



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

Comparación del aprovechamiento y procesamiento de madera de bosque natural y de sistemas silvopastoriles de *Pinus oocarpa* y rentabilidad de fincas productoras en Yamaranguila, Intibucá, Honduras.

Tesis sometida a consideración por la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para optar por el grado de

***Magister Scientiae* en Agroforestería y Agricultura sostenible**

Wilson Francisco Guerra Arévalo

**Turrialba, Costa Rica
2016**

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 AGROFORESTERÍA Y AGRICULTURA SOSTENIBLE

FIRMANTES:



Guillermo Detlefsen, M.Sc.
Director de tesis



Diego Tobar, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Andrea Johnson, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano Programa de Posgrado



Wilson Francisco Guerra Arévalo
Candidato

División de Educación • Programa de Posgrado



LISTA DE ABREVIATURAS

B/C – Relación beneficio costo

dap – Diámetro a altura del pecho

ha – Hectárea (10.000 m²)

SAF – Sistema (s) agroforestal (es)

SSP – Sistema (s) silvopastoril (es)

TIR – Tasa interna de retorno

US\$ – Dólares estadounidenses (*United States dollar*)

VAN – Valor actual neto

m.s.n.m. – Metros sobre el nivel del mar

ha – Hectárea

km – Kilómetro

m – Metro

m² – Metro cuadrado

m³ – Metro cúbico

mm – Milímetros

DEDICATORIA

Muy especialmente, a la memoria de mi padre Wilson Guerra y al apoyo incondicional de mi madre Ana Arévalo.

A todos mis hermanos que confían en mí: Marcela, Anita, Dolly, Martha, Héctor y Juanito.

A mi amor Tatiana, por su enorme paciencia.

A todos mis compañeros de la Maestría de Agroforestería y Agricultura sostenible.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por darme la oportunidad de realizar mis estudios en la Maestría de Agroforestería y Agricultura Sostenible.

A Nelly Vásquez, mi Coordinadora de la maestría, por sus sabias orientaciones

A Guillermo Detlefsen, Diego Tobar, Andrea Johnson y Silvia Del Amo por ser de oportuna dirección en el presente trabajo.

Al equipo CATIE/Finnfor por el enorme apoyo brindado durante todo este tiempo en la fase académica y en el trabajo de campo para la tesis. A Edgar Maraví, Efraín Leguía, Carol Valverde, Guillermo Navarro, Noyli Pereyra, Lorena Orozco, Rodolfo Vieto y Geoffrey Venegas.

A los pobladores de la localidad de Yamaranguila: Señora María, Don Fausto, Don Rafael, Soraya, Toño, Evelio, Señora Suyapa, Adonai, Aquimix, Ángela, Don Modesto, Emma, Patricia, Laritza, entre muchos otros, quienes contribuyeron significativamente en el desarrollo del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido

LISTA DE ABREVIATURAS	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
Tabla de contenido	IV
PRIMERA PARTE: INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación.....	2
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. Preguntas de investigación	4
4. Revisión de literatura	5
4.1. Bosques Naturales de <i>Pinus oocarpa</i>	5
4.2. Bosques de <i>Pinus oocarpa</i> bajo pastoreo (SSP)	5
4.3. Costos de aprovechamiento de árboles de <i>Pinus oocarpa</i> bajo pastoreo (SSP).....	6
4.4. Mercado de la madera de <i>Pinus oocarpa</i>	7
4.5. Análisis financiero de la producción maderable	7
5. Resultados generales relevantes del presente estudio	8
6. Conclusiones generales relevantes del estudio.....	9
7. Bibliografía	10
SEGUNDA PARTE: ARTÍCULOS.....	13
ARTÍCULO I. Potencial de aprovechamiento y procesamiento de madera de pino (<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl) de bosque natural y de sistema silvopastoril en Yamaranguila, Honduras.	13

RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUCCIÓN	16
2. METODOLOGÍA	18
2.1. Ubicación del área de estudio.....	18
2.2. Tamaño de la muestra para medición de árboles de pino en pie	18
2.3. Intensidad y porcentaje de muestreo	20
2.4. Forma y tamaño de las parcelas	20
2.5. Variables evaluadas para la medición de árboles de pino en pie	21
2.6. Mediciones y evaluación en campo.....	21
2.7. Análisis de datos.....	22
2.8. Tamaño de la muestra, del número de árboles de pino por cortar.....	23
2.9. Intensidad y porcentaje de muestreo	24
2.10. Corta de los árboles.....	24
2.11. Variables evaluadas en el aserrío de pino	25
2.12. Mediciones y evaluaciones en troza:.....	25
2.13. Mediciones y evaluaciones en madera aserrada:.....	25
2.14. Análisis de datos en aserrío:.....	26
2.15. Análisis estadístico.....	27
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
3.1. Composición del bosque de Pinus oocarpa basado en el área basal, volumen en pie y cobertura en fustales; área basal y volumen en pie en latizales, y por la abundancia en brinzales	28
3.1.1. FUSTALES	28
3.1.1.1. Abundancia.....	28
3.1.1.2. Dominancia	29
3.1.1.3. Frecuencia	29

3.1.1.4.	IVI	29
3.1.1.5.	Área basal (m ² /ha)	29
3.1.1.6.	Volumen (m ³ /ha)	29
3.1.1.7.	Cobertura (%)	30
3.1.2.	LATIZALES	35
3.1.2.1.	Abundancia.....	35
3.1.2.2.	Dominancia	36
3.1.2.3.	Frecuencia	36
3.1.2.4.	IVI	36
3.1.2.5.	Área basal (m ² /ha)	36
3.1.2.6.	Volumen (m ³ /ha)	36
3.1.3.	BRINZALES	38
3.1.3.1.	Abundancia.....	38
3.2.	Análisis del aserrío primario de trozas de <i>Pinus oocarpa</i> , mediante equipo de corte Woodmizer, sobre las variables volumen troza, volumen madera aserrada, rendimiento, productividad, volumen de calidad A y volumen de calidad B.....	42
3.2.1.	Volumen troza (pt)	43
3.2.2.	Volumen de madera aserrada (pt)	43
3.2.3.	Rendimiento (%)	43
3.2.4.	Productividad (pt/h).....	45
3.2.5.	Volumen Calidad “A” (pt)	45
3.2.6.	Volumen Calidad “B” (pt).....	46
4.	CONCLUSIONES	46
5.	RECOMENDACIONES	48
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	49

ARTÍCULO II: Aporte financiero del componente maderable (<i>Pinus oocarpa</i> Schiede) y ganadero en bosque natural y sistema silvopastoril en Yamaranguila, Honduras	51
--	----

RESUMEN.....	51
ABSTRACT.....	52
1. INTRODUCCIÓN	53
2. METODOLOGÍA	54
2.1. Ubicación del área de estudio.....	54
2.2. Selección de las fincas ganaderas.....	55
2.3. Análisis financiero.....	56
2.3.1. Levantamiento de datos de campo	56
2.3.2. Indicadores financieros	56
2.3.3. Sistema silvopastoril de pino bajo pastoreo (incluye ganadería):	57
2.3.4. Bosque natural (no incluye ganadería):.....	57
2.3.5. Supuestos del modelo.....	57
2.3.6. Flujo de caja	58
2.3.7. Tasa de interés.....	58
2.3.8. Estimación de costos e ingresos	58
2.4. Análisis de sensibilidad.....	59
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
3.1. Aspectos biofísicos de las fincas de bosque natural y sistema silvopastoril	59
3.2. Costos e ingresos para la finca de bosque natural y el promedio para las fincas de sistema silvopastoril	61
3.3. Análisis financiero.....	62
3.4. Análisis de sensibilidad.....	63
4. CONCLUSIONES	64
5. RECOMENDACIONES	65
6. BIBLIOGRAFÍA.....	65
TERCERA PARTE: RECOMENDACIONES GENERALES	67

