permitido, y actualmente se encuentran en el cuarto quinquenio (Cuadro 1) (San Martín 2007; Tadeo 2007).

Cuadro 1. Resumen de los Planes de Manejo en ejidos de Yamaranguila

Quinquenio	Vigencia	Superficie Total (ha)	Área a Manejar (ha)	Área a intervenir (ha)	Método de Aprovechamiento	Corta Anual Permissible (m ³ /año)	Área Intervenido (%)
I	1998-2001	26,635	11,557	7,605	Corta final y corta selectiva	17,627	4,5
II	2002-2006	9,818	7,499	2,426	Corta final y corta selectiva	8,000	4,2
III	2007-2012	9,816	7,841	2,236	Raleo ARSE, corta final, corte liberación	5,152	3.9
IV	2013-2017	9,816	4,033	3,318	Raleo ARSE	5,152	

3.5.1.- Planes operativos anuales ejecutados en el municipio de Yamaranguila

a) Plan operativo 2006

El Plan Operativo Anual (POA) No. L-2-136-2006 fue aprobado el 22 de septiembre del 2006 y terminó el 24 de octubre del 2008, con dos prórrogas (ICF 2008). El área incluida

presenta topografía variada desde plano ondulado a quebrado, y el bosque es pinar de mediano a maduro (ICF 2008). El área del plan operativo constó de 34,3 ha, en las cuales se cortaron 2,820.00 árboles con un volumen neto de 2,469.2 m³, mediante el tratamiento silvicultural de corta final con árboles semilleros, extrayendo árboles mayores a 30 cm de diámetro en los estratos de pino maduro (P2) (ICF 2008).

El valor total de venta del producto del aprovechamiento fue de 98,767.00 Lempiras (USD 4,637.00), a razón de 40 Lempiras por m³. El representante oficial en la venta es la AFE-CODHEFOR (Cuadro 2) (Tadeo 2006; ICF 2008).

Cuadro 2. Resumen del Plan Operativo Anual 2006 en ejidos de Yamaranguila donde se instalaron las parcelas de muestreo

Año	Nombre	Roda l	Área Ha	Tratamiento silvicultural	Estrato	Nro Total Árboles	Volumen total m ³	Volumen neto m ³	Índice de Sitio	Edad
2006- 2007	Yapampuque	7.1	5.3	Corta final con reserva de árboles semilleros	P2	457	467,8	458,6	V	55
2006- 2007	Jose Paz	7.1	3.3	Corta final con reserva de árboles semilleros	P2	410	405,4	395,8	V	55
2006- 2007	Jose Paz	7.1	3.6	Corta final con reserva de árboles semilleros	P2	340	311,9	303	V	55
2006- 2007	Oloas	204.0	4.5	Corta final con reserva de árboles semilleros	P1	329	213,2	206,2	V	39
2006- 2007	La Labor	7.1	5.9	Corta final con reserva de árboles semilleros	P2	419	392,7	382,7	V	55
TOTA L			22,6			1955	1791	1746,3		

b) Plan operativo 2013

El plan operativo 2013 en ejidos de Yamaranguila No CO-0311-001-2012 se autorizó del 10 de julio del 2012 a 10 de julio del 2013. Bajo el tratamiento silvícola Raleo Arse y Corta Final con marcación de árboles semilleros, extrajeron un volumen de 2,309.00 m³ y 4,609.00 árboles de pino (Cuadro 3) (Ramos 2013).

El área intervenida para aprovechamiento fue de 46,7 ha con tratamientos silvícolas corta final con árboles semilleros y raleo ARSE. Se utilizó un dap > 10 cm como diámetro mínimo para corte, además de cortarse árboles deformados para sanear el bosque. Los rodales que se

cortaron con el método de corta final con reserva de semilleros quedaron con una densidad media de 25 árboles semilleros/ha, incluyendo la regeneración ya establecida (Ramos 2013).

Cuadro 3. Resumen del Plan Operativo Anual 2012 en ejidos de Yamaranguila donde se instalaron las parcelas de muestreo

Año	Nombre	Rodal	Área Ha	Tratamiento silvicultural	Estrato	Nro. Total Árboles	Volumen total M3	Índice de Sitio	Edad
2012	El Camaco	148	4,6	Corta final con reserva de árboles semilleros	P2	606	391,9	V	42
2012	Jesús Mejía/La Puerta	190,1	3,4	Corta final con reserva de árboles semilleros	P2	550	295,6	V	45
2012	El Tanque	194,1	4,3	Corta final con reserva de árboles semilleros	P2	272	198,8	V	45
Total			12,3			1428	886,3		

3.6.- Plan de manejo en ejido de Mal Paso, municipio de San Marcos de Sierra

El segundo sitio de estudio es Ejidos de Mal Paso, de propiedad del municipio de San Marcos de Sierra y de tenencia ejidal, con operaciones a través de una carta de entendimiento con la Cooperativa Regional Agroforestal Guirampuque Limitada (Coraguil), socios cooperativistas que viven dentro de los límites del plan de manejo. El PM con registro No BE-L2-003-2007-I fue aprobado el 07 de junio de 2007 mediante resolución No. GG - 057-2007. Cuenta con una superficie de 1,446.00 ha, distribuidas para el programa de protección forestal en 880 ha de prioridad I con estratos P0 (pino joven) y P1 (pino medio); zonas de protección hídrica, y protección de pendientes de 444 ha de prioridad II compuesta por áreas de bosque latifoliado, mixto (roble, encino y pino) y matorral; y 121 ha., de prioridad III, compuesta por áreas de agricultura, caserío, afloramientos rocosos y sabana. Se les considera como prioridad I, II, y III en el ente de protección forestal para prevenir y mitigar incendios dentro del área del plan de manejo (Pineda 2007).

Ejidos de Mal Paso se encuentra en el segundo quinquenio 2013-2017 de elaboración del plan de manejo, planificados todos los aprovechamientos forestales bajo el tratamiento silvícola de raleo ARSE (árboles selectos). La densidad es de 325 y 507 árboles/ha., edad promedio de 24 a 30 años, lo cual indica un bosque con estrato de pinos jóvenes (P0) y pinos

medios (P1). Con corta anual permisible de 2,777.00 m³/año (Cuadro 4) (Pineda 2007; Ramos 2013).

Cuadro 4. Resumen de los Planes de Manejo en el Municipio de San Marcos de Sierra

Quinquenio	Vigencia	Superficie Total (ha)	Área a Manejar (ha)	Bosque con estrato	Método de Aprovechamiento	Corta Anual Permisible (m ³ /año)	Área Intervenida (%)
I	2007 - 2011	1,446	695	P0 y P1	Raleo ARSE	2,777	14
II	2013 - 2017	1,446	565	P0 y P1	Raleo ARSE	2,777	

3.6.1.- Planes operativos anuales ejecutados en el municipio de San Marcos de Sierra

a) Plan operativo 2007

El aprovechamiento del Plan Operativo Anual 2007 con registro de BE-L2-003-2007-I-001-2007 se realizó desde el 19 de septiembre del 2007 hasta el 18 de mayo del 2008, bajo el tratamiento silvicultural de Raleo ARSE en estratos de bosques de Pino Joven (P0) de 14 ha y Pino Medio (P1) de 57,1 ha. La densidad fue de 277 árboles/ha, el volumen comercial neto promedio por hectárea de 33.42 m³/ha, y el volumen para el aprovechamiento fue de 1,740.03 m³ de madera (Cuadro 5) (ICF 2008).

Cuadro 5. Resumen del Plan Operativo Anual (POA) del 2007 en ejidos de Mal Paso, donde se instalaron las parcelas de muestrE006F

Año	Nombre	Rodal	Área Ha	Tratamiento silvicultural	Estrato	Nro. Total Árboles	Volumen total M3	Volumen neto M3	Índice de Sitio	Edad
2007	10	27	5,95	Raleo ARSE	P1	1360	349,38	324,23	IV	29,9
2007	11	27	10,16	Raleo ARSE	P1	1380	411,19	381,8	IV	29,9
Total			16,11			2740	760,57	706,03		

b) Plan operativo 2013

El área del plan operativo anual 2013, con registro N°_BE-L2-003-2007-I, con una superficie de intervención de 30,1 ha., en estrato de pino joven (P0) en unidades de corta 1, 2, y para el estrato de pino medio (P1), en unidades de corta 3 y 4. Los árboles tenían una edad promedio de 17 años para el P0, y 29 años en el P1, con pendientes desde 0 a 60% (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resumen del Plan Operativo Anual (POA) del 2013 en ejidos de Mal Paso

Año	Sector	Nombre	Rodal	Área Ha	Tratamiento silvicultural	Estrato	Nro Total Árboles	Vol (m ³) /ha	Volumen comercial total m ³	Volumen neto m ³	Índice de Sitio	Edad
2013	I	1	6	7,4	Raleo ARSE	P0	1069	19,8	148,62	146,62	IV	24
2013	I	2	3	2,5	Raleo ARSE	P0	400	40,19	100,49	100,49	V	24
2013	I	3	6 y 20	7,6	Raleo ARSE	P0 y P1	905	34,77	265,29	264,29	IV y IV	
Total				17,5			2374	97,76	514,4	511,4		

3.7.- Diseño del muestreo

3.7.1.- Instalación de las parcelas

El muestreo se realizó en época seca en los meses de febrero a julio del 2014. Los sitios donde se instalaron las parcelas fueron aprovechadas bajo dos métodos silviculturales: a) el primero con el método de corta final con corta de árboles semilleros en ejidos de Yamaranguila y b) el segundo con el método de raleo ARSE en ejidos de Mal Paso 5). Por sitio se establecieron tres tratamientos: a) bosque aprovechado en el 2007 (“aprovechado 2007”), b) bosque con aprovechamiento en el 2013 (“aprovechado 2013”), y c) bosque sin aprovechamiento (“testigo”) explicado en el cuadro 7. El bosque testigo para ejidos de Yamaranguila son áreas no aprovechadas desde 1984 (edad=30 años), sin realizar ninguna intervención en el bosque. Se le consideró testigo por estar dentro de la categoría de pino medio (P1), debido a que algunos rodales que se aprovechan se consideran este estrato para corta final. En el caso de ejidos de Mal Paso, el área testigo según el Plan de Manejo presenta una edad de 30 años; esto es conforme se aplica el tratamiento silvicultural raleo ARSE en bosque de pino joven (P0) y pino medio (P1). Encontrar áreas intactas dentro de las áreas de aprovechamiento es difícil en la actualidad debido a la tala o aprovechamientos realizados anteriormente en la época de guerra con El Salvador en años pasados, al ser los sitios de estudio ubicados cerca de la frontera con El Salvador.

Para la ubicación de las parcelas se seleccionaron los rodales con los tratamientos bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007 y bosque testigo en los dos sitios: a) ejidos de Yamaranguila, y ejidos de Mal Paso (Cuadro 7), a través de mapas con curvas de nivel, tomando en cuenta la altitud, pendiente, y recorridos en campo con técnicos de las cooperativas y socios. Se instalaron un total de 58 parcelas, las cuales fueron anidadas. Tanto

las parcelas para latizales como brinzales fueron instaladas dentro de las parcelas para fustales, con 10 repeticiones para bosque aprovechado 2013 y aprovechado 2007, y 9 repeticiones en el área testigo (Cuadro 7 y 8).

Cuadro 7. Distribución del número de parcelas en los tratamientos

Sitios	Tratamientos								
	Aprovechado 2013			Aprovechado 2007			Testigo		
	Fustal	Latizal	Brinzal	Fustal	Latizal	Brinzal	Fustal	Latizal	Brinzal
Ejidos de Yamaranguila-Corta Final	10	10	10	10	10	10	9	9	9
Ejidos de Mal Paso-Raleo ARSE	10	10	10	10	10	10	9	9	9

Las parcelas utilizadas para evaluar árboles ≥ 10 cm de dap (fustales) fueron circulares de 12.87 m de radio (500 m²). Estas se ubicaron en los bosques, en líneas, separadas unas de otras por una distancia de 50 m, de acuerdo con la metodología. Las variables que se midieron fueron: dap con cinta diamétrica, altura con clinómetro, posición fisiológica (dominante, codominante, dominado, suprimido), forma del fuste (recto, bifurcado, torcido), fenología (flores, frutos, foliación, defoliación), presencia de plagas o enfermedades (Lamprech 1986; Louman *et al.* 2001). Las especies colectadas fueron identificadas por Luis Bejarano, taxónomo del herbario de la U-Esnacifor con bibliografía de Steven et al (2001); Avila (s/f); Chizmar (2009). También se tomaron datos del sitio incluyendo altitud con GPS, pendiente con clinómetro, orientación de la pendiente con brújula y porcentaje de cobertura con densiómetro.

Para evaluar la regeneración se usó la metodología de Honduras de AFE- COHDEFOR (1997; Cemapif y Procafor 1999). Dentro de cada parcela circular de 500 m² se estableció en el centro una parcela circular de 3.99 m de radio (50 m² de área) para medir latizales. En esta parcela se registraron plantas menores de 10 cm dap y mayores de 30 cm de altura. La vegetación evaluada en latizales se subdividió en dos subcategorías: (a) latizal alto que corresponde a plantas ≤ 10 cm de dap y $> 1,3$ m de altura; (b) latizal bajo que correspondió a individuos $< 1,3$ m de altura y > 30 cm de altura, contando e identificando a todos los individuos de las especies presentes (AFE-CODHEFOR, 1997). Por último, para brinzales, se estableció una subparcela de 2.26 m de radio (16 m²) y se registraron las especies presentes

con una altura menor a 30 cm de altura y mayor a 5 cm (Cemapif y Procafor 1999, Corano *et al.* 2013).

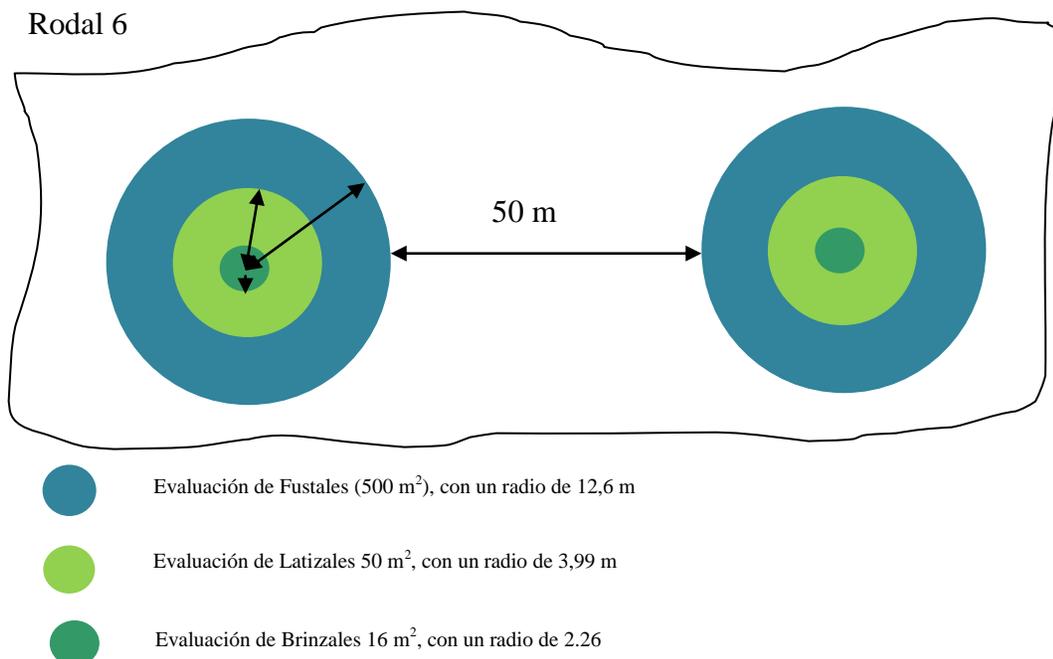


Figura 2. Forma y tamaño de las parcelas de muestreo

Cuadro 8. Formas y características de la vegetación evaluada

Tamaño de la parcela	Tamaño de la vegetación	Tipo de vegetación	Variables medidas
500 m ²	dap mayor e igual a 10 cm (fustales)	Fustal	dap, altura, conteo de individuos, identificación de la especie.
50 m ²	Menores de 10 cm dap y mayores de 1,30 Menor 1,3 m altura y mayor a 30 cm de altura	Latizal alto	Conteo de individuos, identificación a nivel de género y especie.
		Latizal bajo	Conteo de individuos, identificación a nivel de género y especie.
16 m ²	Menores de 29.9 cm de altura hasta los 5 cm de altura.	Brinzal	Conteo de individuos, identificación a nivel de género y especie

3.7.2.- Identificación taxonómica

En ejidos de Yamaranguila se identificaron un total de 19 familias, 40 géneros, 44 especies, 1351 individuos y una especie desconocida; en ejidos de Mal Paso se encontraron 19 familias, 35 géneros, 48 especies, 1246 individuos, y 5 especies desconocidas. Las muestras colectadas y montadas, se depositaron en el herbario de la U-Esnacifor; se colocaron códigos a

los ejemplares sin identificación mediante la asignación de claves para cada uno de los ejemplares colectados en campo.

3.7.3.- Análisis de los datos

a) Composición

Para analizar la composición de especies se calculó el Índice Valor de Importancia (I.V.I.) para cada tratamiento en los años de intervención (aprovechado 2013, aprovechado 2007 y bosque testigo). Esto ayudó a comparar el peso ecológico de cada grupo de especies dentro de los años de intervención. Se estimaron con la fórmula:

$$IVI_{especie\ a} = A\%a + D\%a + F\%a$$

Donde:

$A\%a$: Abundancia relativa de la especie a, calculada como $Aa/A \times 100$,

Aa : Número de individuos de la especie a

A : Número total de individuos

$D\%a$: Dominancia relativa de la especie a, calculada como $Da/D \times 100$

Da : Suma de áreas basales de todos los individuos de la especie a

D : Suma de áreas basales de todos los individuos

$F\%a$: Frecuencia relativa de la especie a, calculada como $Fa/F \times 100$

Fa : Número de subparcelas (frecuencia absoluta) donde ocurre la especie a

F : Suma de las frecuencias absolutas

Con base en los resultados obtenidos en composición de especies, se aplicó un análisis multivariado de conglomerados para clasificar tipos de bosques presentes con base en el I.V.I. encontrado por tratamiento. Por último para analizar la interdependencia de las variables con los tratamientos se aplicó el análisis de componentes principales, el cual trata de explicar al

conjunto de variables correlacionados con tratamientos en los ejidos de Yamaranguila, y ejidos de Mal Paso.

También se calculó el número de individuos por tratamientos de especies latifoliadas y pináceas realizados en fustales, latizales altos, latizales bajos y brinzales en los dos sitios de estudio.

b) Estructura

Para el análisis de estructura, se realizaron cálculos por tratamiento, tomando en cuenta el número total de individuos por clases diamétricas (10-19,9; 20-29,9; >30), por área basal (m^2/ha), >10 cm dap.

c) Diversidad

Los índices de diversidad fueron calculados por parcelas usando los datos de las especies de árboles y su abundancia a través del programa de Estimates v.9. Se calcularon además el índice de Simpson, que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, y el de Shannon, conocido como índice de equidad que mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno 2001; Buckland *et al.* 2011).

3.7.4.- Análisis estadístico

El análisis estadístico fue realizado bajo el diseño completamente al azar, con ayuda del programa de Infostat versión 2008 (Di Rienzo *et al.* 2008).

Para comparar los efectos de los tratamientos entre los años de intervención (bosque aprovechado 2013, bosque aprovechado 2007, bosque testigo), para fustales, latizales altos, latizales bajos y brinzales, se utilizaron las siguientes variables: número de individuos, área basal, número de latifoliadas, número de pináceas, variables de hábitat como % de cobertura arbórea, altitud, y pendiente. Se realiza el análisis de varianza (ANAVA) a una vía de clasificación, el cual permitió probar la hipótesis planteada. Además se usaron contrastes ortogonales (anexo 8.2), aplicando un nivel de significancia de 5%.

El modelo matemático para el análisis de la varianza es:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + T_j + ST_{ijk} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la variable respuesta (estructura, composición y diversidad).

S_i = i-ésimo efecto del sitio

T_j = j-ésimo efecto de los tiempos por tratamientos 2013, 2007 y testigo

ST_{ijk} = Interacción entre los tratamientos

E_{ijk} = Error experimental $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$

4.- Resultados y discusión

4.1.- Composición

4.1.1.- Composición taxonómica a nivel de familias, géneros y especie

En los ejidos de Yamaranguila, entre fustales, latizales y brinzales, se encontraron un total de 19 familias, 40 géneros, 44 especies (11 especies leñosas y 33 especies entre arbustivas y herbáceas), 1351 individuos y una especie desconocida (Cuadro 9).

Cuadro 9. Cuadro de ejidos de Yamaranguila, familias, géneros, especies y número de individuos en fustales, latizales y brinzales.