ANEXOS.....	68
Anexo 1. Formulario para el inventario de parcelas en el estrato brinzal para bosque natural y SSP en los bosques de pino en Yamaranguila, Intibucá, Honduras.....	68
Anexo 2. Formulario para el inventario de parcelas en el estrato latizal para bosque natural y SSP en los bosques de pino en Yamaranguila, Intibucá, Honduras.	69
Anexo 3. Formulario para el inventario de parcelas en el estrato fustal para bosque natural y SSP en los bosques de pino en Yamaranguila, Intibucá, Honduras.	70
Anexo 4. Formulario para el control de la producción y la calidad de la madera aserrada (BN y SSP) por turno de trabajo en la planta de transformación primaria de la Cooperativa Agroforestal El Palisal, Yamaranguila, Intibucá, Honduras.....	71
Anexo 5. Formulario de encuesta realizada a los productores de BN y SSP en el Municipio de Yamaranguila, Intibucá, Honduras.....	72
Anexo 6. Resumen de aserrío de madera con trozas provenientes de sistemas silvopastoriles, con el equipo Wood-mizer LT-15 en la Cooperativa Agroforestal El Palisal, Yamaranguila, Intibucá, Honduras.	83
Anexo 7. Resumen de aserrío de madera con trozas provenientes de Bosque natural, con el equipo Wood-mizer LT-15 en la Cooperativa Agroforestal El Palisal, Yamaranguila, Intibucá, Honduras.	

INDICE DE CUADROS

INTRODUCCIÓN GENERAL

Cuadro 1. Determinación de las preguntas de investigación e hipótesis.....	4
Cuadro 2. Costos de aprovechamiento es US\$/m ³ para diferentes escenarios de aprovechamiento de árboles maderables en fincas de Copán, Honduras.	6
Cuadro 3. Maquinarias de la Cooperativa El Palisal en Yamaranguila, Honduras.	7
Cuadro 4. Producción total de madera aserrada de <i>Pinus oocarpa</i> reportada por la Cooperativa Agro-forestal El Palisal, en Yamaranguila, Honduras.	7

ARTICULO I

Cuadro 1. Ubicación georreferenciada de 25 árboles a cortar para el aserrío en bosque natural en Yamaranguila, Honduras.....	24
Cuadro 2. Ubicación georreferenciada de 25 árboles a cortar para el aserrío en Sistema silvopastoril en Yamaranguila, Honduras.	25
Cuadro 1. Aspectos biofísicos de las fincas seleccionadas por tipo de bosque, para la evaluación del bosque en Yamaranguila, Honduras.....	28
Cuadro 2. Estructura del bosque natural “BN” y bosque de sistema silvopastoril “SSP” de <i>Pinus oocarpa</i> en FUSTAL.....	31
Cuadro 3. Estructura del bosque “BN” y “SSP” de <i>Pinus oocarpa</i> en LATIZAL.....	37
Cuadro 4. Estructura del bosque “BN” y “SSP” de <i>Pinus oocarpa</i> en BRINZAL.	39
Cuadro 5. Resumen general de variables de aserrío del <i>Pinus oocarpa</i>	42
Cuadro 6. Resultados estadísticos de las variables de aserrío del <i>Pinus oocarpa</i>	43

ARTICULO II

Cuadro 1. Aspectos biofísicos de las cinco fincas (finca 1: bosque natural; fincas 2, 3, 4 y 5: sistema silvopastoril) seleccionadas para el análisis financiero en Yamaranguila, Honduras.	60
--	----

Cuadro 2. Costos e ingresos por actividad productiva finca de bosque natural y promedio de fincas de SSP en Yamaranguila, Honduras.	61
Cuadro 3. Valores de los indicadores financieros por actividad productiva en bosque natural de pino versus el promedio de sistemas silvopastoriles con pino en Yamaranguila, Honduras.	62
Cuadro 4. Análisis de sensibilidad del VAN con diferentes tasas de descuento para bosque natural (BN) y promedio de fincas del sistema silvopastoril (SSP) Yamaranguila, Honduras.	63

INDICE DE FIGURAS

ARTICULO I

Figura 1. Área del Plan de Manejo, Municipio de Yamaranguila (Área sombreada en color rojo), Departamento de Intibucá, Honduras. Fuente: elaboración propia.	19
Figura 2. Tamaño de las parcelas (fustal) y subparcelas (latizal y brinzal)	21
Figura 1. Abundancia de los fustales en el Bosque natural (BN).	32
Figura 2. Dominancia de los fustales en el bosque natural (BN).....	33
Figura 3. Abundancia de los fustales en el Sistema silvopastoril (SSP).....	34
Figura 4. Dominancia de los fustales en el sistema silvopastoril (SSP).	35
Figura 5. Número de individuos de todas las especies por estratos del bosque.....	40
Figura 6. Comportamiento de los individuos de la especie <i>Pinus oocarpa</i> según estrato del bosque.	41
Figura 7. Comportamiento del rendimiento de madera por categoría diamétrica (Bosque natural)..	44
Figura 8. Comportamiento rendimiento de madera x categoría diamétrica (sistema silvopastoril). .	45

ARTICULO II

Figura 1. Ubicación del área de estudio en el Departamento de Intibucá, Honduras.	55
Figura 2. Comportamiento del VAN según la tasa de descuento por BN y SSP.	64

PRIMERA PARTE: INTRODUCCIÓN GENERAL

1. Introducción

1.1. Antecedentes

La superficie territorial de Honduras es de 112.492 km², de los cuales 97.868 km² (87%) son de vocación forestal (Chavarría 2010). El 63% (70.488 km²) de estas tierras está cubierto por bosques y el 37% (41.300 km²) está dedicado a otros usos, principalmente, ganadería y agricultura. Estas cifras muestran una clara tendencia al cambio de uso del suelo forestal al agropecuario. El bosque de pino representa el 17% del territorio nacional, de los cuales el 50% se encuentra en la región centro oriental, el 17% en la región centro occidental (Yamaranguila posee 11.384 ha), 12% en la región nor oriental, 12% en la región nor occidental, 8% en la región occidental y el 1% en la región sur. En la zona occidental del país, existe una fuerte conversión de bosques a usos agropecuarios, ganadería y café (Icf 2014).

La pérdida de superficie boscosa en Honduras ocurre a una tasa anual de 1,95% en sus principales ecosistemas forestales, que se componen de bosque de pino y latifoliado. El bosque de coníferas sufre mayor reducción con 2,7% anual, mientras que el bosque latifoliado solo disminuye en 1,2%. Esta diferencia se percibe en el aumento de la agricultura tradicional de subsistencia en áreas de laderas, incremento de la caficultura y la expansión de asentamientos tradicionales (Zelaya et al. 2007).

En la zona de Copán (ubicada al occidente de Honduras), Apaza (2011) identificó que la actividad forestal en los bosques naturales de *Pinus oocarpa* es uno de los pocos medios disponibles para generar ingresos. Además, mucha gente se dedica a la tala y comercialización ilegal de madera, debido a la falta de oportunidades de empleo. Los pobladores locales son fuente de mano de obra barata para las industrias forestales o limpian los terrenos por su propia cuenta para agricultura y ganadería. De esta forma, contribuyen a la alta presión que existe sobre los bosques naturales, con tendencia al cambio de uso de la tierra.

La madera de pino es la más demandada en el occidente de Honduras, donde el 76% de los productores la utiliza como su principal fuente de consumo al ser la especie maderable más abundante en la zona y, también, por la calidad y precio de su madera. Esta se usa para reparación o construcción de establos, corrales, viviendas, muebles, etc. (Pérez 2006). Una situación parecida ocurre en la localidad de Yamaranguila, donde abundan los bosques de pino en condición natural.

El potencial de producción de madera en fincas ganaderas, a partir del manejo de la regeneración natural, puede contribuir con la diversificación de ingresos e incrementar la rentabilidad de las fincas. En Honduras, algunos productores deciden manejar altas densidades de árboles en potreros para satisfacer sus necesidades de leña y postes muertos (principalmente para consumo doméstico). Por esta razón, es importante implementar el manejo silvicultural de los árboles en potreros para alcanzar una producción sostenible de madera y contribuir con la diversificación de ingresos de las fincas (Ibrahim et al. 2012).

El sistema silvopastoril (SSP) de bosque de pino bajo pastoreo es una práctica utilizada por los ejidatarios de la Cooperativa Agro-forestal El Palisal en algunas extensiones de bosque de pino natural. Esta permite el ingreso de ganado vacuno para el pastoreo de pasto nativo en el estrato bajo del bosque natural de pino (Pérez 2006). La influencia del pastoreo en aquellas áreas destinadas al

aprovechamiento de pino natural es, principalmente, afectar la regeneración natural circundante, así como la calidad y rectitud del fuste, crecimiento en altura y volumétrico.