Familia	Género	Especie	Nro. individuos
Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>Pinus oocarpa</i>	842
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>	95
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus sapotifolia</i>	55
Sapindaceae	<i>Dodonaea</i>	<i>Dodonaea viscosa</i>	31
Asteraceae	<i>Cacalia</i>	<i>Cacalia mollis</i>	23
Mimosaceae	<i>Calliandra</i>	<i>Calliandra houstoniana</i>	23
Asteraceae	<i>Roldana</i>	<i>Roldana petasitis</i>	22
Asteraceae	<i>Youngia</i>	<i>Youngia japonica</i>	20
Clethraceae	<i>Clethra</i>	<i>Clethra macrophylla</i>	20
Asteraceae	<i>Montanoa</i>	<i>Montanoa xanthiifolia</i>	19
Rosaceae	<i>Rubus</i>	<i>Rubus hondurensis</i>	18
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus bumelioides</i>	15
Rubiaceae	<i>Chiococca</i>	<i>Chiococca pachyphylla</i>	13
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus sp.</i>	12
Myrtaceae	<i>Calyptranthes</i>	<i>Calyptranthes hondurensis</i>	12
Asteraceae	<i>Pluchea</i>	<i>Pluchea carolinensis</i>	11
Asteraceae	<i>Telanthophora</i>	<i>Telanthophora cobanensis</i>	11
Verbenaceae	<i>Lippia</i>	<i>Lippia substrigosa</i>	10
Ericaceae	<i>Agarista</i>	<i>Agarista mexicana</i>	9
Ericaceae	<i>Chimaphila</i>	<i>Chimaphila maculata</i>	9
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus segoviensis</i>	9
Anacardiaceae	<i>Rhus</i>	<i>Rhus terebinthifolia</i>	7
Mimosaceae	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa albida</i>	6
Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	6
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>Salvia lavanduloides</i>	5
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i>	<i>Acalypha firmula</i>	4
Asteraceae	<i>Heliopsis</i>	<i>Heliopsis oppositifolia</i>	3
Malpighiaceae	<i>Galphimia</i>	<i>Galphimia speciosa</i>	3

Melastomataceae	<i>Miconia</i>	<i>Miconia lundelliana</i>	3
Asteraceae	<i>Verbesina</i>	<i>Verbesina turbacensis</i>	2
Asteraceae	<i>Vernonia</i>	<i>Vernonia leiocarpa</i>	2
Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>	2
Rubiaceae	<i>Genipa</i>	<i>Genipa americana</i>	2
Asteraceae	<i>Calea</i>	<i>Calea urticifolia</i>	1
Asteraceae	<i>Elephantopus</i>	<i>Elephantopus mollis</i>	1
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>Gnaphalium roseum</i>	1
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>Gnaphalium viscosum</i>	1
Clethraceae	<i>Clethra</i>	<i>Clethra occidentalis</i>	1
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce</i>	<i>Chamaesyce densiflora</i>	1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>Byrsonima ccrassifolia</i>	1
Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>Sida rhombifolia</i>	1
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	<i>Miconia sp.</i>	1
Myricaceae	<i>Morella</i>	<i>Morella cerífera</i>	1
Pentaphragaceae	<i>Ternstroemia</i>	<i>Ternstroemia megaloptycha</i>	1
		<i>Desconocida 1</i>	16
Total general			1351

En ejidos de Mal Paso dentro de fustales, latizales y brinzales se registró un total de 19 familias, 35 géneros, 48 especies (15 especies leñosas, y 33 especies entre arbustivas y herbáceas), 1246 individuos, y 5 especies desconocidas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Descripción de número de familias, géneros, especies, número de individuos en fustales, latizal y brinzal

Familia	Género	Nombre Científico	Nro. Individuo
Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>Pinus oocarpa</i>	471
Clethraceae	<i>Clethra</i>	<i>Clethra macrophylla</i>	101
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>	85
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus sp.</i>	83
Mimosaceae	<i>Calliandra</i>	<i>Calliandra houstoniana</i>	70
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus sapotifolia</i>	58
Sapindaceae	<i>Dodonaea</i>	<i>Dodonaea viscosa</i>	48
Verbenaceae	<i>Lippia</i>	<i>Lippia substrigosa</i>	36
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus segoviensis</i>	33
Asteraceae	<i>Perymenium</i>	<i>Perymenium grande</i>	29
Asteraceae	<i>Stevia</i>	<i>Stevia serrata</i>	23
Urticaceae	<i>Urera</i>	<i>Urera baccifera</i>	23
Asteraceae	<i>Vernonia</i>	<i>Vernonia leiocarpa</i>	18
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	<i>Miconia lundelliana</i>	18
Mimosaceae	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa albida</i>	17

Myrtaceae	<i>Calyptanthes</i>	<i>Calyptanthes hondurensis</i>	13
Asteraceae	<i>Baccharis</i>	<i>Baccharis trinervis</i>	12
Asteraceae	<i>Calea</i>	<i>Calea urticifolia</i>	12
Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	11
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus bumelioides</i>	10
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus oleoides</i>	10
Fabaceae	<i>Lysiloma</i>	<i>Lysiloma acapulcense</i>	8
Rosaceae	<i>Rubus</i>	<i>Rubus hondurensis</i>	7
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia jambos</i>	6
Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>Piper sp.</i>	5
Asteraceae	<i>Heliopsis</i>	<i>Heliopsis oppositifolia</i>	3
Asteraceae	<i>Verbesina</i>	<i>Verbesina turbacensis</i>	3
Cannabaceae	<i>Trema</i>	<i>Trema micrantha</i>	3
Clethraceae	<i>Clethra</i>	<i>Clethra occidentalis</i>	3
Asteraceae	<i>Montanoa</i>	<i>Montanoa xanthiifolia</i>	2
Ericaceae	<i>Agarista</i>	<i>Agarista mexicana</i>	2
Myricaceae	<i>Morella</i>	<i>Morella cerifera</i>	2
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>Pouteria sapota</i>	2
Asteraceae	<i>Roldana</i>	<i>Roldana petasitis</i>	1
Asteraceae	<i>Telanthophora</i>	<i>Telanthophora cobanensis</i>	1
Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>	1
Ericaceae	<i>Chimaphila</i>	<i>Chimaphila maculata</i>	1
Fabaceae	<i>Diphysa</i>	<i>Diphysa americana</i>	1
Solanaceae	<i>Cestrum</i>	<i>Cestrum aurantiacum</i>	1
		<i>Desc_1</i>	7
		<i>Desc_2</i>	1
		<i>Desc_3</i>	3
		<i>Desc_4</i>	1
		<i>Desc_5</i>	1
Total			1246

sapotifolia (0,19), y otras especies. Este tipo de bosque fue presente en 26 parcelas que representa un 44,8% del total de parcelas, de las cuales 20 son de ejidos de Yamaranguila y 6 de ejidos de Mal Paso. El bosque 2 presentó una dominancia de *Pinus oocarpa* (161.6), *Clethra macrophylla* (8.83) *Quercus segoviensis* (12.9), *Quercus bumeloides* (1.37); se concentró en 32 parcelas que representa un 55.2%, de las cuales 20 eran de ejidos de Mal Paso y 12 de ejidos de Yamaranguila (Cuadro 11).

Cuadro 11. Proporción de presencia de especies de acuerdo con el análisis de conglomerado

Especies	Bosque 1	Bosque 2	Parcelas Bosque 1			Parcelas Bosque 2		
			2013	2007	Testigo	2013	2007	Testigo
<i>Pinus oocarpa</i>	197,08	161,64	19_Y	8_Y	22_Y	19_M	9_M	28_M
<i>Clethra macrophylla</i>	1,94	8,83	11_Y	10_Y	23_Y	13_M	10_M	24_M
<i>Quercus segoviensis</i>	0,04	12,94	14_Y	7_Y	25_Y	12_M	6_M	25_M
<i>Quercus bumeloides</i>	0,000	1,37	16_Y	2_Y	21_Y	20_M	7_M	26_M
<i>Quercus sapotifolia</i>	0,19	5,12	15_M	3_Y	24_Y	16_M	5_M	23_Y
<i>Quercus sp.</i>	0,64	5,32	11_Y	4_Y	26_Y	17_M	3_M	
<i>Arbutus xalapensis</i>	0,00	1,81		1_Y	27_Y	18_M	2_M	
<i>Clethra occidentalis</i>	0,00	0,41		8_M	28_Y	11_M	4_M	
<i>Agarista mexicana</i>	0,00	0,34		1_M	29_Y	14_Y	9_Y	
<i>Genipa americana</i>	0,00	0,3			21_M	12_Y	6_Y	
<i>Telanthophora cobanensis</i>	0,00	0,27			29_M	20_Y	5_Y	
<i>Quercus oleoides</i>	0,00	0,59			27_M	15_Y	4_Y	
<i>Lysiloma acapulcense</i>	0,00	0,95				18_Y		
<i>Calliandra houstoniana</i>	0,00	0,21				13_Y		
<i>Eugenia jambos</i>	0,00	0,56				17_Y		
<i>Verbesina turbacensis</i>	0,00	0,34						

4.1.3.- Índice de Valor de Importancia, ejido de Yamaranguila

De acuerdo con el índice de valor de importancia (I.V.I.), las especies que presentan los mayores pesos ecológicos se registran para el bosque aprovechado 2013 como: *Pinus oocarpa*, *Clethra macrophylla*, *Quercus sapotifolia*, *Quercus segoviensis*, *Quercus sp.* En el bosque aprovechado 2007 se registran casi las mismas especies: *Pinus oocarpa*, *Clethra macrophylla*, *Quercus sapotifolia*, *Quercus segoviensis*, *Arbutus xalapensis*, pero en el área testigo solo se registra a *Pinus oocarpa* (Cuadro 12,13, 14).

Cuadro 12. Cálculo del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque aprovechado 2013 en ejidos de Yamaranguila

Nombre científico	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice Valor de Importancia (%)	IVI (%)
<i>Pinus oocarpa</i>	89,35	40	94,34	223,69	74,56
<i>Clethra macrophylla</i>	3,24	16	1,12	20,36	6,79
<i>Quercus sapotifolia</i>	2,78	12	1,69	16,47	5,49
<i>Quercus segoviensis</i>	1,85	12	1,63	15,48	5,16
<i>Quercus sp.</i>	0,93	8	0,31	9,23	3,08
<i>Genipa americana</i>	0,93	4	0,47	5,40	1,8
<i>Arbutus xalapensis</i>	0,46	4	0,25	4,72	1,57
<i>Telanthophora cobanensis</i>	0,46	4	0,19	4,65	1,55
Total	100	100	100	300	100

Cuadro 13. Cálculo del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque aprovechado 2007 en ejidos de Yamaranguila

Nombre científico	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice Valor de Importancia (%)	IVI (%)
<i>Pinus oocarpa</i>	88,39	50	95,48	233,88	77,96
<i>Clethra macrophylla</i>	4,42	15	2,20	21,62	7,21
<i>Quercus sapotifolia</i>	3,32	10	0,88	14,19	4,73
<i>Quercus segoviensis</i>	2,21	10	0,93	13,14	4,38
<i>Arbutus xalapensis</i>	0,55	5	0,28	5,84	1,95
<i>Clethra occidentalis</i>	0,55	5	0,14	5,69	1,9
<i>Agarista mexicana</i>	0,55	5	0,09	5,64	1,88
Total	100	100	100	300	100

Cuadro 14. Cálculo de Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque testigo en ejidos de Yamaranguila

Nombre científico	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice Valor de Importancia (%)	IVI (%)
<i>Pinus oocarpa</i>	100	100	100	300	100

4.1.4.- Índice de valor de importancia en ejido de Mal Paso

En ejidos el Mal Paso el I.V.I., de acuerdo con los pesos ecológicos encontrados para el bosque aprovechado 2013, indica que las especies de mayor importancia son *Pinus oocarpa*, *Quercus segoviensis*, *Clethra macrophylla*, *Quercus bumelioides*. Para el bosque aprovechado 2007 se registraron especies similares: *Pinus oocarpa*, *Clethra macrophylla*, *Quercus segoviensis*, *Quercus sp.* Ocurrió lo mismo para el sitio testigo, donde se registraron a *Pinus*

oocarpa, *Quercus sp.*, *Clethra macrophylla*, *Quercus segoviensis* y otros (Cuadro 15, 16 y 17).

Cuadro 15. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque aprovechado 2013 en ejidos de Mal Paso

Nombre científico	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice Valor de Importancia (%)	IVI (%)
<i>Pinus oocarpa</i>	83,78	47,62	88,88	220,28	73,43
<i>Quercus segoviensis</i>	11,49	23,81	7,61	42,91	14,3
<i>Clethra macrophylla</i>	0,68	4,76	1,27	6,71	2,24
<i>Quercus bumeloides</i>	1,35	4,76	0,41	6,52	2,17
<i>Quercus oleoides</i>	0,68	4,76	0,85	6,29	2,1
<i>Quercus sapotifolia</i>	0,68	4,76	0,48	5,91	1,97
<i>Eugenia jambos</i>	0,68	4,76	0,30	5,74	1,91
<i>Verbesina turbacensis</i>	0,68	4,76	0,20	5,64	1,88
Total	100	100	100	300	100

Cuadro 16. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque aprovechado 2007 en ejidos de Mal Paso

Nombre científico	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice Valor de Importancia (%)	IVI (%)
<i>Pinus oocarpa</i>	70,56	84,07	26,32	180,94	60,31
<i>Clethra macrophylla</i>	11,11	6,99	18,42	36,52	12,17
<i>Quercus segoviensis</i>	7,78	3,21	15,79	26,78	8,93
<i>Quercus sp.</i>	2,78	1,81	7,89	12,49	4,16
<i>Quercus sapotifolia</i>	1,67	1,28	7,89	10,84	3,61
<i>Quercus bumeloides</i>	1,67	0,80	5,26	7,73	2,58
<i>Lysiloma acapulcense</i>	1,67	0,68	5,26	7,61	2,54
<i>Agarista mexicana</i>	0,56	0,32	2,63	3,51	1,17
<i>Arbutus xalapensis</i>	0,56	0,27	2,63	3,46	1,15
<i>Quercus oleoides</i>	0,56	0,22	2,63	3,41	1,14
<i>Clethra occidentales</i>	0,56	0,19	2,63	3,37	1,12
<i>Calliandra houstoniana</i>	0,56	0,16	2,63	3,35	1,12
Total	100	100	100	300	100

Cuadro 17. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) en el tratamiento bosque testigo en ejidos de Mal Paso

Nombre científico	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice Valor de Importancia (%)	IVI (%)
<i>Pinus oocarpa</i>	84,62	40,91	95,41	220,93	73,64
<i>Quercus sp</i>	11,06	27,27	2,96	41,29	13,76
<i>Clethra macrophylla</i>	1,44	9,09	0,45	10,99	3,66
<i>Quercus sapotifolia</i>	0,96	9,09	0,32	10,37	3,46
<i>Quercus segoviensis</i>	0,96	4,55	0,62	6,13	2,04
<i>Lysiloma acapulcense</i>	0,48	4,55	0,14	5,17	1,72
<i>Quercus bumeloides</i>	0,48	4,55	0,10	5,13	1,71
Total	100	100	100	300	100

Con respecto a la composición taxonómica, fustales, latizales y brinzales observadas en ejidos de Mal Paso (48 especies), presentan un ligero aumento en número de especies presentes a comparación de ejidos de Yamaranguila (44 especies), pero a nivel de género ejidos de Yamaranguila es el que presenta mayor número (40 géneros) a comparación de ejidos de Mal Paso (35 géneros). En familias no difieren entre sí.

La composición de especies demuestra que ejidos de Yamaranguila tienen una dominancia de *Pinus oocarpa* de 74,5 % en bosque aprovechado 2013, 77,9% bosque aprovechado 2007 y 100% en bosque testigo. Esto en comparación con ejidos de Mal Paso donde *Pinus oocarpa* domina en 73% en bosque aprovechado 2013, 60% en bosque aprovechado 2007, y 73,6% en bosque testigo. La diferencia en el porcentaje de dominancia de *Pinus oocarpa* en los ejidos explicaría la presencia de los tipos de bosques encontrados por conglomerados, además del efecto que tendría en la estructura en cuanto a la abundancia, área basal, diversidad de especies, y el proceso de regeneración de pino, a esto adicionando las variables de hábitat como el porcentaje de cobertura, altitud y pendiente. Neumann y Starlinger (2001) sostienen que el manejo forestal y la competencia interespecífica inciden en la composición del estrato arbóreo.

4.1.5.- Número de individuos de pináceas y latifoliadas

a) Ejido de Yamaranguila

El número de individuos en pináceas en la categoría fustales es abundante con diferencias significativas ($p=0,0001$) entre tratamientos, presentando mayor abundancia en el bosque testigo, seguido por el bosque aprovechado 2013 y por último en bosque aprovechado 2007, pero no difieren entre sí los dos últimos. En latifoliada hay diferencia significativa solo al 90 % de significancia ($p= 0,0774$) con diferencias entre el bosque aprovechado 2013 y el bosque testigo (Figura 4).

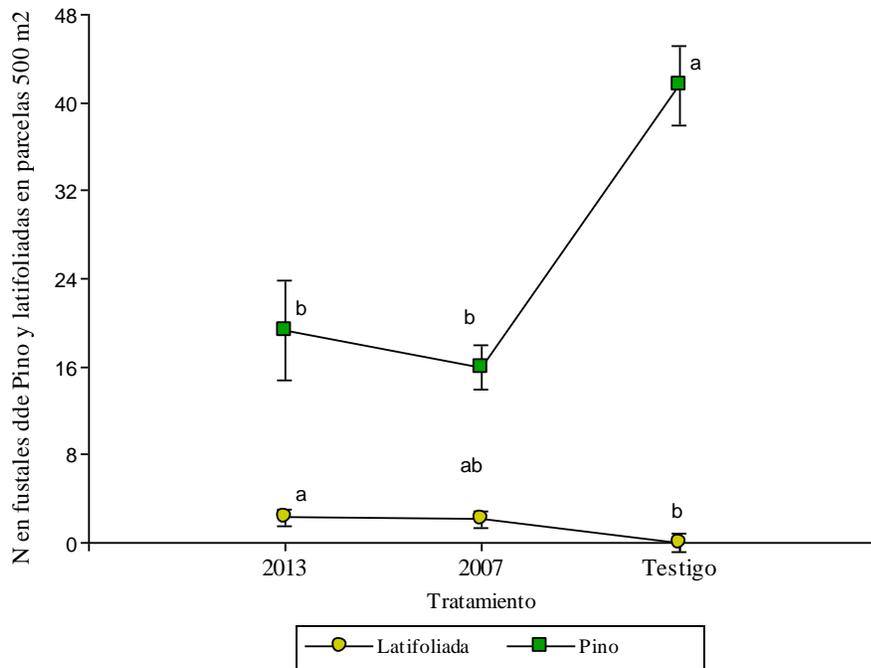


Figura 4. Número de árboles en pinos y latifoliadas en fustales en parcelas de 500 m² en las parcelas testigo, aprovechado 2007 y aprovechado 2013. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

En la categoría de latizal alto, el número de individuos en pináceas se registraron diferencias significativas ($p=0,0483$) entre tratamientos con abundancia en bosque testigo, en comparación del bosque aprovechado 2007. En el número de individuos en latifoliadas también se encontraron diferencias significativas ($p=0,0486$) (Figura 5).

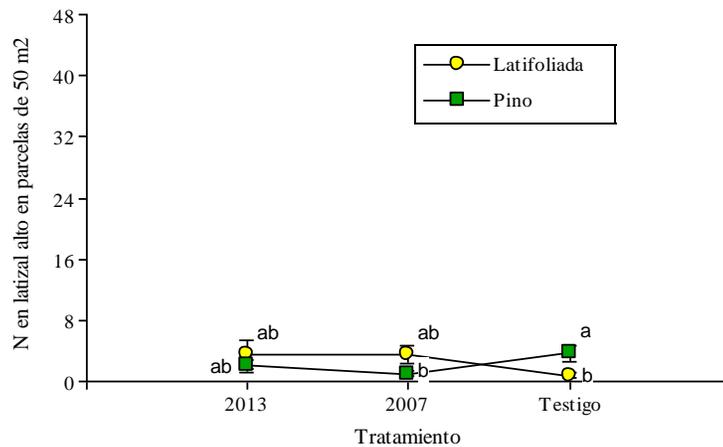


Figura 5. Número de individuos en pináceas y latifoliadas en latizal alto en parcelas de 50 m². Prueba LSD Fisher. Letra diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

El número de individuos en latizal bajo en pináceas no mostró diferencias significativas ($p=0,5299$). Sin embargo, el número de individuos en latifoliadas mostró diferencias significativas ($p=0,0087$), lo que presenta un mayor número de individuos en bosque aprovechado 2013, en comparación del bosque aprovechado 2007 y bosque testigo (Figura 6).

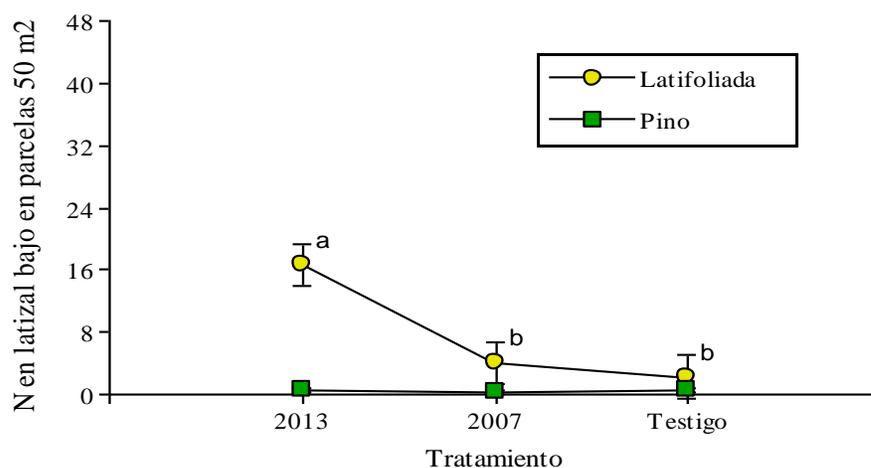


Figura 6. Número de individuos de pináceas y latifoliadas en latizal bajo en parcelas de 50 m². Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

No se encontraron diferencias significativas entre el número de individuos en la categoría de brinzales ni en pináceas ($p=0,6035$), ni en latifoliadas ($p=0,5366$) (Figura 7).

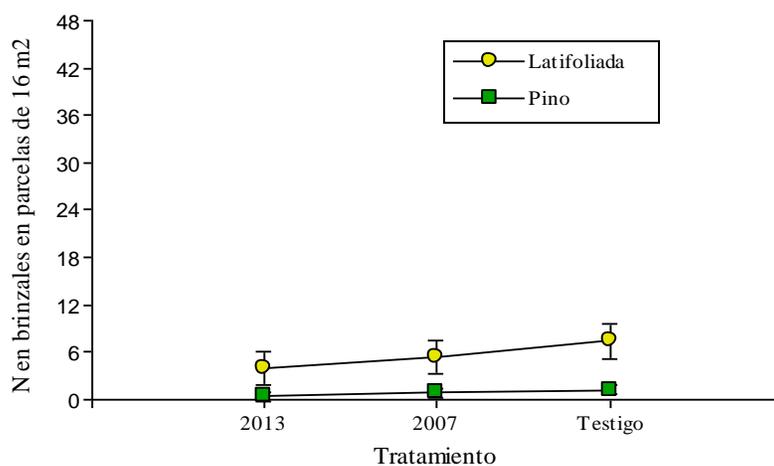


Figura 7. Número de individuos en pináceas y latifoliadas en brinzales en parcelas de 16 m². Prueba LSD Fisher. Letra diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

b) Ejido de Mal Paso

En los bosques de Mal Paso, se encontraron diferencias significativas ($p=0,0481$) en el número de individuos de pináceas en la clase de fustales entre tratamientos, con mayor abundancia en bosque testigo, en comparación de bosque aprovechado 2007 y aprovechado 2013. Donde no había diferencias estadísticas entre sí, en latifoliadas no se encontraron diferencias significativas ($p=0,1107$) entre ninguno de los tratamientos o el testigo (Figura 8).

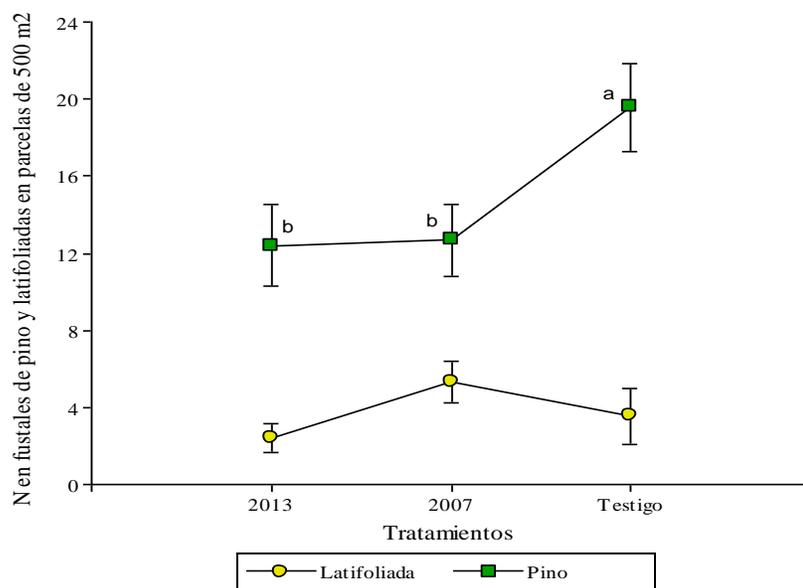


Figura 8. Número de individuos de pináceas y latifoliadas en fustales en parcelas de 500 m². Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

En la clase de latizal alto, en el número de individuos en pináceas no se registraron diferencias significativas ($p=0,307$) entre tratamientos, y ocurrió de la misma manera en bosque latifoliado ($p=0,1089$) (Figura 9).

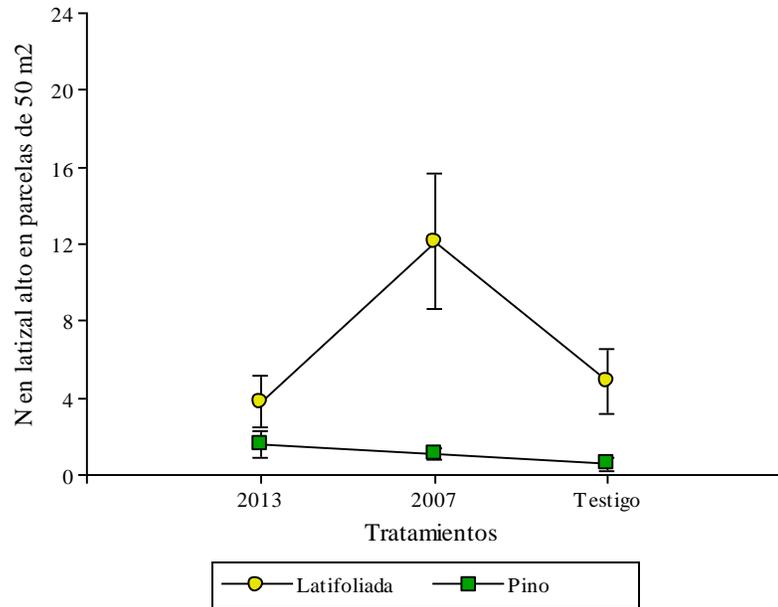


Figura 9. Número de individuos de pináceas y latifoliadas en latizal alto en parcelas de 50 m². Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

En el número de individuos en la clase de latizal bajo al 95 % de confianza en pináceas no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo al 90% de confianza se observaron diferencias significativas en pináceas ($p=0,0528$) entre los tratamientos del bosque aprovechado 2013 y bosque testigo. Para latifoliadas no se observaron diferencias significativas ($p=0,2085$) entre los tratamientos (Figura 10).

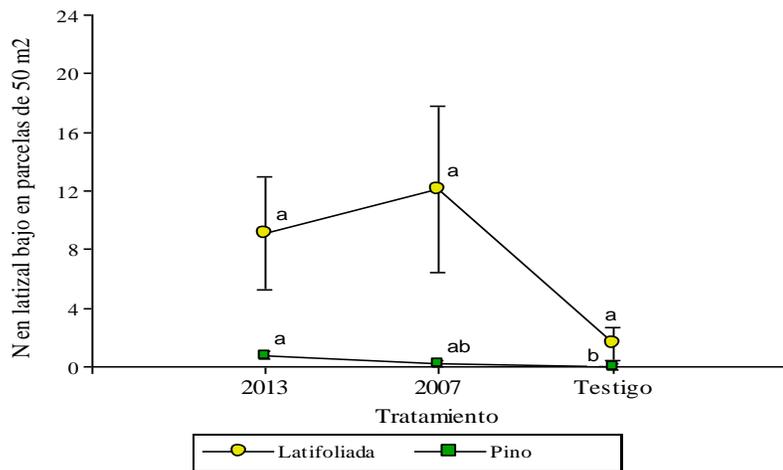


Figura 10. Número de individuos en pináceas y latifoliadas en latizal bajo en parcelas de 50 m². Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

En cuanto a brinzales, el número de individuos de pináceas no se encontraron diferencias significativas ($p=0,64$) entre los tratamientos. Sin embargo en número de individuos en latifoliadas se encontraron diferencias significativas ($p=0,014$) entre los tratamientos, y se presenta un mayor número de individuos en el bosque testigo, en comparación del bosque aprovechado 2007 y aprovechado 2013 que no difieren entre sí (Figura 11).

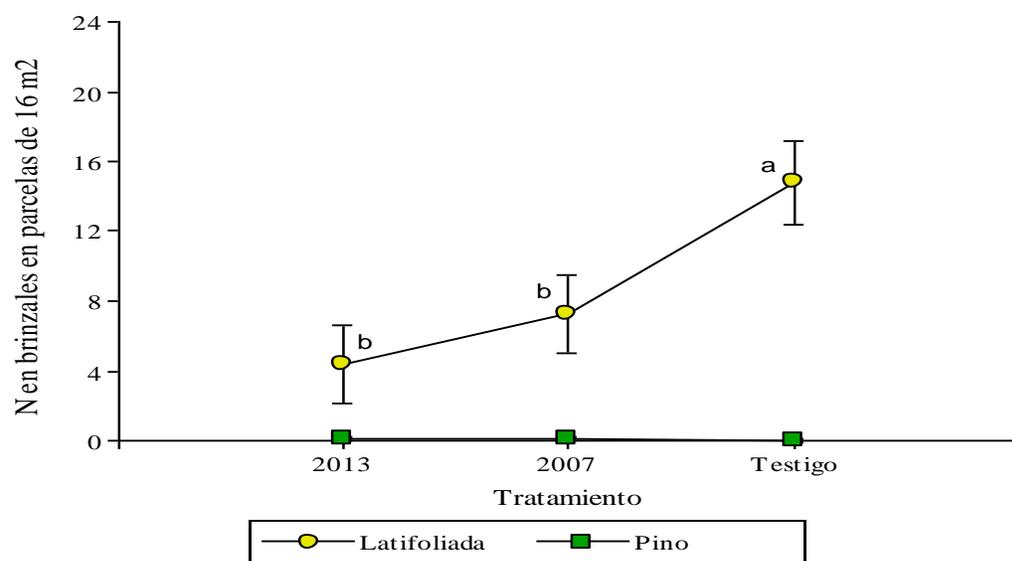


Figura 11. Número de individuos en pináceas y latifoliadas en brinzales en parcelas de 16 m². Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

La abundancia de pináceas para fustales en ejidos de Yamaranguila y ejidos de Mal Paso es mayor a comparación de las latifoliadas. Se presenta mayor abundancia de pináceas en bosques testigos, seguido por el bosque aprovechado 2007, y por último el bosque aprovechado 2013, sin embargo en ejidos de Yamaranguila entre los tratamientos el bosque aprovechado 2007 fue menos abundante. En ejidos de Yamaranguila, la presencia de árboles mayor a 10 cm dap en latifoliadas inicia en bosque aprovechado 2013 y termina sin ningún árbol en el bosque testigo, se constituye así como un bosque totalmente dominado por *P. oocarpa*. A diferencia de ejidos de Mal Paso, en el bosque aprovechado 2007 tiene mayor abundancia de latifoliadas que el bosque testigo y aprovechado 2013.

En latizal alto y latizal bajo la abundancia de pinacea en ejidos de Yamaranguila se registra más abundante en bosque testigo, seguido de bosque aprovechado 2013 y por último

el bosque aprovechado 2007, en comparación de ejidos de Mal Paso donde la regeneración se está dando en bosque aprovechado 2013 y bosque aprovechado 2007 con una escasa regeneración en los testigos. La regeneración de especies latifoliadas es más abundante en bosques aprovechados 2013, seguido de bosque aprovechado 2007, y disminuye la regeneración de latifoliadas en bosques testigos.

Se observa que la regeneración de *P. oocarpa* en bosque aprovechado es baja, lo cual explicaría que los remanentes son árboles con diámetros mayores a 10 cm dap, donde la cobertura arbórea es abundante, y está impidiendo el proceso de regeneración. En bosque aprovechado 2007 la regeneración es baja en ejidos de Yamaranguila, donde se observó también la intervención antrópica. En ejidos de Mal Paso, la competencia de nutrientes y agua por especies como *Quercus* sp. puede ser que esté influyendo en el proceso de regeneración.

Según normativa de la regeneración de *Pinus oocarpa*, la evaluación tiene que realizarse en parcelas de 28,27 m², lo aceptable considerado como una regular regeneración es tener un mínimo de 650 pinos/ha, pero lo ideal es de 1200 pinos/ha (ICF 2011; Corano *et al.* 2013).

4.2.- Análisis estructural de los tratamientos (aprovechado 2013, aprovechado 2007 y testigo)

4.2.1. Número total de individuos en fustales, latizal alto, latizal bajo y brinzal

a) Ejido de Yamaranguila

En cuanto al número total de individuos en ejidos de Yamaranguila con el tratamiento silvicultural de corta final, en fustales (N/500m²) el ANAVA mostró diferencias estadísticas (p= 0,0001) entre los tratamientos. El bosque testigo presentó la mayor abundancia, seguido del bosque aprovechado 2013 y el aprovechado 2007 (Cuadro 18).

En cuanto a latizales totales, se observaron diferencias significativas (p=0,0111) con el bosque aprovechado 2007 y bosque testigo, que presentaron los menores valores, no difiriendo entre sí, mientras en el bosque aprovechado 2013 presentó mayor abundancia de individuos (Cuadro 18).

En la clase de latizal alto, el ANAVA no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos. Sin embargo en la clase de latizal bajo mostró diferencias estadísticas ($p=0,0035$) entre los tratamientos. Dentro de esta subcategoría, el bosque aprovechado 2007 y el bosque testigo registraron diferencias estadísticas ($p=0,0035$) entre tratamientos. Estos dos sitios presentaron los menores valores, no difiriendo entre sí, mientras que el bosque aprovechado 2013 presentó mayor abundancia de individuos (Cuadro 18).

En brinzales, el ANAVA no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 18. Promedios y error estándar del número de individuos ($N/500\text{ m}^2$), en bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007, y bosque testigo en ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p\leq 0,05$)

Características	Clases diamétricas	Aprovechamiento 2013	Aprovechamiento 2007	Testigo	Pr>F
Fustal	N total	21,6 ± 4,32 b	18,1 ± 2,75 b	41,56 ± 3,6 a	0,0001
	N total	22,7 ± 4,54 a	8,9 ± 1,62 b	7,11 ± 1,42 b	0,0111
Latizal	Latizal alto	6,88 ± 3,12	5,75 ± 1,41	5 ± 1,04	0,8071
	Latizal bajo	21,5 ± 3,85 a	6,14 ± 2,1 b	4,80 ± 1,69 b	0,0035
Brinzal	Brinzal	6,29 ± 2,46	6,89 ± 2,17	9,75 ± 2,30	0,5409

En cuanto al número de individuos por clase diamétrica de fustales, el ANAVA mostró diferencias significativas entre las tres clases diamétricas y entre los tratamientos (Figura 12). En la clase diamétrica 10-19,99 cm de dap, el bosque testigo presentó mayor abundancia en comparación con el bosque aprovechado 2007. Para la clase diamétrica 20-29,99 cm dap, el bosque testigo presentó mayor abundancia en comparación con los dos sitios aprovechados. En la clase diamétrica >30 cm de dap se presentaron diferencias significativas también, y difieren entre el bosque aprovechado 2013 y el bosque aprovechado 2007 (Cuadro 19).

Cuadro 19. Promedios y error estándar del número de individuos ($N/500\text{ m}^2$) por clase diamétrica, en bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007, y bosque testigo en ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p\leq 0,05$)

Características	Clases diamétricas	Aprovechamiento 2013	Aprovechamiento 2007	Testigo	Pr>F
Fustal	10-19,99	16,3 ± 3,29 ab	7,3 ± 3,29 b	24,84 ± 3,47 a	0,0043
	20-29,99	3,9 ± 1,31 b	6,6 ± 1,31 b	13,78 ± 1,38 a	0,0001
	>30	1,4 ± 0,6 b	4,2 ± 0,6 a	2,89 ± 0,63 ab	0,0102

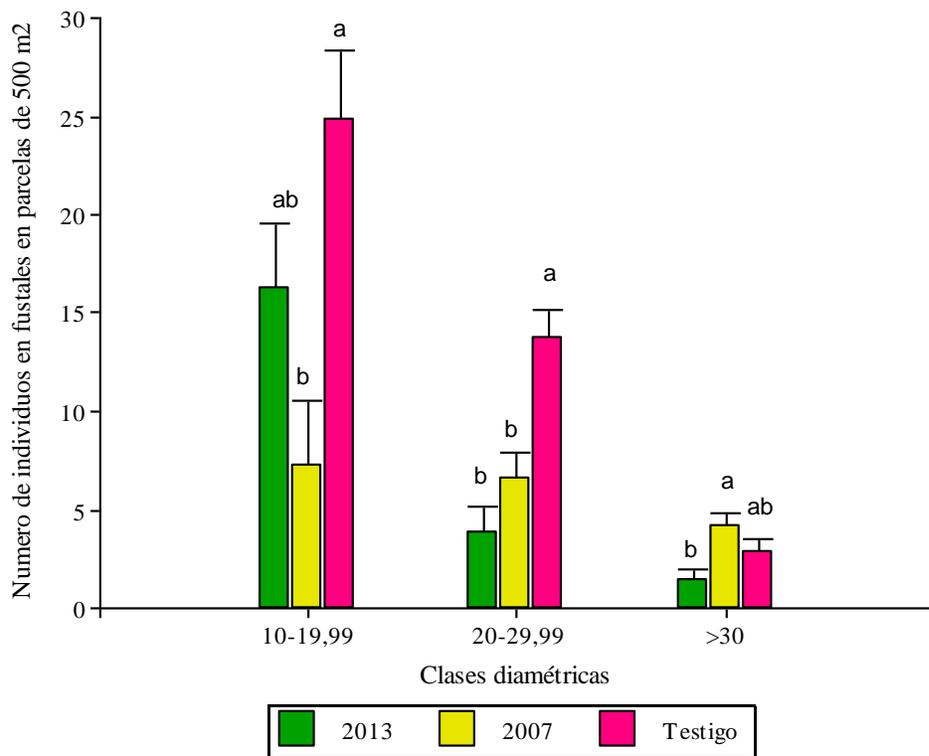


Figura 12. Promedios y error estándar por clase diamétrica en fustales para los años de aprovechamientos 2007, 2013 y testigo en ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) dentro de cada clase diamétrica.

b) Ejido de Mal Paso

En ejidos de Mal Paso el tratamiento silvicultural realizado es el raleo ARSE. En fustales ($N/500 \text{ m}^2$) se mostraron diferencias significativas ($p=0,06$) al 0,1% de nivel de significancia, donde presenta mayor abundancia el bosque testigo, en comparación con el bosque aprovechado 2013 difiriendo entre sí (Cuadro 20).

En latizales la abundancia entre los tratamientos mostró diferencias significativas ($p=0,045$), presenta mayor abundancia el bosque aprovechado 2007, en comparación con el bosque testigo que obtuvo menor abundancia, difiriendo entre sí (Cuadro 20). En latizal alto y latizal bajo no se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.

En brinzales el ANAVA mostró diferencias significativas ($p= 0,039$) entre los tratamientos, presentando menor abundancia el bosque aprovechado 2013, incrementando y diferenciando la abundancia con el bosque testigo (Cuadro 20).

Cuadro 20. Promedios y error estándar del número de individuos ($N/500 \text{ m}^2$), en bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007, y bosque testigo en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Características	Clases diamétricas	Aprovechamiento 2013	Aprovechamiento 2007	Testigo	Pr>F
Fustales	N total	14,8 ± 2,51 b	18 ± 1,66 ab	23,1 ± 2,1 a	0,0608
	N total	15,3 ± 3,69 ab	25,5 ± 8,47 a	7 ± 2,38 b	0,0454
Latizal	Latizal alto	6 ± 1,44	13,2 ± 3,43	5,44 ± 1,63	0,1342
	Latizal bajo	9,9 ± 3,69	15,38 ± 6,71	7 ± 3	0,5089
Brinzal	N total	5,63 ± 2,54 b	8,22 ± 2,40 ab	14,78 ± 2,4 a	0,0399

Por clase diamétrica en ejidos de Mal Paso la clase diamétrica 10-19,99 cm de dap no mostró diferencias significativas. Sin embargo las clases diamétricas 20-29,99 y >30 cm de dap mostraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 21 y Figura 13).