El Plan de Manejo Forestal aprobado a la Municipalidad de Yamaranguila cuenta con una superficie de 9.816 ha, de las que 7.841 ha corresponden a bosque de pino natural bajo manejo y 1.975 ha a bosque de pino sin manejo (Icf 2009). Del área de pino, 3.818 ha están destinadas para protección de ríos y quebradas, y las restantes 4.023 ha son para ser intervenidas. El bosque sin manejo cuenta con área agrícola que cubre 897 ha de cultivos (granos básicos, hortalizas, café y fresas), 133 ha de bosques latifoliados cubiertos por “encino y roble” y 946 ha destinadas para otros usos, que corresponden a matorrales y ganadería extensiva mínima bajo bosque de pino (Icf 2014).

La Cooperativa Agroforestal el Palisal está compuesta por 52 ejidatarios. Esta constituye solo un grupo de la totalidad de ejidatarios existentes en la Municipalidad de Yamaranguila (Finnfor 2013), quienes trabajan bajo un sistema similar a forestería comunitaria. Este último consiste en una forma de manejo integral del bosque, que genera ingresos sin apartarse del balance entre el índice de desarrollo humano, capacitación técnica, aprovechamiento, manejo y protección. Además, busca la sostenibilidad económica y ecológica del bosque (Tadeo 2007).

El Plan de Manejo Forestal N° BE-CO-1016-0311-1998 fue autorizado a la Municipalidad de Yamaranguila (Icf 2009) por medio de Carta de entendimiento con la Cooperativa Agro-Forestal el Palisal. Se han formalizado relaciones para que ésta última realice el aprovechamiento por medio de Planes Operativos Anuales. El último Plan Operativo N° CO-0311-004-00646-2014 corresponde al XI POA (04 unidades de corta), donde se planificó realizar el tratamiento silvícola de Corte con Reserva de Árboles Semilleros y Raleo Arce, mediante la extracción de 2.795 m³ de madera en rollo y una tala de 6.549 árboles. Es importante destacar que el Plan Operativo N° XII (2015) se encuentra en proceso de elaboración para ser aprobado por del ICF.

La industria forestal hondureña es poco diversificada. El sector industrial primario está conformado por aserraderos que brindan poco valor agregado y, además, por una industria transformadora incipiente de productos con valor agregado. Los centros industriales del pino se encuentran en los Departamentos Francisco Morazán, Olancho y Yoro, principalmente, y en menor medida, se ubican en Comayagua y Cortés. La industria secundaria está concentrada en la ciudad San Pedro Sula (Zelaya *et al.* 2007).

Los municipios con mejores oportunidades de acceder a los recursos forestales y a los mercados son dueños de las tierras y tienen autonomía, a diferencia de las agrupaciones indígenas que están expuestas a los pagos por tasas a la Municipalidad o al Estado y a los vaivenes de un mercado que es oligopólico. Las agrupaciones forestales enfrentan precios muy bajos frente a los elevados costos de producción y están en una situación de insolvencia, pues carecen de medios de producción (Vallejo y Guillén 2006). Se ha identificado que, dentro de los costos de producción de las cooperativas, la mano de obra es el más elevado (Tadeo 2007). Esta situación que pone en desventaja económica a las agrupaciones conformadas por los ejidatarios.

1.2. Justificación

La Cooperativa Agro-Forestal el Palisal tuvo, en el primer semestre del año 2013, una producción de 15.000 pt de madera aserrada dimensionada, 12.500 pt de palillos y de 42 m³ de aserrín al mes. Asimismo, los productos que se comercializan en el Municipio de Yamaranguila son madera en troza, madera aserrada, madera en bloque, madera de grado, machimbre, palillos, muebles, aserrín,

carbón y leña (Finnfor 2013). Estas cifras evidencian la importancia de la comercialización de la madera en el municipio de Yamaranguila, Intibucá.