Cuadro 21. Promedios y error estándar del número de individuos ($N/500 \text{ m}^2$) por clase diamétrica, en bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007, y bosque testigo en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Características	Clases diamétricas	Aprovechamiento 2013	Aprovechamiento 2007	Testigo	Pr>F
Fustal	10-19,99	9,5 ± 1,86	12,6 ± 1,86	9,44 ± 1,86	0,4088
	20-29,99	4,11 ± 1,05 b	3,4 ± 1,05 b	9,11 ± 1,10 a	0,0017
	>30	1,2 ± 0,71 b	2 ± 0,71 b	4,56 ± 0,74 a	0,0086

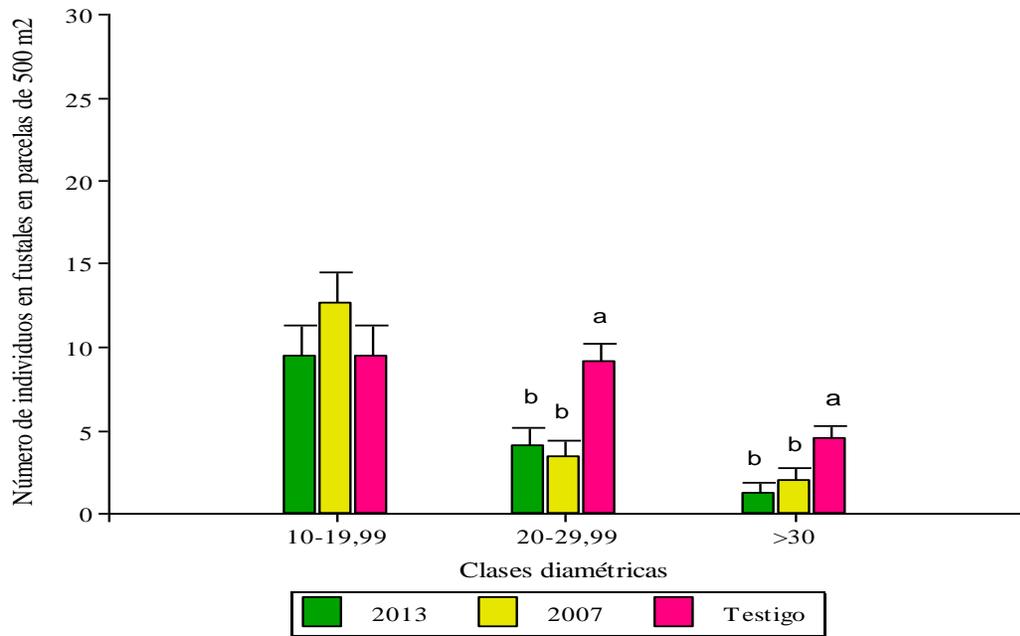


Figura 13. Promedios y error estándar por clase diamétrica en fustales para los años de aprovechamientos 2007, 2013 y testigo en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre clases diamétricas.

En fustales el tratamiento con mayor número total de individuos son los bosques testigos, observados en los dos sitios de estudio, comparado con los bosques aprovechados 2007 y 2013. Para el sitio ejidos de Yamaranguila, con el tratamiento silvicultural de corta final con reserva de semilleros el bosque aprovechado 2007, en abundancia, presenta menor número de individuos que el bosque aprovechado el 2013, lo cual demuestra que el bosque aprovechado 2007 tiene dificultades en el proceso de regeneración en árboles <10 cm de dap (Cuadro 8). El tratamiento silvicultural de corta final con reserva de árboles semilleros tiene como objetivo principal el permitir el desarrollo de árboles jóvenes que están en proceso de crecimiento (ICF 2013; Alvarado y Juerguens 2013). El tratamiento silvicultural contempla tener una máxima producción al realizar la corta biológica de *P. oocarpa* entre los 38 a 40 años edad, con diámetro mínimo de altura pecho de 30 cm, observado en los planes de manejo ejecutados (Tadeo 2006).

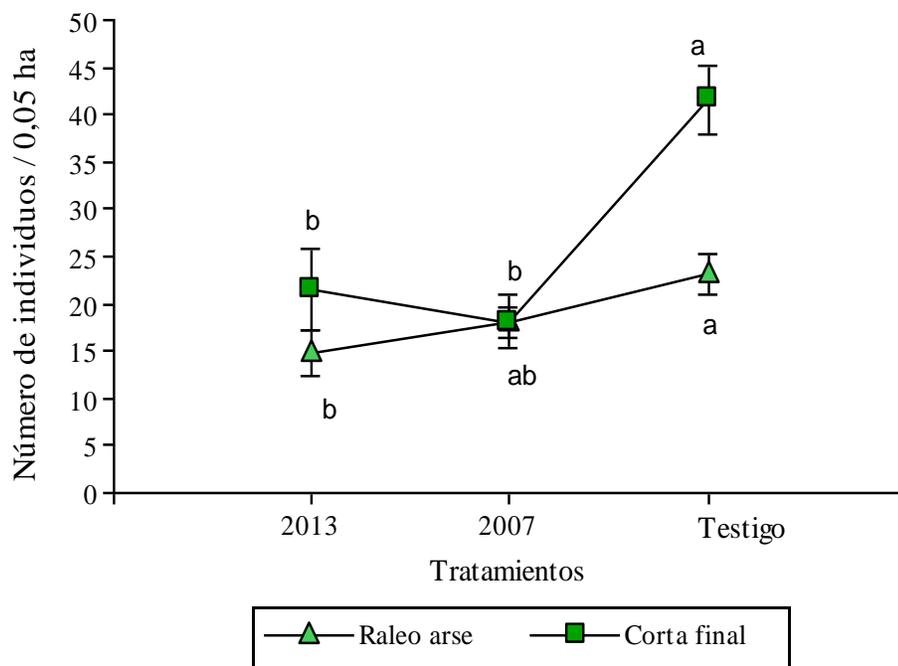


Figura 14. Comparación de número de individuos (> 10 cm dap) en dos sitios en forma independiente entre los tratamientos (aprovechado 2013, aprovechado 2007, testigo) de *P. oocarpa*, en dos tratamientos silviculturales Corta Final con reserva de semilleros y Raleo Arse.

En los bosques aprovechados con el tratamiento silvicultural de raleo arse se observa que el bosque aprovechado 2007 tiene mayor número de individuos a comparación con el bosque aprovechado 2013, lo cual indica que el bosque de ejidos de Mal Paso tiene un proceso de crecimiento con desarrollo de las plantas de un estrato de pino en regeneración hacia el estrato de pino joven (Figura 14). Grootheusen y Rivera (2001) mencionan que en el caso de fustales, el tratamiento silvicultural de raleo ARSE o árboles selectos produce un cambio en la estructura de la masa forestal, con el incremento del volumen en el árbol, incremento en la altura, calidad de la madera y desarrollo del sotobosque. Este estudio realizado registra que el raleo ARSE hace que el sotobosque se desarrolle en la regeneración. La edad del turno o máxima producción para realizar la rotación de corta biológica en *P. oocarpa* está entre los 22 años para raleo arse (Pineda 2007); según la normativa forestal en Honduras, debe ser realizado para árboles arriba de los 10 cm (ICF 2011).

El número de individuos aprovechados entre los tratamientos silviculturales son diferentes, pero en el bosque aprovechado 2007 con corta final, tiene el mismo número de individuos que raleo ARSE, sin embargo en bosque aprovechado 2013 con corta final se

observa que el número de individuos aumenta. Este menor número de individuos en bosque aprovechado 2007 puede deberse a muchos factores: a) que las áreas de corte donde se realizó es en el estrato de pino joven (P1) y pino maduro (P2), sin embargo en bosque aprovechado 2013 la corta se realizó en bosque maduro (P2); b) el uso que se da al bosque después de la corta, por ejemplo en 5 de las parcelas temporales se encontraron heces de ganado vacuno, lo cual estaría incidiendo en la regeneración de las plántulas. El pastoreo ocasiona el pisoteo, lo cual reduce la densidad de la regeneración (Savage 1991) e influye en el crecimiento, deterioro en el vigor de la planta, y por último los tratamientos silvícolas que se emplean. Además justificaría al tipo de bosque que presentan estos dos sitios: ejidos de Yamaranguila y ejidos de Mal Paso, si tan solo comparamos el número de individuos de árboles presentes en los bosques testigos.

La densidad encontrada entre latifoliadas y pináceas en bosques testigos en árboles > 10 cm dap en ejidos de Yamaranguila es de 832 ind/ha., mucho mayor que ejidos el Mal Paso (462 ind/ha), lo cual sugiere que la densidad en ejidos de Yamaranguila es alta. En fustales la densidad de *Pinus oocarpa* en ejidos de Yamaranguila es de 831 ind/ha y en ejidos de Mal Paso es de 391.2 ind/ha. Este demuestra que los dos tienen una densidad alta si comparamos con lo encontrado en Guatemala en bosques de *P. oocarpa* de 96 individuos/ha, lo cual se menciona como una baja densidad (Paiz 1994).

Respecto al número de individuos por clase diamétrica, los bosques son del sistema coetáneo, que describe que tienen dominancia ecológica de pocas especies que generalmente son comerciales. Es un bosque menos complejo, con características encontradas en los dos sitios de estudio en árboles >10 cm de dap. Pero en función de las clases diamétricas tienen estructura discetánea (J invertida) que indica proceso de regeneración continua (Louman *et al.* 2001), el cual está relacionado con disturbios antrópicos observada en los bosques de pino y en todos los tratamientos. Estos datos son similares a lo encontrado por varios investigadores (Crown *et al.* 2002; Ramírez 2006; Hernández 2007). Por esta misma razón los aprovechamientos son policiclos (varios ciclos de corta); en el caso de corta final es de 38 a 40 años y para el tratamiento de raleo arse es de 28 años (San Martín 2007; Pineda 2007). Sin embargo la forma de J invertida en clases diamétricas rechaza que los bosques sean mixtos según Chung (1996).

En el número total de latizales encontrado se observa que el bosque aprovechado 2013 presenta mayor número de individuos especialmente en corta final de 22,7 individuos/0,005 ha (4540 ind/ha), el cual se asemeja al resultado descrito por Castelán-Lorenzo y Arteaga-Martínez (2009) de 1876 – 6000 plántulas/ha para los dos primeros años en *Pinus patula* aplicado con este mismo tratamiento silvicultural. Pero la regeneración en el bosque aprovechado el 2007 y el bosque testigo es menor, lo cual puede deberse al porcentaje de cobertura presente.

En ejidos de Mal Paso donde se aplicaron el tratamiento de raleo ARSE se encontró en latizales (latizal alto y latizal bajo) que el bosque aprovechado 2007 presentó mayor número de individuos 25,5 ind/0,005 ha que representa a 5100 ind/ha, con predominio de plantas latifoliadas mayor a 80% y menor proporción de pino de 20%. Se evidencia que el 25% de las parcelas muestreadas estaría en el bosque mixto (pino-encino) según el ICF (2014), generando claros los aprovechamientos con ingreso de suficiente luz para el crecimiento de especies durables como *Quercus* sp., y favorable para la regeneración de otras especies pioneras o invasoras (Lamprecht 1986, Dalling 2002). Mencionan que *Quercus* sp., no tiene ninguna afectación por el tipo de suelo presente en este caso suelo pobre (índice de sitio IV), ni en las condiciones del suelo como la profundidad (profundos y no profundos) (Hernández *et al.*, 2005).

De acuerdo con la revisión de los planes de manejo elaborados en los ejidos de Mal Paso, Pineda (2007) menciona que los rodales estarían en índices de sitio IV. En ejidos de Yamaranguila en índice de sitio es V (San Martín 2007), donde estos sitios son de baja calidad o suelos pobres, con el desarrollo lento del pino (Coronado 1997, Chirinos 1992). Este puede influir especialmente al proceso de crecimiento de latizales y brinzales. Wolffson (1984); Ferreira (1998) mencionan que *P. oopcarpa* puede llegar a 30 cm de altura en el primer año, pero normalmente crece de 5 a 10 cm de altura en el primer año. En sitios buenos los pinos pueden llegar a 5 m de altura, pero en sitios con índices de IV y V son normales alturas entre 0.5-1 m y bajo desarrollo de latizales y brinzales. Se observa una mayor dominancia de *P. oopcarpa* en ejidos de Yamaranguila, los cuales tienen índice de sitio V, con disminución en el desarrollo y competencia con latifoliadas (Wolffson, 1984).

La proporción de plantas arbustivas y herbáceas es mayor al haber claro con mayor ingreso de luz. Cornejo-Tenorio *et al.* (2003), que trabajaron en un ecosistema de bosque templado en la franja transvolcánica, encontraron proporciones de 77.1% de herbáceas, 12.1% de arbustos. Otro estudio realizado por Villaseñor (2004) sobre los géneros de las plantas vasculares de México reportó que las herbáceas ocupan el 41% del total, mientras las arbustivas están en el 26% y las arbóreas el 17%.

En brinzales la regeneración total de latifoliadas y *Pinus* en los dos sitios está dentro de lo aceptable, pero al observar la proporción de Pino en el caso de los brinzales, especialmente en Mal Paso, puede deberse a varios factores. Uno es la época de levantamiento de datos (marzo), realizado en época seca, donde las semillas están en un periodo de latencia hasta la época lluviosa (octubre a diciembre) donde recién empezaran el proceso de germinación; pero muchas de ellas no germinarán debido a la mortalidad por insectos, el consumo de semillas por roedores, y competencia interespecífica e intraespecífica (Wolffsohn 1984). Otros autores encontraron en *Pinus* que la germinación está con base en la precipitación y disponibilidad de agua, competencia de luz interespecífica (entre especies), micrositio del suelo, factores genéticos, y el fuego (Paiz 1994; Juárez-Martínez y Rodríguez-Trejo 2003; Hartman *et al.* 2005).

El fuego en los sitios de estudio no es un efecto que ocurra, por lo menos según la falta de registros de incendios dentro de los ejidos de Yamaranguila y ejidos de Mal Paso. En el caso de ejidos de Mal Paso se registra un incremento en el número de *Quercus*, donde el porcentaje de Pino en regeneración está bajo. Para esto recomiendan incendios superficiales con el objetivo de que el fuego remueva barreras como arbustos, hojarasca y materiales leñosos, eliminando la competencia interespecífica y disminuyendo el ataque de roedores e insectos, y así facilitar el establecimiento de la masa joven (Wolffsonhn 1984, Juárez-Martínez y Rodríguez-Trejo 2003; Bonilla 2009). Sin embargo, a esto hay que adicionar la humedad y temperatura, las cuales no fueron medidas en este estudio.

En Mal Paso la proporción de pino es bajo en brinzales, el porcentaje es levemente menor que Yamaranguila. Menciona Dolling (1996) que en *Pinus* sp., el porcentaje de sombra incide en la germinación aunque las condiciones de suelo sean desfavorables, además si hay

presencia de herbáceas como *Pteridium aquilinum* (helecho), observada muy a menudo en ejidos de Yamaranguila, donde se menciona que la proporción de pino esta aceptable.

4.2.2.- Área Basal

a) Ejido de Yamaranguila

Con respecto al área basal (m^2/ha), en fustales el ANAVA encontró diferencia significativa ($p=0,0001$) entre los tres tratamientos. El bosque testigo presentó mayor abundancia basal $27,22 m^2/ha$, seguido por el bosque aprovechado 2007 con $17,71 m^2/ha$, y último el bosque aprovechado 2013 de $11,8 m^2/ha$ (Figura 15).

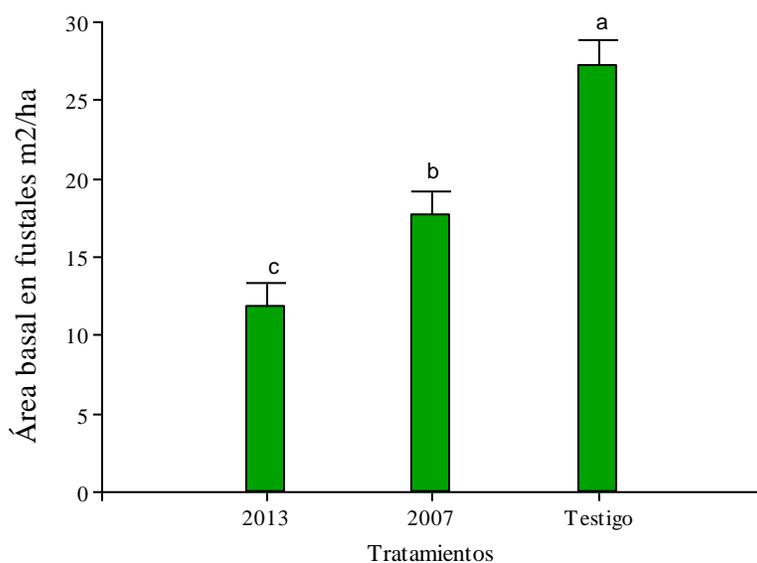


Figura 15. Área basal (m^2/ha) de individuos fustales para tres tratamientos en los ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El ANAVA para el área basal por clase diamétrica de individuos en fustales mostró diferencias significativas en las clases diamétricas 10-19,99, 20-29,99 y > 30 ($p=0,0023$, $0,0001$ y $0,0077$ respectivamente). En clase diamétrica 10-19,99 y 20-29,99 el bosque testigo tiene mayor área basal en comparación con los bosques aprovechados 2013 y 2007, que no difieren entre sí. Sin embargo en la clase diamétrica >30 cm de dap el bosque aprovechado 2013 presentó menor área basal, a diferencia con el bosque aprovechado 2007 (Figura 16).

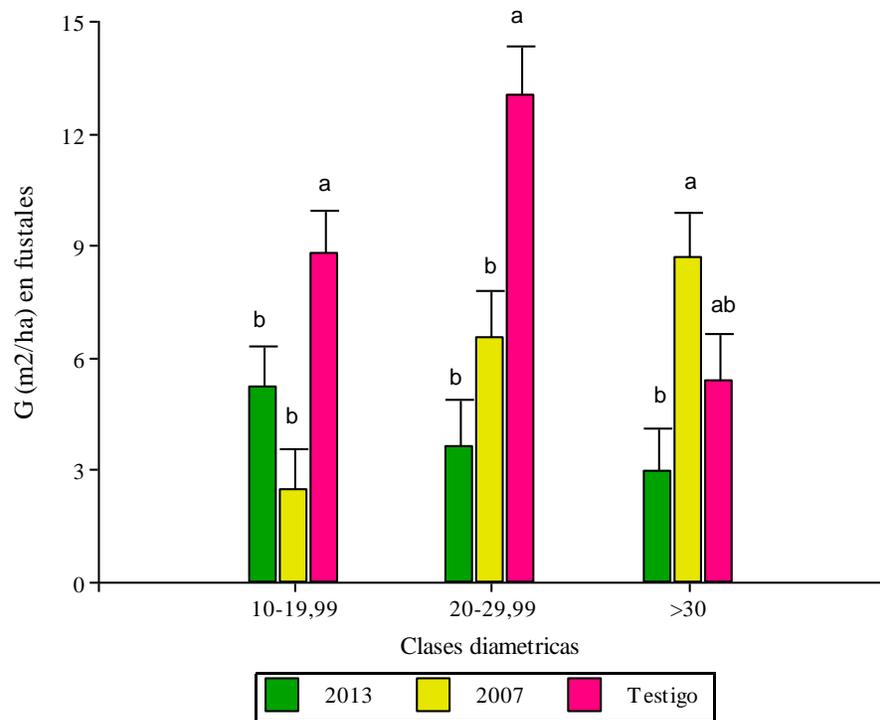


Figura 16. Promedios y error estándar por clase diamétrica de fustales para bosques de pino aprovechados el 2013, 2007, y bosque testigo o no aprovechado en ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

b) Ejido de Mal Paso

La acumulación de área basal en fustales mostró una diferencia significativa ($p=0,0001$) entre los tratamientos de bosque aprovechado 2013, aprovechado 2007 y bosque testigo. Presentó mayor área basal el bosque testigo ($20,85 \text{ m}^2/\text{ha}$), en comparación con el bosque aprovechado 2007 ($12,13 \text{ m}^2/\text{ha}$) y bosque aprovechado 2013 ($9,34 \text{ m}^2/\text{ha}$) que no difirieron entre sí (Figura 17).

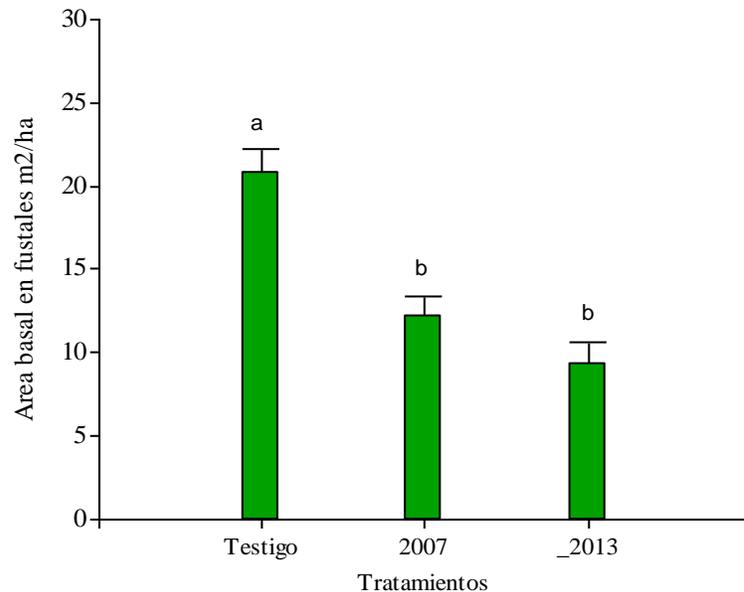


Figura 17. Área basal promedios \pm error estándar de individuos fustales para tres tratamientos en los bosques en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El ANAVA para área basal (m^2/ha) por clase diamétrica en fustales mostró diferencias significativas ($p=0,0015$ y $0,0319$) en las clases diamétricas 20-29,99 y >30 , donde el tratamiento de bosque aprovechado 2013 tiene mayor área basal en diámetros 10-19,99 y 20-29,9.

En la clase diamétrica 20-29,99, el bosque testigo ($8,87 m^2/ha$) presentó mayor acumulación de área basal, seguido del bosque aprovechado 2013 ($3,84 m^2/ha$) y bosque aprovechado 2007 ($3,62 m^2/ha$), pero estos últimos no difieren entre ellos. Sin embargo en la clase diamétrica >30 cm de dap nuevamente el bosque testigo tiene mayor área basal ($9,07 m^2/ha$), seguido del bosque aprovechado 2007 ($4,96 m^2/ha$) y bosque aprovechado 2013 ($2,72 m^2/ha$), sin diferencias significativas entre sí (Figura 18).

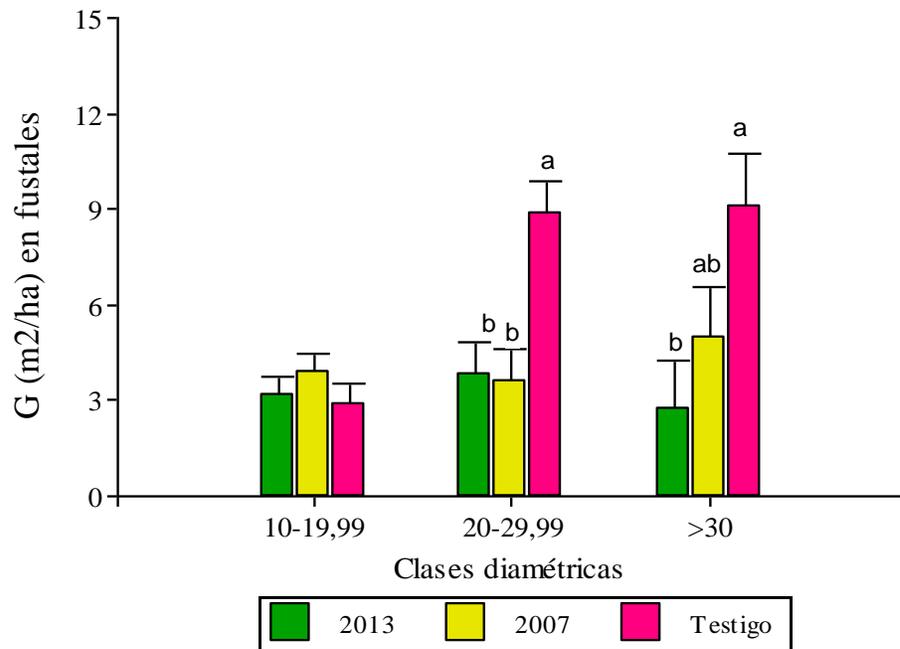


Figura 18. Área basal por clase diamétrica de fustales para bosques de pino aprovechados el 2013, 2007, y bosque testigo en el municipio de San Marcos de Sierra. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos dentro de cada clase diamétrica

El tratamiento de bosque testigo en ambos sitios de estudio es el que presentó mayor área basal, seguido por el bosque aprovechado 2007 y por último el bosque aprovechado 2013 observado en los dos sitios de aprovechamiento con corta final y raleo ARSE, todos con diferencias significativas (Figura 19).

Se menciona que el incremento de *Pinus oocarpa* es de 10 y 5 m³/ha/año para sitios con índice de sitio IV y V (Chirinos 1993), por árbol de 0,5 a 1 cm de incremento diametral, y en árboles con dap mayor a 30-40 cm es <5 mm/año (Wolffsohn 1984). Por tanto en los sitios de estudio se estaría cumpliendo lo mencionado, que al aplicar tratamientos silviculturales se estimula la tasa de crecimiento en las áreas de producción forestal, con incremento diamétrico después de los tratamiento silviculturales (Daniel *et al.* 1982; Camacho y Finegan 1997; Grotoohousen y Rivera 2001). Otros autores encontraron en plantaciones de *Pinus oocarpa* que áreas tratadas con raleo al 20% presentaron mayor rendimiento en área basal (Zamora *et al.* 2006).

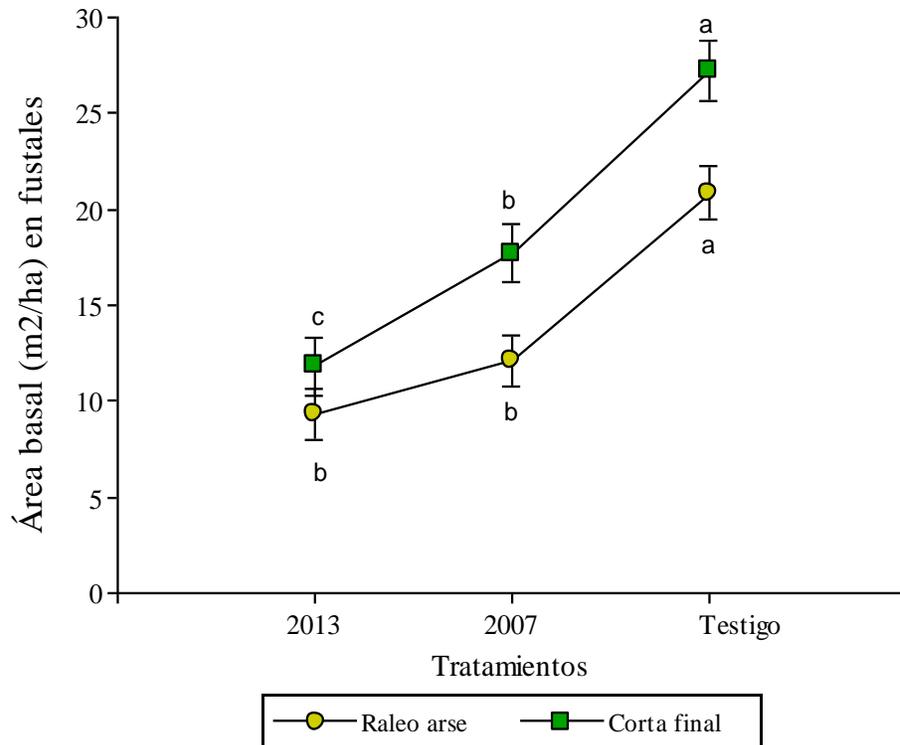


Figura 19. Área basal total con dos tratamientos silviculturales en dos municipios del departamento de Intibuca, comparaciones independientes por sitio. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

En cuanto a la estructura en área basal y clase diamétrica de *P. oocarpa*, se observa irregularidad en los dos sitios de estudio. El aumento de área basal en los sitios de estudio es constante tanto para ejidos de Yamaranguila y ejidos de Mal Paso. Esto puede ser atribuido a que son heliofitas y tienen la mayor vitalidad de las masas de pinares tropicales (Martínez *et al.*, 2006).

Aunque el número de individuos en el bosque aprovechado 2007 es bajo, pero en área basal esta alto, debido a que el remanente que quedó son pinos maduros (P2) con diámetros >30 cm. En comparación de ejidos de Mal Paso, el número de individuos es mayor en 2007, y es mayor también en área basal debido a que los árboles presentes están en el estrato de pino joven (P0) y pino medio (P1).

Al hacer el análisis del área basal por clase diamétrica, en el caso de Yamaranguila se observan diferencias significativas en las tres clases diamétricas (10-19,99; 20-29,99; y >30).

Algo inusual es que para el bosque aprovechado 2007, en el área basal 10-19,99 cm dap tiene un bajo número de área basal, el cual está relacionado con el bajo número de individuos, que demuestra que está teniendo problemas en el proceso de regeneración. Sin embargo el remanente que quedó está acumulando árboles con diámetros >20 cm de dap, los cuales posteriormente serán aprovechados en la corta final sin reserva de semilleros (ICF 2011), siempre y cuando el proceso de regeneración esté establecido. Pero en bosque aprovechado 2013 hay mayor área basal en diámetros 10-19,99 y 20-29,99 lo cual es un indicio del remanente de acuerdo con el método del tratamiento silvicultural, donde los árboles aprovechados son arriba de 30 cm de dap. Pero el bosque testigo tiene mayor área basal en clase diamétrica de 10-19,99 y 20-29,99 cm dap, disminuyendo la presencia de árboles con área basal >30 cm, lo cual indica que el bosque tiene una alta densidad de pino y eso está impidiendo el aumento de área basal.

Sin embargo en Mal Paso, San Marcos de Sierra, la primera clase diamétrica (10-19,99) no muestra diferencias significativas en cuanto al incremento en área basal entre los años de aprovechamiento el 2013, 2007 y bosque testigo, indicio que la regeneración y crecimiento de especies es baja. Donde el bosque testigo se diferencia significativamente de los bosques aprovechado 2007 y aprovechado 2013 es en la clase diamétrica 20-29,9 y >30 cm de dap.

4.3. Análisis de diversidad y riqueza de especies

4.3.1.- Ejidos de Yamaranguila

En los tres tratamientos en el plan de manejo ejidos de Yamaranguila se encontraron 10 especies de plantas leñosas en fustales, de los cuales cuatro especies corresponden a la familia Fagácea, dos especies a la familia Clethraceae, dos especies de la familia Ericaceae, uno de la familia Pinaceae, uno de la familia Rubiaceae y uno de la familia Asteraceae.

Con respecto a la riqueza de especies, el ANAVA (Cuadro 22) mostró diferencias significativas ($p=0,0185$) entre los tratamientos para fustales. El bosque aprovechado 2013 tiene más especies que el bosque aprovechado 2007 y bosque testigo, pero sin diferencias entre sí. En latizal alto el ANAVA no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

Para latizal bajo el ANAVA mostró diferencias significativas ($p=0,027$), el bosque aprovechado 2013 presenta mayor riqueza de especies, sin embargo el bosque aprovechado 2007 y testigo no difirieron entre sí y registraron menor número de especies (Cuadro 22). En brinzales el ANAVA no mostró diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 22).

Cuadro 22. Promedios y error estándar del número de especies de fustales para bosques en el Plan de manejo de Ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p\leq 0,05$).

Categorías	Aprovechado 2013	Aprovechado 2007	Testigo	Pr>F
Fustal	$2,5 \pm 0,34$ a	$2 \pm 0,34$ ab	$1 \pm 0,34$ b	0,0185
Latizal alto	$2,5 \pm 0,94$	$2,38 \pm 0,26$	$1,75 \pm 0,37$	0,3770
Latizal bajo	$5,63 \pm 0,65$ a	$2,29 \pm 0,69$ b	$2 \pm 0,82$ b	0,0027
Brinzal	$2 \pm 0,69$	$2,33 \pm 0,33$	$2,88 \pm 0,40$	0,4498

De acuerdo con las curvas de rarefacción en fustales, es casi similar el número de especies en los bosques aprovechados 2013 y bosques aprovechados 2007, en comparación del bosque testigo que presenta una sola especie (*Pinus oocarpa*) sin visualización en la curva de rarefacción (Figura 20). También se observa que va incrementando el número de especies a medida que se incrementa las unidades de muestreo.

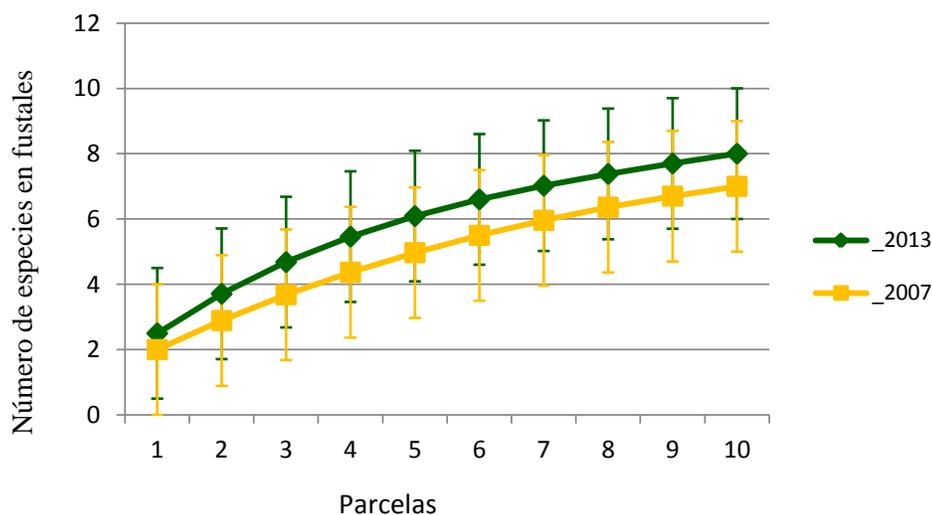


Figura 20. Curvas de rarefacción para fustales en parcelas de 500 m² en el plan de manejo de Ejidos de Yamaranguila.

En las curvas de rarefacción en latizal alto, se observa que el bosque aprovechado 2013 y bosque aprovechado 2007 tienen mayor número de especies, y por último el bosque testigo, estadísticamente sin diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 21).

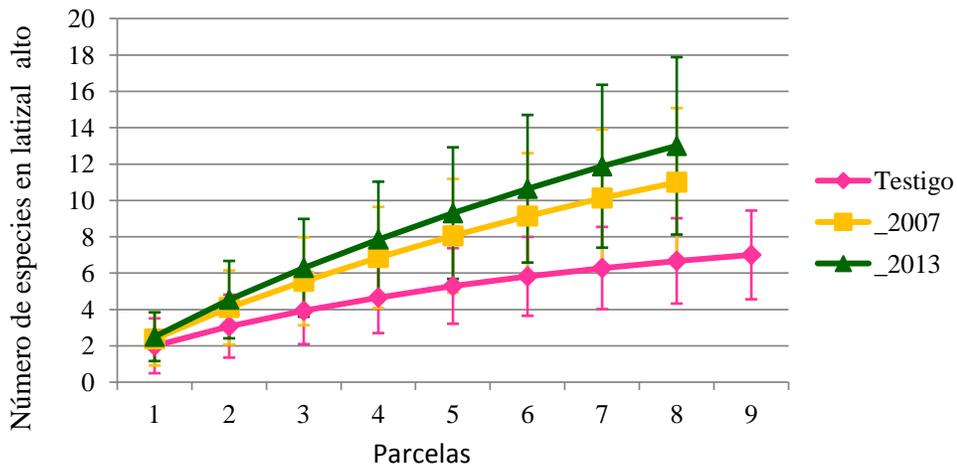


Figura 21. Curva de rarefacción para latizal alto por el número de individuos en 10 unidades de muestreo, en el bosque del plan de manejo Ejidos de Yamaranguila.

En latizal bajo la curva de rarefacción (Figura 22) demuestra que el bosque aprovechado 2013 presenta mayor número de especies, seguido del bosque aprovechado 2007 y en menor número de especies el bosque testigo. Estadísticamente hay diferencias significativas entre los tratamientos.

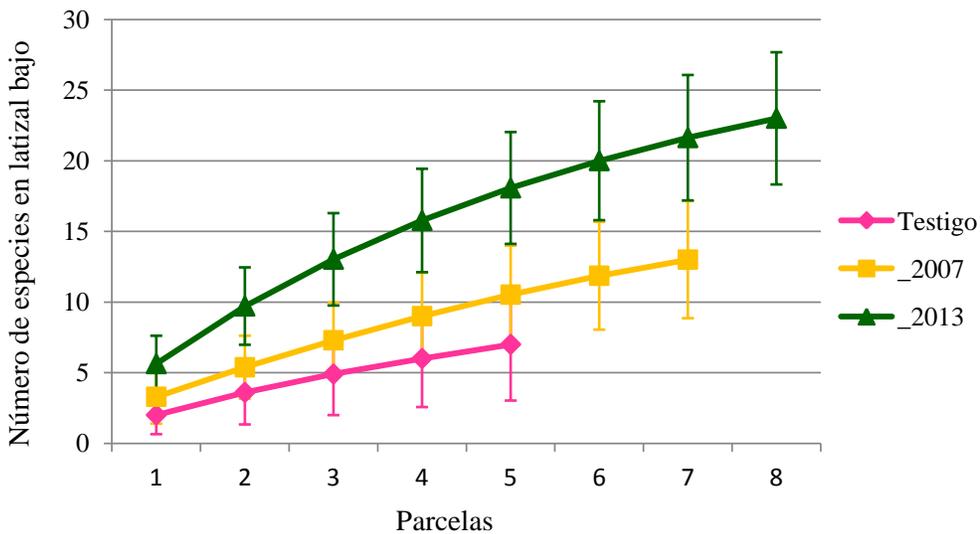


Figura 22. Curva de rarefacción para latizales bajos por el número de individuos en 10 unidades de muestreo, en el bosque del plan de manejo Ejidos de Yamaranguila.

La curva de rarefacción en brinzales (Figura 23) no mostró diferencias estadísticas entre los tres tratamientos, donde se observa igual número de especies entre los tratamientos para cualquier intensidad de muestreo.

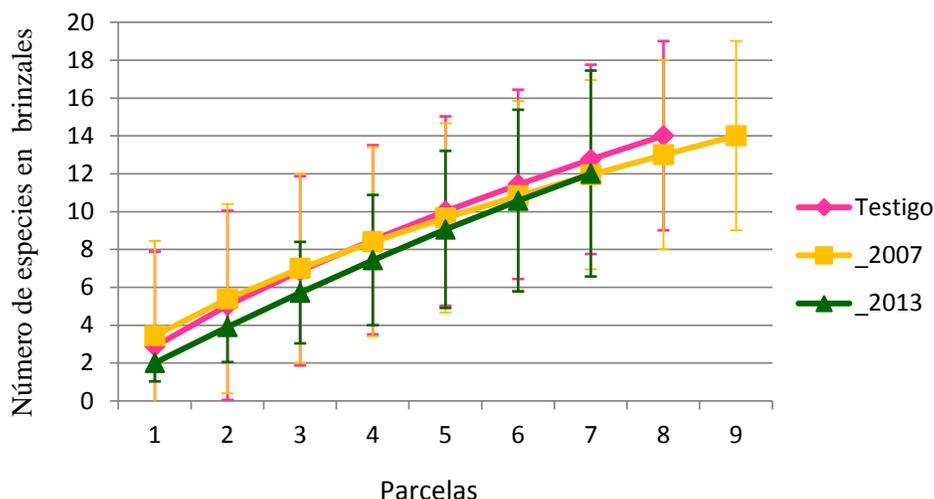


Figura 23. Curva de rarefacción en brinzales por el número de individuos en 10 unidades de muestreo, en el bosque del plan de manejo Ejidos de Yamaranguila.

El índice de diversidad de Shannon para fustales presentó diferencias estadísticas ($p=0,0061$), mostrando mayor diversidad el bosque aprovechado 2013, seguido por el bosque aprovechado 2007 y bosque testigo, con diferencias entre el bosque aprovechado 2013 y testigo (Cuadro 23).

En latizal alto no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Para el latizal, bajo el índice de diversidad de Shannon mostró diferencias significativas ($p=0,0002$) entre los tratamientos, donde el bosque aprovechado 2013 es más diverso, en comparación con el bosque aprovechado 2007 y bosque testigo que no difieren entre sí (Cuadro 23).

En brinzales no se observa diferencia estadística entre los tratamientos.

Cuadro 23. Promedio y error estándar para el índice de Shannon (H') para fustales, latizales altos, latizales bajos y brinzales en el plan de manejo ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Categorías	Aprovechado 2013	Aprovechado 2007	Bosque Testigo	Pr > F
Fustal	0,45 ± 0,1 a	0,27 ± 0,1 ab	0,0 ± 0,1 b	0,0061
Latizal Alto	0,52 ± 0,17 a	0,77 ± 0,17 a	0,33 ± 0,17 a	0,1989
Latizal Bajo	1,44 ± 0,07 a	0,48 ± 0,25 b	0,37 ± 0,26 b	0,0002
Brinzal	0,41 ± 0,19 a	0,7 ± 0,17 a	0,84 ± 0,18 a	0,2574

Con respecto al índice de diversidad de Simpson, para fustales el ANAVA encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos, con dominancia de especie en el bosque testigo, seguido por el bosque aprovechado 2007 y bosque aprovechado 2013 (Cuadro 24).