El aporte de la producción de madera en pie (bosques naturales de *Pinus oocarpa*) del Municipio de Yamaranguila es mínimo, si se compara con la escala nacional. Por ejemplo, la corta anual permisible nacional es de 855.905 m³; mientras que, en Yamaranguila, es de 5.152 m³; o sea, un 0,6% (Finnfor 2013). El área de manejo cuenta con bosques que crecen a una media de 3,2 millones m³/ha/año, los cuales se distribuyen en 45,6% en bosques maduros, 19,5% en bosques medianos, 25,4% en bosques jóvenes, 1,3% regeneración adecuada y 7,9% de baja productividad. Estos últimos resultados indican que el municipio no ha logrado alcanzar un verdadero manejo de los recursos naturales (Zúñiga 2009).

Los productos derivados del aprovechamiento de un bosque de pino natural son: madera en troza, madera aserrada, madera de palillos y madera de residuos (leña, capotes, aserrín, carbón, etc.). Al añadir el componente animal, se pueden conseguir ingresos adicionales por la comercialización de productos como leche, carne, terneros, servicios ambientales y otros. Estos beneficios pueden ayudar a consolidar el manejo sostenible de los bosques naturales de pino. Por tanto, es importante determinar, con base en la calidad del fuste y de la madera proveniente del área de manejo, si la madera de un bosque natural sin intervención de pastoreo es más productiva y rentable que la madera de un bosque bajo un sistema de pastoreo con ganado vacuno. Este resultado permitirá sugerir el escenario óptimo por adoptar en los bosques de pino para su aprovechamiento.

El Palisal se considera una empresa pequeña, con 52 socios. Destina su producción de madera aserrada al mercado local y vende la producción de palillos a otra empresa, que exporta este producto a Estados Unidos. En los mercados locales, los empresarios tienen un enfoque multifuncional (producción, transformación y distribución) y se orientan a consumidores de proximidad. Sin embargo, la globalización invade los mercados locales y obliga a muchos empresarios a salir al exterior para su supervivencia (Briz y De Felipe 2011).

El presente trabajo tiene como finalidad diagnosticar y comparar el aprovechamiento y procesamiento de la madera de bosque natural y de SSP de la Cooperativa Agro-forestal el Palisal. De esta forma, busca determinar la existencia de diferencias productivas y de rentabilidad entre la madera de bosque natural de pino y de SSP.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Comparar el aprovechamiento y procesamiento de madera proveniente de bosques naturales y de sistemas silvopastoriles de *Pinus oocarpa* en Yamaranguila, Intibucá, Honduras.

2.2. Objetivos específicos

- 1.** Diagnosticar y comparar el potencial de aprovechamiento y procesamiento de la madera de bosque natural y de un sistema silvopastoril, ambos con componente maderable de pino, en Yamaranguila.
- 2.** Comparar la rentabilidad de la producción de un bosque natural y de un sistema silvopastoril con pino en Yamaranguila.

3. Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación y las hipótesis del presente trabajo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Determinación de las preguntas de investigación e hipótesis.

Objetivos específicos	Preguntas de investigación	Hipótesis
<p>1. Diagnosticar y comparar el potencial de aprovechamiento y procesamiento de la madera de bosque natural y de un sistema silvopastoril, ambos con componente maderable de pino, en Yamaranguila.</p>	<p>¿El potencial maderable del bosque de pino y las características morfológicas de los árboles de un bosque natural son mayores que en SSP?</p>	<p>El potencial maderable del bosque de pino, las características morfológicas, el volumen en trozas, volumen de madera aserrada, productividad, rendimiento y calidad son mayores en un bosque natural que en un SSP.</p>
	<p>¿En el aserrío, la madera de un bosque natural es de mayor rendimiento, productividad y calidad que la proveniente de un SSP?</p>	
<p>2. Comparar la rentabilidad de la producción de un bosque natural y de sistema silvopastoril con pino en Yamaranguila</p>	<p>¿El sistema actual de producción de la madera de <i>Pinus oocarpa</i> es más rentable con madera de bosque natural que de un SSP?</p>	<p>Los resultados del análisis financiero relacionado al valor actual neto (VAN) y la relación beneficio/costo, determinan que la rentabilidad de madera y ganadería de un bosque natural es mayor que el de un SSP.</p>
	<p>¿Los costos e ingresos generados en el bosque natural son mayores que de un SSP?</p>	