Para latizal alto, el ANAVA registró diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,0423$), entre el bosque testigo con mayor dominancia y el bosque aprovechado 2007 con menor dominancia (Cuadro 24). Para latizal bajo se encontraron diferencias significativas ($p=0,0078$) con dominancia menor en el bosque aprovechado 2013, en comparación con el bosque aprovechado 2007 y bosque testigo que no difieren entre sí, con mayor incremento de dominancia (Cuadro 24).

En brinzales no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 24. Promedio y error estándar para el índice de Simpson (D) para fustales latizales altos, latizales bajos y brinzales. Plan de manejo Ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Categorías	Aprovechado 2013	Aprovechado 2007	Bosque Testigo	Pr > F
Fustal	0,73 ± 0,05 b	0,85 ± 0,05 ab	1 ± 0,05 b	0,0052
Latizal Alto	0,49 ± 0,49 ab	0,26 ± 0,12 b	0,72 ± 0,12 a	0,0423
Latizal Bajo	0,22 ± 0,02 b	0,63 ± 0,15 a	0,70 ± 0,18 a	0,0078
Brinzal	0,69 ± 0,14 a	0,39 ± 0,12 a	0,42 ± 0,12 a	0,2482

4.3.2.- Ejido el Mal Paso

Para el sitio ejidos El Mal Paso se encontraron un total de 14 especies de plantas leñosas distribuidas de la siguiente forma: 5 especies de la familia *Fagaceae*, 2 especies de la familia *Clethraceae*, 2 especies de la familia *Ericaceae*, 1 especie de la familia *Asteraceae*, 1 especie

de la familia *Pinaceae*, 1 especie de la familia *Myrtaceae*, 1 especie de la familia *Mimosaceae* y 1 especie de la familia *Fabaceae*.

El ANAVA para el número de especies en fustales mostró diferencias significativas ($p=0,0111$), donde el bosque aprovechado 2007 presentó mayor número de especies, en comparación con el bosque aprovechado 2013 y el testigo, este último sin diferir entre ellos (Cuadro 25). En latizal alto y latizal bajo el ANAVA no mostró diferencias significativas entre ellas.

En brinzales el ANAVA mostró diferencias significativas ($p=0,0008$) entre los tratamientos, presentando mayor riqueza en el bosque testigo, en comparación con el bosque aprovechado 2013 (Cuadro 25).

Cuadro 25. Promedio y error estándar en riqueza de especies para fustal, latizal alto, latizal bajo y brinzal. Plan de manejo Ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Categorías	Aprovechado 2013	Aprovechado 2007	Testigo	Pr>F
Fustal	2,10 ± 0,36 b	3,80 ± 0,36 a	2,44 ± 0,38 b	0,0111
Latizal alto	2,44 ± 0,5	3,90 ± 0,69	2,56 ± 0,50	0,2148
Latizal bajo	4,50 ± 0,93	4,25 ± 1,04	2,5 ± 2,08	0,6838
Brinzal	1,88 ± 0,52 b	3,22 ± 0,49 ab	3,89 ± 0,35 a	0,0008

Las curvas de rarefacción por tratamientos para fustales demuestran que el bosque aprovechado 2013 presenta mayor número de especies, seguido por el bosque aprovechado 2007 y el bosque testigo (Figura 24).

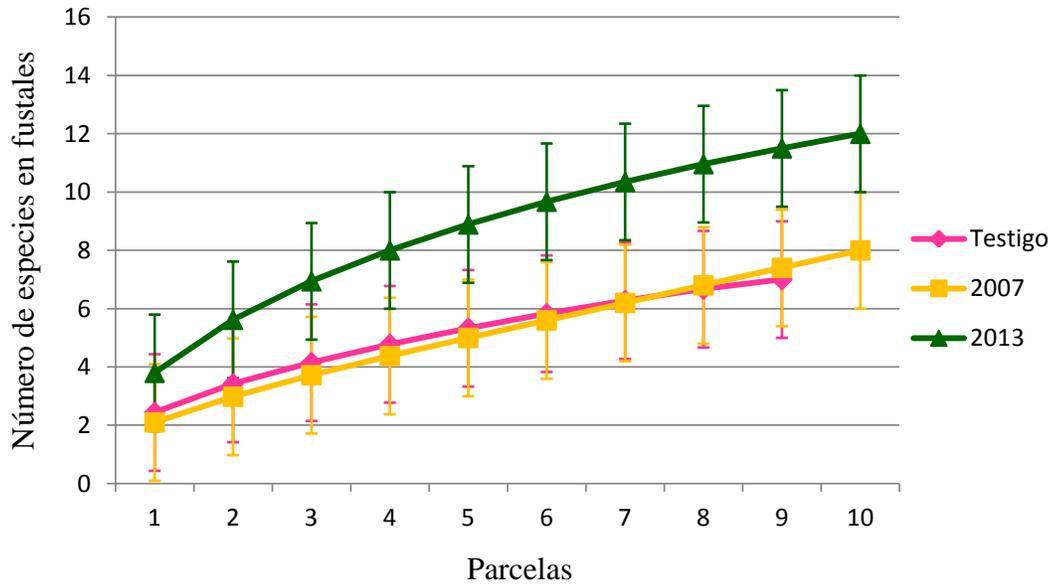


Figura 24. Curvas de rarefacción en fustales por unidades de muestreo en parcelas de 500m² en ejidos de Mal Paso

En latizal alto, la curva de rarefacción por tratamientos indica que el bosque aprovechado 2007 presenta mayor número de especies, sin embargo el bosque aprovechado 2013 y el bosque testigo son casi similares en número de especies (Figura 25).

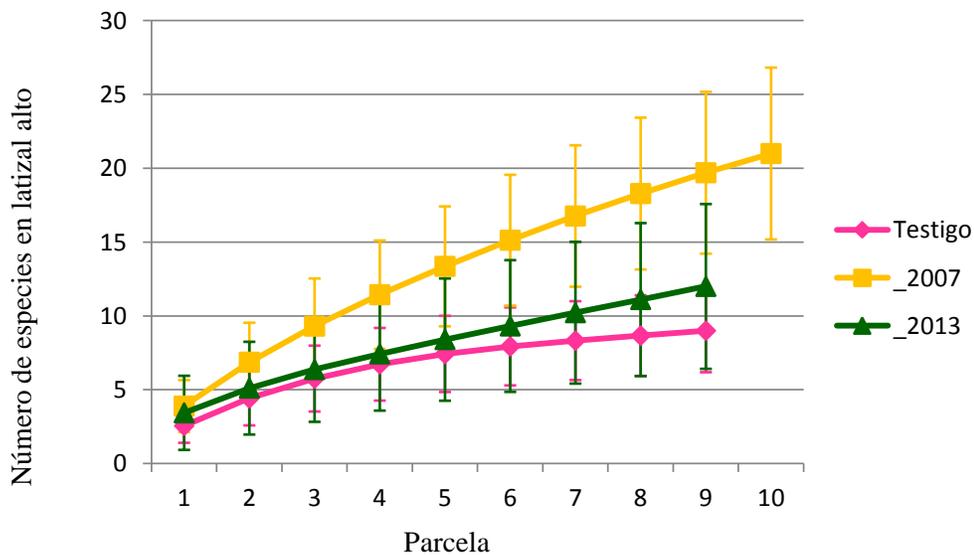


Figura 25. Curvas de rarefacción en latizal alto por unidades de muestreo en parcelas 50 m², en ejidos de Mal Paso

Para latizal bajo, la curva de rarefacción mostró diferencias entre los tratamientos, con una riqueza mayor en bosque aprovechado 2007, seguido del bosque aprovechado 2013 y un registro de una especie en el bosque testigo que no es visualizado en la curva de rarefacción (Figura 26).

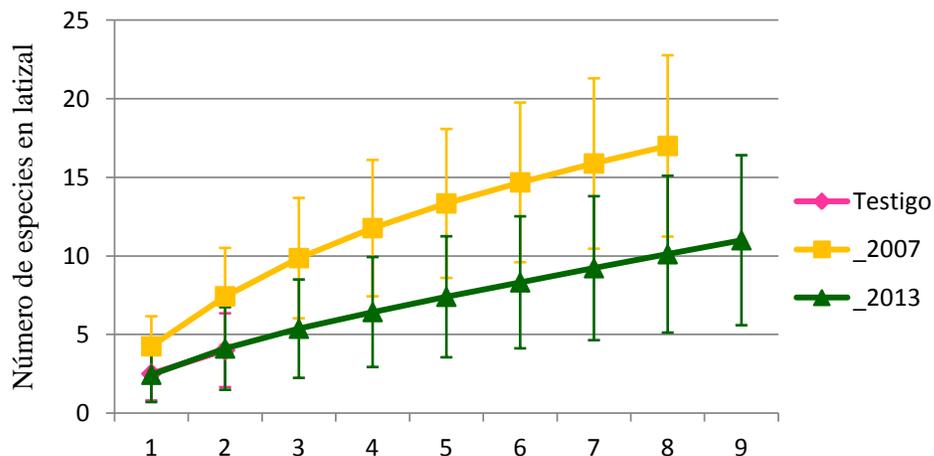


Figura 26. Curvas de rarefacción en latizal bajo por unidades de muestreo en parcelas de 50m² en ejidos de Mal Paso.

En brinzal la curva de rarefacción encontrada indica igual número de especies para el bosque aprovechado 2007 y el bosque testigo, en comparación con el bosque aprovechado 2013 que registra menor número de especies presente en 9 parcelas (Figura 27).

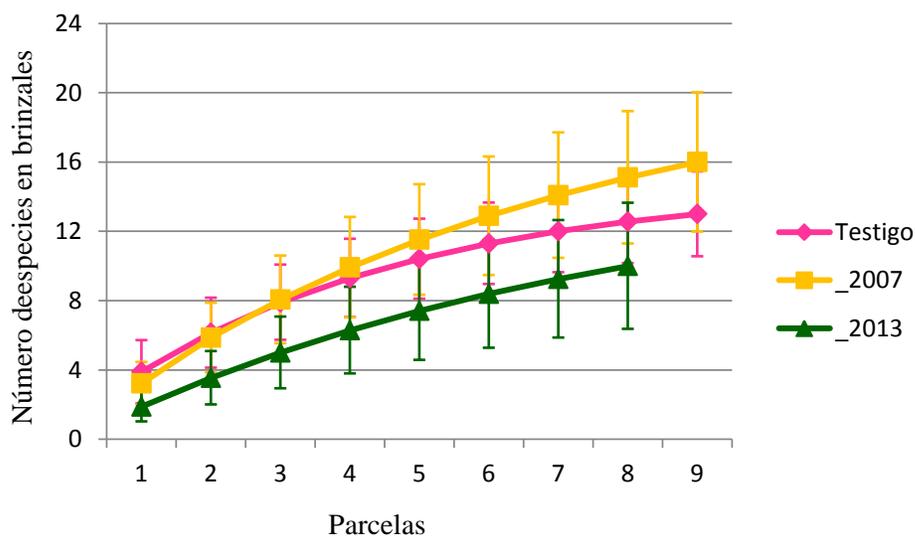


Figura 27. Curvas de rarefacción en brinzal por unidades de muestreo en parcelas de 16 m² en ejidos de Mal Paso.

El índice de diversidad de Shannon, para fustales en ejidos de Mal Paso, registró diferencia significativa entre los tratamientos. Muestra una diversidad mayor en bosque aprovechado 2007, a diferencia del bosque aprovechado 2013 y bosque testigo que no difieren entre sí (Cuadro 26).

En latizal alto y latizal bajo el ANAVA no encontró diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 26).

En brinzal, el ANAVA mostró diferencias significativas entre los tratamientos, donde son más diversos el bosque testigo y el menos diverso el bosque aprovechado 2007, que difieren entre ellos (Cuadro 26).

Cuadro 26. Promedios y error estándar con el índice de Shannon (H') en fustales, latizal alto, latizal bajo y brinzal en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Categorías	Aprovechado 2013	Aprovechado 2007	Bosque Testigo	Pr > F
Fustal	0,40 ± 0,1 b	0,85 ± 0,10 a	0,41 ± 0,11 b	0,0157
Latizal Alto	0,64 ± 0,16	0,91 ± 0,15	0,68 ± 0,16	0,4320
Latizal Bajo	1,05 ± 0,26	1,14 ± 0,0	0,27 ± 0,27	0,5865
Brinzal	0,53 ± 0,16 b	0,80 ± 0,16 ab	1,16 ± 0,17 a	0,0437

Respecto al índice de Simpson (D), en fustal el ANAVA registró diferencias significativas al 10% de significancia ($p=0,0675$) entre los tratamientos. Muestra una dominancia el bosque testigo, en comparación con el bosque aprovechado 2007 con diferencias entre sí (Cuadro 27).

En latizal alto, latizal bajo y brinzal no se registra diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 27. Promedios y error estándar con el índice de Simpson (D) en fustales, latizal alto, latizal bajo y brinzal en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Categorías	Aprovechado 2013	Aprovechado 2007	Bosque Testigo	Pr > F
Fustal	0,74 ± 0,06 ab	0,54 ± 0,06 b	0,76 ± 0,06 a	0,0675
Latizal Alto	0,39 ± 9,29	0,39 ± 8,81	0,39 ± 9,29	0,9301
Latizal Bajo	0,28 ± 0,11	0,17 ± 0,05	0,68 ± 0,24	0,2410
Brinzal	0,45 ± 0,11	0,45 ± 0,11	0,32 ± 0,11	0,6202

En fustales el número de especies encontradas en los sitios de estudio es bajo cuando se realiza una comparación con otros estudios en bosques de Pino-Encino bajo aprovechamiento forestal. Tiasa (2003) identificó 29 especies arbóreas, Ramírez (2006) encontró un total de 25 especies leñosas, Hernández (2007) registró 60 especies de plantas leñosas. Además otros autores encontraron en áreas sin aprovechamiento 20 especies leñosas (Clewel 1973). La baja diversidad para ejidos de Yamaranguila sería explicada por el alto porcentaje de cobertura de árboles de pino presente que impide la entrada de luz. Wolffsohn (1984) menciona que los bosques de coníferas cierran el dosel de 20 a 30 años y registran menor riqueza de especies. *Pinus oocarpa* en las áreas testigos de Ejidos de Yamaranguila, se observa la dominancia de esta especie presente en árboles mayor a 10 cm de dap. El porcentaje de especies en regeneración aumenta con la edad del bosque, siendo afectadas en primer lugar las pioneras heliofitas, luego las oportunistas y en menor grado las especies esciofitas (Lamprecht 1986).

La riqueza de especies encontrada en ejidos de Mal Paso es similar a la encontrada en ejidos de Yamaranguila en fustales, pero el año de aprovechamiento 2007 tiene más riqueza y en la curva de rarefacción muestra mayor diversidad de especies a medida que se incrementa las unidades de muestreo.

Con el tamaño de la muestra se ve en las curvas de rarefacción de especies que hay un incremento de las especies, lo cual es similar a lo mencionado por Hubbell (2001), donde el número de especies de árboles aumenta con el aumento de evaluación de área. También mencionan que la relación especie-área es más adecuada para la evaluación de la diversidad (Leps y Stursa 1989; Lawton (1999). Sin embargo mencionan que la riqueza de especies influye mucho en la composición y estructura de un bosque cuando es alterado (Tilman *et al.*, 1997, Risser 1995).

La riqueza de especies en latizal alto no muestra diferencia significativa entre bosque aprovechado 2013, 2007 y testigo. Sin embargo para latizal bajo sí hay diferencias significativas, donde la mayor riqueza está en el área aprovechada 2013, seguida del área aprovechada 2007 y por último el testigo. Según las curvas de rarefacción, la diversidad incrementa conforme aumentan las áreas de muestreos, mostrando mayor diversidad en el año

de aprovechamiento 2013, seguido por 2007 y por último el testigo. Otros autores encontraron mayor diversidad en áreas recientemente aprovechadas.

La presencia de mayor riqueza de especies en latizales y brinzales en áreas aprovechadas indica que estas especies pioneras o invasoras no tienen ninguna dificultad debido a la presencia de luz en los claros abiertos productos de los aprovechamientos forestales. Estos alcanzan precozmente el estadio reproductivo y son dispersados por el viento o animales (Lamprecht 1990; Bergstedt y Milberg 2000).

En brinzales se observan diferencias significativas ($p=0,0215$), solo en ejidos de Mal Paso entre los tratamientos del aprovechamiento 2013 y sin diferencia entre 2007 y el testigo.

Las abundantes especies como *Quercus sp.* (Nahed *et al.*, 1997; Pineda, 2007 y Hajer *et al.*, 2004), *Arbutus xalapensis* (Hajer *et al.* 2004), *Pinus sp* (Nahed *et al.*, 1997) y *Quercus segoviensis* (Jimenez-Ferrer *et.al.* 2007) son también importantes fuentes de alimento para los animales silvestres que cohabitan en los bosque de pino.

4.4.- Relación de las variables de hábitat con los tratamientos en las áreas de estudio

Para determinar estadísticamente las diferencias significativas entre las variables de hábitat por tratamiento, se realizó análisis de varianza entre los tratamientos.

En ejidos de Yamaranguila el porcentaje de cobertura mostró diferencias significativas entre los tratamientos, presentan mayor porcentaje de cobertura en el bosque testigo, seguido del bosque aprovechado 2007 y el bosque aprovechado 2013. En altitud se observó diferencias significativas entre los tratamientos, el bosque aprovechado 2013 presentó mayor altitud, en comparación del bosque aprovechado 2007 y el bosque testigo que no difieren entre sí. La variable dependiente no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 28).

Cuadro 28. Valores promedios y error estándar para las variables ambientales en tres tratamientos en ejidos de Yamaranguila. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Variable	Aprovechado 2013	Aprovechado 2007	Bosque Testigo	Pr>F
Altitud	1908,4±9,86 a	1796±9,86 b	1789,1± 1 b	0,0001
Pendiente	24,7 ± 5,04	25,4 ± 1,83	23,1± 3,4	0,8396
% de cobertura	71,39±2,49 b	77,61±2,39 b	84 ± 0,96 a	0,0001

En ejidos de Mal Paso el porcentaje de cobertura demuestra diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0,0001$), el bosque aprovechado 2013 presenta menor porcentaje de cobertura, en comparación del bosque aprovechado 2007 y el bosque testigo que no difieren entre sí (Cuadro 29). En la altitud y pendiente presentaron diferencias significativas ($p=0,0001$), donde el bosque aprovechado 2007 tiene mayor altitud, en comparación con el bosque aprovechado 2013 y el bosque testigo no difiriendo entre sí (Cuadro 29).

En pendiente el ANAVA mostró diferencias significativas ($p=0,0007$), mostrando menor pendiente en bosque aprovechado 2013, en comparación con el bosque aprovechado 2007 y el bosque testigo que no difieren entre ellos. (Cuadro 29).

Cuadro 29. Valores promedios y error estándar para las variables ambientales en ejidos de Mal Paso. Prueba LSD Fisher. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p\leq 0,05$).

Variable	Aprovechado 2013	Aprovechado 2007	Bosque Testigo	Pr>F
Altitud	1441,4±8,51 b	1503,3±8,51 a	1463±8,97 b	0,0001
Pendiente	48,4 ± 3,52 b	64,8 ± 3,52 a	69,56±3,71 a	0,0007
% de cobertura	65,86±1,94 b	79,46±1,94 a	82,87±2,05 a	0,0001

Para detectar alguna condición ambiental que pudiera influir en la existencia de determinado tratamiento con la variable de hábitat, altitud, pendiente y los datos de composición, estructura, y diversidad, se realizó un análisis multivariado de componentes principales (Figura 28) con las variables donde el ANAVA presentaba diferencias significativas.