4. Revisión de literatura

4.1. Bosques Naturales de *Pinus oocarpa*

Esta especie se extiende desde México hasta el noreste de Nicaragua. En Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador representa la especie dominante de los bosques de pino. Forma rodales puros en muchos sitios a lo largo de su rango natural, a menudo asociado con robles y otras especies de pino. Se encuentra a altitudes desde 200 a 2500 msnm y es considerado como árbol nacional en Honduras. Es una especie pionera que se adapta a diferentes tipos de suelo, erosionados e infértiles, delgados, arenosos, pedregosos y accidentados, de ácidos a neutros pero con buen drenaje. Su mayor desarrollo lo consigue en suelos profundos y donde la precipitación anual supera 1200 mm. La especie parece estar asociada a la ocurrencia de fuegos que, aparentemente, contribuyen a su establecimiento exitoso. Alcanza alturas de hasta 45 m y dap de hasta 1 m con fuste recto y cilíndrico, de copa irregular, de ramas finas y relativamente ralas. La corteza es de color rojizo oscuro a grisáceo (Cordero y Boshier 2003).

4.2. Bosques de *Pinus oocarpa* bajo pastoreo (SSP)

Los sistemas silvopastoriles (SSP) se componen de árboles, forrajes y ganado. Se desarrollan, generalmente, a partir de un predio en pastos o de un bosque al que se le incorporan forrajes. En este último caso, el bosque deberá permitir la entrada de luz solar para el crecimiento del forraje. Para que los SSP sean efectivos, se debe manejar de forma intensiva el forraje, el ganado y los árboles. Es de vital importancia que la cosecha de los árboles y la rotación de los pastos estén bien planificadas (Clason y Robinson 2000).

Las condiciones particulares de pendiente y disponibilidad de forraje influyen en el recorrido del ganado para el pastoreo. Cuando este último se encuentra en pendiente baja, distribuye su recorrido en descanso y pastoreo. Sin embargo, cuando el ganado visita la pendiente alta, lo hace solo para pastorear. Esta situación explica que el ganado pase más tiempo en lugares con mayor disponibilidad de rastrojo (García 2011).

En la localidad de Copán, muy próxima a la localidad donde se realizó este estudio, la distribución diamétrica de los árboles aprovechados en este tipo de bosques varía de 20 cm a 100 cm de dap, donde el 88% de los árboles aprovechados contaban con dap de 28 a 64 cm (Apaza 2011).

Respecto de los bosques con árboles dispersos de *Pinus oocarpa* bajo pastoreo (sistema silvopastoril), se encontró que los volúmenes comerciales pueden alcanzar hasta 104,97 m³/ha. Esta cifra demuestra el potencial de los árboles maderables para el aprovechamiento. Además, este bosque tiene una cobertura de un 57%, lo cual es considerado como de alta representatividad (Chavarría 2010).

De 72 especies arbóreas en fincas ganaderas en Copán, Chavarría (2010) encontró que el *Pinus oocarpa* es la que presenta mayor abundancia y frecuencia en los estratos brinzal, latizal y fustal. Por lo tanto, es considerada como la especie que, financieramente, puede ser manejada con fines de aprovechamiento sostenible, bajo manejo de la regeneración natural. En la misma localidad, Apaza (2011), encontró que la especie maderable de mayor importancia aprovechada por los productores en los SSP es el *Pinus oocarpa*, donde el 36% de ellos afirma haber realizado aprovechamiento de la madera de esa especie. El pastoreo en algunas zonas del área de manejo genera cuestionamientos respecto de cuánto afecta esta actividad a la sostenibilidad de los bosques de pino.

Apaza (2011) encontró que los mayores potenciales de producción de madera en los SSP de Copán, Honduras son los árboles dispersos de *Pinus oocarpa* en pasturas con volúmenes maderables promedio de 71,51 m³/ha (Apaza 2011). Asimismo, Chavarría (2010), enfatiza que el componente forestal brinda un invaluable número de servicios ecosistémicos, que contribuyen a la sostenibilidad del medio ambiente a través de parches de bosques fragmentados, hábitat de fauna silvestre, conservación de suelos y agua, captura de carbono y mejoramiento del paisaje. Sin embargo, a pesar de la destacable importancia del componente arbóreo al medio ambiente y la economía familiar, cada día se siguen degradando los bosques de coníferas (Apaza 2011).