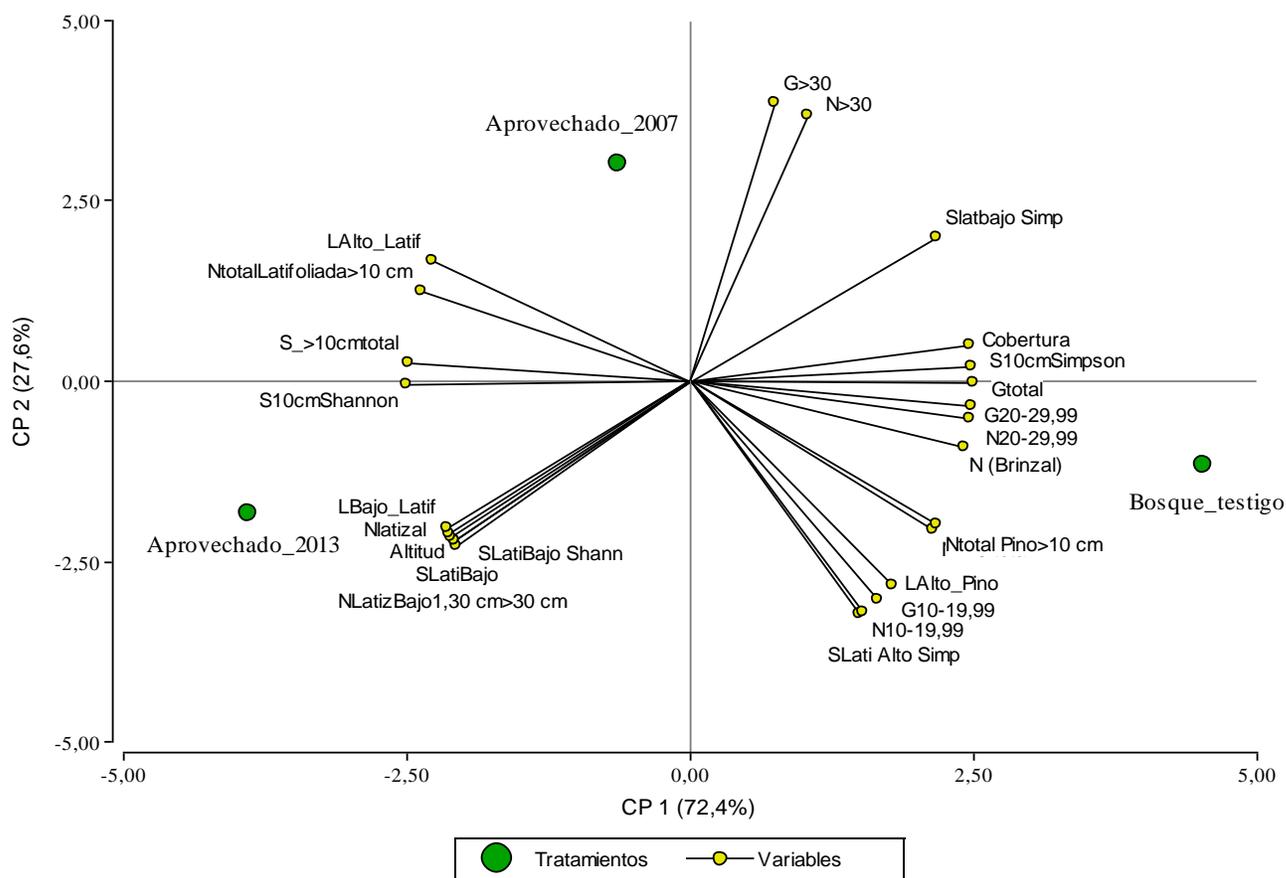


Figura 28. Biplot obtenido mediante análisis de componentes principales de la relación que existe entre las variables ambientales, hábitat, composición, estructura y diversidad entre los tratamientos en parcelas de 500 m², 50 m², 16 m² en ejidos de Yamaranguila. Tratamientos: aprovechado_2013=bosque aprovechado 2013; aprovechado_2007=bosque aprovechado 2007; Bosque_testigo=bosque testigo. Variables de hábitat: altitud, % de cobertura. Variables de composición: Ntotal latifoliada >10 cm= número de individuos de latifoliadas mayor a 10 cm de dap, Ntotal Pino>10 cm= número de individuos de pino mayor a 10 cm de dap, LAto_Pino= número de individuos de latizal alto en pino, LAto_latif = número de individuos de latizal alto en latifoliada, LBajo_Lati=número de individuos en latizal bajo en latifoliada. Variables de estructura: Nlatizal= número de individuos en latizal, NLatizBajo 1,30 cm>30 cm=número de individuos en latizal bajo <1,3 m de altura >30 cm de altura de la planta, N10-19,99=número de individuos en diámetro de 10-19,99, N20-29,99=número de individuos diámetros de 20-29,99, N>30 = número de individuos mayores a 30 cm de dap.; G10-19,99=Área basal entre diámetros de 10-19,99 cm de dap., G20-29,99=Área basal entre diámetros de 20-29,99, G>30 = área basal entre diámetros mayores de 30 cm de dap.; Diversidad: S_10cmtotal=riqueza de especies en fustales mayor a 10 cm de dap, S10 cmShannon=diversidad de especies en fustales arriba de 10 cm de dap, SlatiBajo=riqueza de especies en latizal bajo, SLatiBajo Shann=diversidad de Shannon en latizal bajo, SLati Alto Simp=diversidad de Simpson en latizal alto, S10 cmSimpson=diversidad de Simpson en fustales arriba de 10 cm de dap.

Como puede observarse, el primer componente (CP1) separa los tratamientos del bosque aprovechado 2013 y bosque aprovechado 2007 con el bosque testigo. Por tanto, la mayor variabilidad entre los tres tratamientos se explica con estas variables. Las siguientes variables

están más asociadas con el bosque testigo: número de individuos en clases diamétrica de 10-19,99; 20-29,99; > 30 cm de dap, número de individuos total en área basal en fustales mayor a 10 cm de dap, área basal en clase diamétrica 10-19,99, 20-29,99, >30 cm de dap., número de individuos en brinzales, número de individuos en pino mayor a 10 cm de dap, número de individuos en latizal alto en pino, diversidad de Simpson en latizal alto, y cobertura. Las variables latizal bajo de latifoliada, número de individuos en latizal, altitud, diversidad de Shannon en latizal bajo, riqueza en latizal bajo y diversidad de Shannon en fustales están más asociadas al bosque aprovechado 2013, mientras latizal alto de latifoliada, número de individuos en fustales de latifoliadas, y riqueza en fustales están asociadas al bosque aprovechado 2007 (Figura 28).

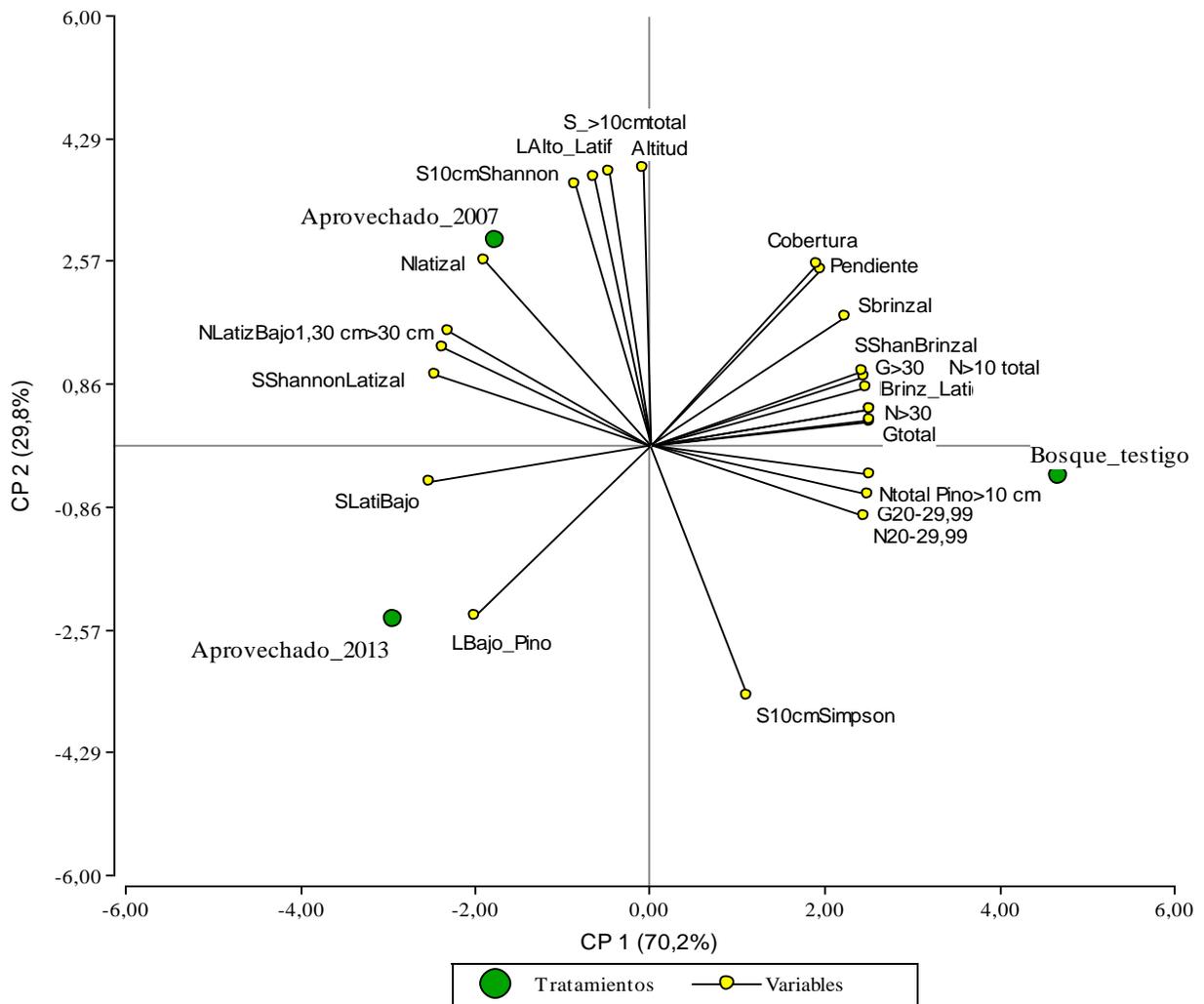


Figura 29. Biplot obtenido mediante análisis de componentes principales de la relación que existe entre las variables ambientales, hábitat, composición, estructura y diversidad entre los tratamientos en parcelas de 500 m², 50 m², 16 m² en ejidos de Mal Paso. Tratamientos: aprovechado_2013=bosque aprovechado 2013; aprovechado_2007=bosque aprovechado 2007; Bosque_testigo=bosque testigo. Variables de hábitat: altitud, % de cobertura, pendiente. Variables de composición: Ntotal latifoliada >10 cm= número de individuos de latifoliadas mayor a 10 cm dap, Ntotal Pino>10 cm= número de individuos de pino mayor a 10 cm de dap, Lalto_Pino= número de individuos de latizal alto en pino, Lalto_latif = número de individuos de latizal alto en latifoliada, LBajo_Lati=número de individuos en latizal bajo en latifoliada. Variables de estructura: Nlatizal= número de individuos en latizal, NLatizBajo 1,30 cm>30 cm=número de individuos en latizal bajo <1,3 m de altura >30 cm de altura de la planta, N10-19,99=número de individuos en diámetro de 10-19,99, N20-29,99=número de individuos diámetros de 20-29,99, N>30 = número de individuos mayores a 30 cm de dap.; G10-19,99=Área basal entre diámetros de 10-19,99 cm de dap., G20-29,99=Área basal entre diámetros de 20-29,99, G>30 = área basal entre diámetros mayores de 30 cm de dap.; Diversidad: S_10cmtotal=riqueza de especies en fustales mayor a 10 cm de dap, S10 cmShannon=diversidad de especies en fustales arriba de 10 cm de dap, SlatiBajo=riqueza de especies en latizal bajo, SLatBajo Shann=diversidad de Shannon en latizal bajo, SLat Alto Simp=diversidad de Simpson en latizal alto, S10 cmSimpson=diversidad de Simpson en fustales arriba de 10 cm de dap.

Como puede observarse, el primer componente (CP1) separa los tratamientos del bosque aprovechado 2013, bosque aprovechado 2007 con el bosque testigo. Por tanto, la mayor variabilidad entre los tres tratamientos se explica con estas variables. Las siguientes variables están más asociadas con el bosque testigo: número de individuos en clases diamétrica de 20-29,99; > 30 cm de dap, número de individuos, área basal 20-29,99, > 30 cm, número de individuos de pino en fustales, diversidad de Simpson en fustales, cobertura, pendiente, riqueza en brinzal, diversidad de Shannon en brinzal, y área basal total en fustales, cobertura. Riqueza en latizal bajo y número de individuos en latizal bajo en pino están más asociadas al bosque aprovechado 2013, mientras diversidad de Shannon en latizal, abundancia en latizal bajo, abundancia en latizal total, riqueza en fustales, latizal alto en latifoliada, y altitud están asociadas al bosque aprovechado 2007 (Figura 29).

La variable altitud es una variable que puede estar influyendo en la diversidad y composición de especies. Varios autores (Boyle 1996; Zacarías-Eslava y Castillo 2010) mencionan que la diferencia de altitud entre localidades crea un cambio de composición y estructura de la vegetación, así como influye en la distribución de comunidades (Escalante 2013). En ejidos de Mal Paso la altitud es alrededor de los 1500 msnm, sin embargo en ejidos de Yamaranguila es entre los 1800 msnm y tiene menos especies de *Quercus*, por tanto se asemeja a lo encontrado por Boyle (1996), Zacarías-Eslava y Castillo (2010) con disminución de encinos a mayor altitud tanto en género y especies. Quizás esto explica la dominancia encontrada de *P. oocarpa* en el testigo en ejidos de Yamaranguila, además el porcentaje de cobertura que presenta, realizando un cierre de cobertura a la edad de 20-30 años de edad. A esto hay que considerar los bosques en pendientes.

La variable de cobertura en los dos sitios presentó diferencias significativas entre tratamientos en cada sitio, por tanto es una variable de hábitat que influye en la regeneración. En sitios registrados en Yamaranguila con bastante cobertura de dosel la riqueza de especies disminuye, especialmente en el área testigo con una dominancia total de *P. oocarpa*; también la disminución de cobertura influye en la regeneración especialmente en mayor presencia de especies latifoliadas arbóreas. A todo esto hay que adicionarle el tratamiento silvicultural de corta final con reserva de árboles semilleros que se emplea en caso de ejidos de Yamaranguila, realizando la corta de 18 a 22 árboles/ha. Sin embargo, en raleo ARSE donde la corta es de

árboles jóvenes con la intención de hacer un mejoramiento del bosque es alrededor 150-200 árboles/ha (Ramos 2013). Esta variable explicaría el caso de plantas leñosas con menor número de especies a comparación de ejidos de Mal Paso. Este resultado se asemeja a lo dicho por Brosfoske *et al.* (2001), que mencionan que en un bosque donde se encuentran árboles maduros o sobremaduros, para evitar la competencia intraespecífica los diámetros de apertura de copa deberían ser > 40 m para que se mantenga el nivel de supervivencia de las plántulas (Brockway y Outcalt 1998), con el fin de obtener altos niveles de luz que coadyuvan al proceso de regeneración (Park 2001).

Otro factor que podría estar incidiendo pero no evaluado es el cambio climático, que podría tender incidencia en los bosques en varios aspectos como: el crecimiento, la sanidad de los árboles (plagas), características del bosque, estructura, distribución, composición (Dale *et al.* 2001; Gómez-Mendoza y Arriaga 2007), fenología (Gordo y Sanz 2005), la disponibilidad de humedad en los bosque (Mortsch 2006; FAO 2009). Los más afectados se observarán en plántulas en proceso de regeneración a diferencia de los árboles.

5.- Conclusión

Como resultado del levantamiento de datos se registró un total de 44 especies de 19 familias en el bosque ejidal de Yamaranguila, y 48 especies de 19 familias en el bosque ejidal de Mal Paso, San Marcos de Sierra. Las familias más importantes fueron: Pinaceae, Fagaceae, Clethraceae, Dennastideae y otros. En el conglomerado se identificaron dos tipos de bosque en cuanto a composición, abundancia y área basal: uno con una dominancia arriba del 75% presente generalmente en parcelas de ejidos de Yamaranguila y el otro entre 60% a 75% de *P. oocarpa*, generalmente presente en parcelas de ejidos de Mal Paso, lo cual incide en la composición, estructura y diversidad.

Los tratamientos silviculturales evaluados constataron que el aprovechamiento forestal influye en la composición, la estructura y la diversidad del bosque. En composición y estructura reduce el número de individuos y el área basal de pinaceae, aumenta el número de individuos y el área basal de latifoliados, los aprovechamientos forestales reducen la cobertura del bosque, observado especialmente en el bosque aprovechado en 2013 en los dos sitios. El aprovechamiento aumenta la riqueza y diversidad de especies.

Realizar comparaciones entre los sitios de ejidos de Yamaranguila y ejidos de Mal Paso es equívoco tomando en cuenta el número de individuos, áreas basales, debido a las diferencias observadas, como los tipos de bosque encontrados, porcentaje de cobertura, tratamientos silviculturales desarrollados.

Los tratamientos silviculturales empleados en los dos ejidos persiguen objetivos diferentes: a) La corta final busca la regeneración de los árboles de pino ya establecidos en el bosque, donde se tengan excelentes características fenotípicas para el proceso de renovación de árboles del rodal para la siguiente generación. El diámetro mínimo de corta en este es de 30 cm dap, cuya madera es destinada para aserrío, y que sean fenotípicamente buenos. b) El tratamiento de raleo ARSE busca acelerar el crecimiento y dejar los mejores árboles en pinos jóvenes y pinos medios (P0 y P1) con un diámetro mínimo de corta mayor a 10 cm dap.

La regeneración de *P. oocarpa* en ejidos de Mal Paso con el tratamiento silvicultural Raleo ARSE está siendo bajo, con alta regeneración de latifoliadas. En ejidos de

Yamaranguila observado en bosque aprovechado 2007, las causas en baja regeneración de *P. oocarpa* pueden estar influidas por la presencia de ganado vacuno que endurece el suelo e impide la germinación de las semillas dentro de las áreas aprovechadas.

6.- Recomendaciones

Se sugiere realizar una evaluación de regeneración en época lluviosa (octubre a enero), para ver el proceso de regeneración de brinzales de *P. oocarpa* en los bosques de ejidos de Yamaranguila y ejidos de Mal Paso de San Marcos de Sierra, y corroborar los resultados encontrados en este estudio.

Es necesario que instituciones académicas con apoyo de la corporación municipal y el ICF deberían realizar evaluaciones periódicas mediante parcelas permanentes de muestreo, para observar el cambio (número de individuos, áreas basales) de los bosques de pinares, especialmente en bosques ralos, y bosques mixtos. Si es posible, evaluar el crecimiento diamétrico mediante anillos de crecimiento, así observar si hay recambio de especies al generar claros que inciden en la regeneración de especies en los aprovechamientos forestales; además del impacto del ganado vacuno si efectivamente está incidiendo en la regeneración de *P. oocarpa*. De esta manera, fortalecer el manejo forestal y que sea sustentable a través del tiempo.

Mejorar el sistema de control y fiscalización por parte del ICF y la corporación municipal en los aprovechamientos forestales cuando es realizado por las cooperativas agroforestales. Especialmente con el método de Raleo ARSE, si efectivamente este método está cumpliendo con los objetivos para los cuales fue diseñado inicialmente para obtener mejores rendimientos, como es el de obtener mejores árboles para la corta final. Lo anterior porque en la actualidad la evaluación en campo es realizada por las cooperativas y después aprobada por el ICF, donde el acompañamiento es invisible por la falta de personal.

7.- Referencias bibliográficas

- AFE- COHDEFOR. 1997. Manual de evaluación de regeneración y plantaciones en bosque de pino. Tegucigalpa, Honduras. 18 p.
- Alvarado, M.; Juergens, G.A. 2013. Guía de Silvicultura: Analisis y prescripción de compartimientos en planes de manejo con fines de silvicultura y manejo forestal. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. Honduras. 91 p.
- Arriaga, E.R. 2007. Impactos inmediatos a la diversidad florística después de un aprovechamiento forestal en *Pinus oocarpa* en la ribera de los ríos, a diferentes distanciamientos y rangos de pendiente en serie de suelo de cocona. Tesis de Licenciatura. Honduras. 76 p.
- Avila, Z (ed.). s/f. Catálogo de plantas vasculares de Honduras. Esnacifor. 1151 – 1372 p.
- Bergstedt, J.; Milberg, P. 2001. The impact of logging intensity on field-layer vegetation in Swedish boreal forests. *Forest Ecology and Management* 154(1): 105-115. Disponible en <https://people.ifm.liu.se/permi/PlantEcology/ForEcolMgm01.pdf>.
- Bonilla, M.; Valdez, L.; Martínez, L.W. 2009. Regeneración natural de *Pinus tropicales* Morelet y vegetación asociada después de un incendio. *Universidad Federal de Lavras. Brasil* 15(2): 215-220.
- Boyle, B.L. 1996. Changes on altitudinal and latitudinal gradients in neotropical montane forests. Washington University, 1996. Division of Biology and Biomedical Sciences. Disponible en http://www.salvias.net/Documents/boyle_1996_thesis.pdf
- Brockway, D.G.; W. Outcalt, K. 1998. Gap-phase regeneration in longleaf pine wiregrass ecosystems. *Forest Ecology and Management* 106(2): 125-139. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112797003083>

- Brosofske, K.; Chen, J.; Crow, T.R. 2001. Understory vegetation and site factors: implications for a managed Wisconsin landscape. *Forest Ecology and Management* 146(1): 75-87. Disponible en http://research.eeescience.utoledo.edu/lees/papers_PDF/Brosofske_2001_ForEcolManagement.pdf
- Buckland, S.T.; Studeny, A.C.; Magurran, A.E.; Newson, S.T. 2011. Biodiversity monitoring: the relevance of detectability. En: Magurran, A.E.; McGill, B.J. (eds.). *Biological Diversity frontiers in measurements and assessment*. Oxford University Press. Estados Unidos. 25-36 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2013. Caracterización preliminar de la producción, transformación y comercialización de madera de pino de los bosques naturales del departamento de Intibuca, Honduras, Cooperativa El Palisal y Cooperativa Guirampuque. Proyecto Finnfor. 33 p.
- Cemapif, Procafor, 1999. Manual Técnico Manejo, aprovechamiento y pequeña industria forestal. Centro de Manejo, Aprovechamiento y Pequeña Industria Forestal (CEMAPIF), Programa Regional Forestal para Centroamérica (PROCAFOR). Honduras. 524 p.
- Corano, R.; Juergens, G.; Rodas, O. 2013. Manual de Evaluación de la Regeneración Natural y Plantaciones en Bosques de Pino. Instituto Nacional y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal. Honduras. 34 p.
- Camacho, O. 1997. Análisis del Impacto de un Aprovechamiento Forestal en el Bosque Seco Sub-tropical de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico 57. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.

- Camacho, M.; Finegan, B. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial. Centro Agronómico Trópico de Investigación y Enseñanza (Serie técnica/CATIE). 54 p.
- Castelán-Lorenzo, M.; Arteaga-Martínez, B. 2009. Establecimiento de regeneración de *Pinus patula* Schl. et Cham., en cortas bajo el método árboles padres. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente 15(1): 49-57. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v15n1/v15n1a6.pdf>
- Clewell, A.F. 1973. Floristic composition of the stand of *Pinus oocarpa* in Honduras. Biotropica, 5(3): 175-182. <http://www.jstor.org/stable/2989810>
- Coronado, S.F. 1997. Determinación de índices de sitio para *Pinus oocarpa* Schiede en dos localidades del departamento de Chiquimula. Tesis de Lic. Ing. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 53 p.
- Chirinos, J.R. 1992. Los raleos en pinares. Corporación hondureña de desarrollo forestal (Codhefor). Serie manual técnico Nro 6. Siguatepeque, Honduras. 60 p.
- Chizmar, C. 2009. Plantas comestibles de Centroamérica. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO). Costa Rica. 355 p.
- Chung, D.J. 1996. Konkurrenzverhältnisse und Struktur natürlicher *Pinus densiflora-Quercus variabilis* Mischwalder in Korea. Diss Fak. F. Forstw u. Waldökologie, Universität Göttingen.
- Crown, T.R.; Buckley, D.S.; Nauertz, E.A.; Zasada, J.C. 2002. Effects of management on the composition and structure of Northern hardwood forest in Upper Michigan. Forest Science 48(1):129-145.

- Dalling, J.W. 2002. Ecología de Semillas. In: Guariguata, M.R.; Kattan, G.H. eds. 2002. Ecología y conservación de Bosques neotropicales Editorial LUR. GTZ. Costa Rica. 691 p.
- Dale, V.H.; Joyce, L.A.; McNulty, S.; Neilson, R.P.; Ayres, M.P.; Flannigan, M.D.; Hanson, P.J.; Irland, L.C.; Lugo, A.E.; Peterson, C.J. 2001. Climate Change and Forest Disturbances: Climate change can affect forests by altering the frequency, intensity, duration, and timing of fire, drought, introduced species, insect and pathogen outbreaks, hurricanes, windstorms, ice storms, or landslides. *BioScience* 51(9): 723-734. Disponible en http://flux.aos.wisc.edu/~adesai/documents/macrosys_papers-ankur/disturbance/Dale-Bioscience-Climatedisturbance.pdf
- Daniel, T.W.; Helms, J.A.; Backer, F.S. 1982. Principios de Silvicultura. México, McGraw-Hill. 492 p.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. 2008. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Dolling, A.H. 1996. Interference of bracken (*Pteridium aquilinum* L. Kunze) with scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and norway spruce (*Picea abies* L. Karst) seedling establishment. *Forest Ecology and Management*. 88(3): 227-235.
- Ferreira, O. 1998. Estudio de regeneración natural en *Pinus oocarpa*. En: Tatascan: *Perymenium strigillosum*. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. 10(1):27-39.
- Fondo de Organization Alimentaria (FAO). 2009. Los impactos del cambio climático en la sanidad forestal. FAO. 90 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2008. Manejo Forestal Sostenible. Vigésima Quinta Reunión. Ecuador. 4 p.

- García, N. 2007. Esquema del plan estratégico territorial de la mancomunidad de los municipios del centro de Intibuca, Honduras. Tesis de M.Sc. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. 36 p.
- Gómez-Mendoza, L.; Arriaga, L. 2007. Modeling the effect of climate change on the distribution of oak and pine species of Mexico. *Conservation Biology* 21(6): 1545-1555.
- Gordo, O.; Sanz, J.J. 2005. Phenology and climate change: a long-term study in a Mediterranean locality. *Oecologia* 146(3): 484-495.
- Groothousen, C., Rivera, S. 2001. El efecto de los raleos en el volumen maderable de un bosque de *Pinus oocarpa*, departamento El Paraíso, Honduras. En: Tatascan: *Perymenium strigillosum*. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. 13(2): 53-58.
- Hajer, A.; López, S.; Chermiti, A. 2004. Nutritional Characterization of Some mediterranean Forestry Resources. Proceedings of the International Congress on Silvopastoralism and Sustainable Management. España. 137-139.
- Hartman, J.P.; Buckley, S.D.; Sharik, T.L. 2005. Differential success of oak and red maple regeneration in oak and pine stands on intermediate-quality sites in northern lower Michigan. *Forest ecology and management* 216: 77-90.
- Hernández, O. 1984. Los pinos de Honduras. Manual para identificación de campo. Esnacifor-Cohdefor. Siguatepeque, Honduras. 20 p.
- Hernández, I. 2007. Cambio en la estructura y composición del bosque bajo dos tratamientos silviculturales en comunidad de Capulálpam de Méndez, Ixtlan, Oaxaca, México. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 90 p.

- Hernández, M.; Ferreira, O.; Galeano, D. 2005. Crecimiento de *Quercus sapotifolia* en un bosque natural del Municipio de Cabañas, La Paz, Honduras. En: Tatascan: *Perymenium strigillosum*. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. 17(2): 76 - 90.
- Howell, B.E.; Mathiasen, R.L. 2004. Growth impacts of *Psittacanthus angustifolius* Kuijt on *Pinus oocarpa* Schiede in Honduras. *Forest Ecology and Management*. 198:75-88.
- Hubbell, S.P. 2001. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton Univ Dept of Art. 32 p.
- Hudson, J.M.; Guevara, J.; Rodríguez, W. 1981. Diseminación natural de semillas de *Pinus oocarpa* en Honduras e implicaciones para la regeneración natural. Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR). Honduras. 13 p.
- Instituto de Conservación Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre. 2008. Manual de Normas Técnicas para la Implementación y Seguimiento de Proceso de Asignación de Áreas Forestales con fines de Aplicación de la Forestarías Comunitaria en Bosques Públicos Hondureños. Honduras. 26 p.
- Instituto Nacional de Conservación y desarrollo forestal de áreas protegidas y Vida Silvestre. 2011. Manual de Lineamientos y normas para un mejor manejo forestal. Departamento de manejo y desarrollo forestal. Tegucigalpa. Honduras. 164 p.
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre. 2014. Anuario estadístico forestal 2013. REDD/CCAD-GIZ. Unidad de estadísticas. Centro de Información y Patrimonio Forestal (CPIF). Honduras. 118 p.
- Instituto Nacional de Conservación y desarrollo forestal de áreas protegidas y Vida Silvestre. 2014. Manual de evaluación y regeneración natural de plantaciones en bosques de Pino. Departamento de manejo y desarrollo forestal. Tegucigalpa. Honduras. 67 p.

- Jimenez-Ferrer, G.; Perez-Lopez, H.; Soto-Pinto, L.; Nahed-Toral, J. Hernández-Lopez, L.; Carmona, J. 2007. Livestock, nutritive value and local knowledge of fodder trees in fragment landscapes in Chiapas, Mexico. *Interscencia*. Mexico. 32(4): 274-280. <http://www.scielo.org.ve/pdf/inci/v32n4/art14.pdf>
- Juárez-Martínez, A.; Rodríguez-Trejo, D.A. 2003. Efecto de los incendios forestales en la regeneración de *Pinus oocarpa* vs. *Ochoterenae*. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 9(2): 125-130.
- Kees Van, D.; Savenije, H. 2008. Hacia estrategias nacionales de financiamiento para el manejo forestal sostenible en América Latina: Síntesis del estado actual y experiencias de algunos países. Documento de Trabajo sobre Política e Instituciones No. 21. FAO, Roma. 136 p.
- Lamprecht, H. 1986. *Silvicultura en los Trópicos*. Alemania. 335 p.
- Lawton, J.H. 1999. Are there general laws in ecology. *OIKOS* 84:177-192.
- Leps, J. & J. Stursa. 1989. Species-area curve, life history strategies, and succession: a field test of relationships. *Vegetation* 83: 249-257.
- Louman, B. 2001. Levantamiento de Información y toma de decisiones. En: Louman, B.; Valerio, J.; Jiménez, W. (eds.). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 177-228 p.
- Louman, B.; Juvenal, V.; Jiménez W. 2001. Bases Ecológicas. En: Louman, B.; Valerio, J.; Jiménez, W. (eds.). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 21-78 p.
- Lamprecht, H. 1986. *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Alemania. 335 p.

- Louman, B. 2001. Levantamiento de Información y toma de decisiones. En: Louman, B.; Valerio, J.; Jiménez, W. (eds.). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 177-228 p.
- Louman, B.; Valerio, J.; Jiménez, W. Bases Ecológicas. 2001. En: Louman, B.; Valerio, J.; Jiménez, W. (eds.). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 177-228 p.
- Louman, B. 2001. Sistemas Silviculturales. En: Louman, B.; Valerio, J.; Jiménez, W. (eds.). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 177-228 p.
- Louman, B.; García-Fernandez, C.; Ehringhaus, C.; Salazar, M.; Villacres, D. 2008. Capacidades técnicas y desafíos del manejo forestal comunitario. En: Sabogal, C.; De Jong, W.; Pokorny, B.; Louman B. (eds.). Manejo Forestal Comunitario en América Latina. Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro. Centro para la Investigación Forestal (CIFOR). Indonesia. 293 p.
- Magurran, A.E.; McGill, B.J. (eds.). 2011. Biological diversity: frontiers in measurements and assessment. Oxford University Press. United States. 345 p.
- Martínez, P.; Guerra, L.; Pascual, C. 2006. ¿Deben tratarse los pinares de *Pinus oocarpa* como masas irregulares en lugar de cortas a hecho? En: Tatascan: *Perymenium strigillosum*. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. 18(2): 25-40.
- Milberg, P.; Andersson, L.; Thompson, K. 2010. Large seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. Seed Science Research. 10(1): 99-104.
- Moreno, E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

- Molina, M. 1998. Técnicas de Raleo en Bosque de Pino. Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR). Siguatepeque, Honduras. 52 p.
- Mostacedo, B.; Fredericksen, T.S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- Mostacedo, B.; Peña-Claras, B.M.; Alarcón, A., Licona, J.C.; Ohlson-Kiehn, C.; Fredericksen, T.S.; Putz, F.E.; Blate, G. 2006. Daños al bosque bajo diferentes sistemas silviculturales e intensidades de aprovechamiento forestal en dos bosques tropicales de Bolivia. Documento Técnico No 1. Instituto Boliviano de Investigación Forestal. Santa Cruz, Bolivia. 32 p.
- Neumann, M.; Starlinger, F. 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forest. *Forest Ecology and Management* 145(1): 91-106.
- Naciones Unidas. 2012. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio Informe de 2013. Estados Unidos. 62 p.
- Nahed, J.; Villafuerte, L.; Grande, D.; Pérez-Gil, F.; Alemán, T.; Carmona, J. 1997. Fodder shrub and tree species in the highlands of southern Mexico. *Anim. Feed Sci. Tech.* 68:213-223.
- Orozco, L. (ed.) 2004. Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Serie Técnica. Manual Técnico/CATIE; No 56. 315 p.
- Orozco, L.; Brumér, C.; Quirós, D. (eds.). 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Serie Técnica, Manual técnico No 63. Costa Rica. 442 p.
- Park, A.D. 2001. Environmental influences on post-harvest natural regeneration in Mexican pine-oak forest. *Forest Ecology and Management* 144: 213-228.

- Pereira, L.F.; Nájera, A.; Chapas, J.D. 2010. Criterios, parámetros y recomendaciones de manejo forestal para la eco región pino-encino de Mesoamérica. Alianza para la conservación de los bosques pino-encino de Mesoamérica. Honduras. 22 p.
- Paiz, R. 1994. Factores que afectan la regeneración natural de *Pinus oocarpa* Schiedt en un bosque seco de la Brea, Guatemala. Tesis de Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 122 p.
- Pineda, D.E. 2006. Ejidos de Mal Paso. Plan de Manejo Forestal Quinquenio 2007-2011. Municipio de San Marcos de Sierra. 115 p.
- Pineda, D.E. 2007. Ejidos de Mal Paso. Plan Operativo Anual 2007. Municipio de San Marcos de Sierra. 90 p.
- Ramos, A. 2013. Ejidos de Mal Paso, Plan Operativo 2013. Municipio de San Marcos de Sierra. 86 p.
- Ramírez, R. 2006. Efectos de la aplicación de dos métodos de regeneración sobre la estructura, diversidad y composición de un bosque de pino-encino en la Sierra Juárez de Oaxaca, México. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 86 p.
- San Martín, V.A. 2007. Ejidos de Yamaranguila. Plan de Manejo Quinquenio 2007-2012. Municipio de Yamaranguila. 135 p.
- Sabogal, C., De Jong, W.; Pokorny, B.; Louman, B. (eds.). 2008. Manejo Forestal Comunitario en América Latina. Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro. CIFOR. Indonesia. 294 p.
- Savage, M. 1991. Structural dynamics of a Southwestern pine forest under chronic human influence. *Annals of the Association of American Geographers*. 81(2): 271-289.
<http://www.jstor.org/stable/2563304?origin=JSTOR-pdf>

- Stevens, W.E.; Ulloa, C.; Pool, A.; Montiel M. 2001. Flora de Nicaragua introducción gimnosperma (Acanthaceae - Euphorbiaceae). Tomo I. Missouri botanical garden. USA. 1 - 943 p.
- Stevens, W.E.; Ulloa, C.; Pool, A.; Montiel M. 2001. Flora de Nicaragua angiospermas (Fabaceae-Oxiladaceae). Tomo II. Missouri botanical garden. USA. 945-1910 p.
- Stevens, W.E.; Ulloa, C.; Pool, A.; Montiel M. 2001. Flora de Nicaragua angiospermas (Pandanaeae - Zygophillaceae). Tomo III. Missouri botanical garden. USA. 1911-2666 p.
- Tadeo, E. 2006. Ejidos de Yamaranguila. Plan Operativo Anual 2006-2007. Municipio Yamaranguila 70 p.
- Técnica Informática Aplicada S.A. (TIASA). 2003. Programa de manejo forestal para la Comunidad de Ixtlán de Juárez, Oax. México. 231 p.
- Tilman, D.; Knops, J.; Wedin, D.; Reich, P.; Ritchie, M.; Seimann, E.; 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes". Science, 277: 1300-1302.
- The Nature Conservancy, Fundación Defensores de la Naturaleza, Alianza para la Conservación de Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica. 2009. Sistematización de Experiencias de Manejo de Forestal y del Fuego en los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica. The Nature Conservancy/Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala, 97 pp.
- Villaseñor, J.L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Boletín de la sociedad Botánica de México. 75(1): 105-135.

- Wolffsohn, A. 1982. Estudios silviculturales de *Pinus oocarpa* schiede en la República de Honduras. Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal. Honduras. 55 p.
- Zacarías-Eslava, Y.; Castillo, R.F. 2010. Comunidades vegetales templadas de la Sierra Juárez, Oaxaca: pisos altitudinales y sus posibles implicaciones ante el cambio climático. Boletín de la Sociedad Botánica de México (87): 13-28. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/bsbm/n87/n87a2.pdf>
- Zamora, D. 2005. Rendimiento del bosque productivo de *Pinus oocarpa* Schiede mediante parcelas de muestreo permanente. Tesis de Lic. Ing. For. Siguatepeque, Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 118 p.
- Zimmerman, R.C. 1992. Impactos Ambientales de las actividades forestales FAO. Guía FAO conservación No 7, 80 p. Italia, Roma.
- Zonneveld, M.; Jarvis, A.; Dvorak, W.; Lema G.; Leibing, C. 2009. Climate change impact predictions on *Pinus patula* and *Pinus tecumanii* populations in Mexico and Central America. Forest Ecology and Management. 25: 1966-1976.

8.- Anexos

8.1.- Anexos 1.- Coordenadas geográficas, altitud y pendiente tomadas en campo, edad, índice de sitio y rodal datos del PM de los ejidos de Yamaranguila y Ejidos de Mal Paso de San Marcos de Sierra.

Ejidos de Yamaranguila (Corta Final)

2013							
Parcela	X	Y	Altitud	Pendiente	Rodal	Edad	Índice de sitio
1	364518	1583311	1928	40	148	42	V
2	364549	1583362	1935	4	148	42	V
3	364550	1583415	1933	4	148	42	V
4	364449	1583424	1924	12	148	42	V
5	364471	1583461	1930	20	148	42	V
6	360693	1584755	1871	39	194	45	V
7	360696	1584702	1871	33	194	45	V
8	361316	1584426	1901	39	190,1	45	V
9	361365	1584450	1906	44	190,1	45	V
10	361425	1584500	1885	12	190,1	45	V
2007							
1	366772	1581853	1817	33	7,1	55	V
2	366821	1581791	1847	19	7,1	55	V
3	366854	1581827	1827	26	7,1	55	V
4	366768	1581714	1833	20	7,1	55	V
5	366798	1581742	1830	24	7,1	55	V
6	367928	1572830	1707	21	204,0	39	V
7	367971	1572916	1768	28	204,0	39	V
8	368004	1572955	1769	29	204,0	39	V
9	367892	1572808	1804	36	204,0	39	V
10	368039	1572993	1760	20	204,0	39	V
Testigo							
1	361694	1580182	1799	14	116	22	V
2	361687	1580224	1805	19	116	22	V
3	361686	1580277	1804	29	116	22	V
4	361686	1580322	1792	16	116	22	V
5	361690	1580369	1790	32	116	22	V
6	361594	1580632	1790	20	99	48	V
7	361338	1579621	1761	8	120	48	V
8	361311	1579777	1798	30	115	24	V
9	361401	1579714	1763	40	115	24	V

Ejidos de Mal Paso (Raleo ARSE)

2013							
Parcela	X	Y	Altitud	Pendiente	Rodal	Edad	Índice de sitio
1	365409	1562547	1429	42	6	24	IV
2	365454	1562573	1450	50	6	24	IV
3	365493	1562545	1452	52	6	24	IV
4	365536	1562528	1481	44	6	24	IV
5	365582	1562515	1502	45	6	24	IV
6	365410	1562455	1425	68	6	24	IV
7	365411	1562504	1428	54	6	24	IV
8	365438	1562415	1431	42	6	24	IV
9	365431	1562369	1416	38	6	24	IV
10	365318	1562296	1400	49	3	24	IV
2007							
1	367087	1562856	1538	71	33	24	V
2	367042	1562836	1519	78	27	29,9	IV
3	366992	1562837	1525	37	33	29,9	IV
4	366945	1562841	1513	82	27	29,9	IV
5	366911	1562858	1488	65	27	29,9	IV
6	366880	1562899	1482	53	27	29,9	IV
7	366837	1562918	1495	66	27	29,9	IV
8	366798	1562948	1495	60	27	29,9	IV
9	366795	1562980	1484	65	27	29,9	IV
10	366835	1562939	1494	71	27	29,9	IV
Testigo							
1	367581	1564377	1428	68	60	29,9	IV
2	367595	1564323	1431	50	60	29,9	IV
3	367572	1564033	1470	52	59	29,9	IV
4	367694	1564294	1453	71	94	29,9	IV
5	367718	1564311	1529	70	94	29,9	IV
6	367617	1564380	1453	79	60	29,9	IV
7	367624	1564330	1467	73	60	29,9	IV
8	367642	1564280	1461	82	60	29,9	IV
9	367644	1564233	1475	81	60	29,9	IV

8.2.- Anexos 2.- Contrastes ortogonales

Ejidos de Yamaranguila (Corta Final)			Ejidos de Mal Paso (Raleo ARSE)		
Testigo	Aprovechado 2007	Aprovechado 2013	Testigo	Aprovechado 2007	Aprovechado 2013
1	-1	0	1	-1	0
-1	0	1	-1	0	1
0	1	-1	0	1	-1