4.3. Costos de aprovechamiento de árboles de *Pinus oocarpa* bajo pastoreo (SSP)

Chavarría (2010) clasificó los costos de aprovechamiento de árboles maderables de SSP en fincas de Copán en cuatro escenarios: i) venta de madera en pie, ii) venta de madera en rollo puesta en industria, iii) venta de madera en vacadilla o sea en la finca y iv) venta de madera aserrada con motosierra y puesta en la industria. Sus resultados se exponen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Costos de aprovechamiento es US\$/m³ para diferentes escenarios de aprovechamiento de árboles maderables en fincas de Copán, Honduras.

Actividad	Venta de madera en pie	Venta de madera en rollo en industria	Venta de madera en rollo en vacadilla	Venta de madera aserrada en industria
Corta, desrame y troceo	0	2,48	2,48	2,48
Costo de arrastre	0	4,39	4,39	
Carga de trozas a camión	0	2,39		
Costo transporte (US\$/km/m ³)	0	0,30		0,12
Manejo de residuos	0	1,20	1,20	1,20
Costo de aserrío	0			23,98
Total	0	10,76	8,07	27,78

Fuente: Chavarría (2010)

Es de indicar que el aprovechamiento de árboles maderables en SSP genera una importante contribución financiera a las fincas (aporte del 11%). Sin embargo, para que esta actividad se considere como una opción rentable, las especies aprovechadas deben tener una alta demanda, con precios que oscilen entre medios a altos (Chavarría 2010).

En Copán, el 100% de la madera aprovechada se realiza con motosierra a pulso, ya que no se cuenta con aserradero. Dada la facilidad de movilización de la motosierra, esta es de mucha utilidad para trabajar la madera en el mismo centro de extracción, donde se convierte en tablones o bloques. La desventaja es que genera, aproximadamente, una pulgada de desperdicio en cada corte y se llega a perder alrededor del 65% de la madera (Apaza 2011). En contraste, en El Palisal, Yamaranguila, Intibucá, el talado y dimensionado de los árboles en el bosque natural se realiza con motosierra, y las trozas son aserradas con aserradero portátil Wood Mizer, el cual genera un mínimo de desperdicios por residuos de aserrín (Finnfor, 2013).

La Cooperativa Agro-forestal El Palisal cuenta con las máquinas en su línea productiva de aserrío de *Pinus oocarpa*. Estas se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Maquinarias de la Cooperativa El Palisal en Yamaranguila, Honduras.

Cantidad	Descripción de la máquina
01	Sierra portátil Wood Mizer LT 15
01	Motosierra Steel 051, Modelo 360868723
01	Motosierra Steel 051, Modelo No registrado
01	Máquina o mesa palillera
01	Kit de afilado de sierras

Fuente: Finnfor (2013).

4.4. Mercado de la madera de *Pinus oocarpa*

El estudio de mercado de la madera de *Pinus oocarpa* en la localidad de Copán, Honduras, realizado por Chavarría (2010), indicó que la demanda de madera en la zona es de un volumen de 875,70 m³/año. Los precios de venta de madera aserrada en carpinterías se encontraban a razón de US\$ 0,66/pt o de US\$ 132,30/m³. Por su parte, los precios de madera en rollo oscilaban entre US\$ 50,30/m³ puesto en finca y US\$ 79,40/m³ puesto en la industria.

De acuerdo al ICF (2014), la participación de la Cooperativa Agro-forestal El Palisal, en la producción anual de madera aserrada en Yamaranguila, oscila entre 17 y 28 mil pt/año de madera de *Pinus oocarpa* (Cuadro 4).

Cuadro 4. Producción total de madera aserrada de *Pinus oocarpa* reportada por la Cooperativa Agro-forestal El Palisal, en Yamaranguila, Honduras.

Año	Producción total de madera aserrada (pt)
2009	19.300,00
2010	0,00
2011	16.940,00
2012	26.680,00
2013	28.000,00

Fuente: (ICF 2014)

El aprovechamiento forestal en Copán se desarrolla, generalmente, en áreas ganaderas o bosques cercanos a los potreros. Los árboles dispersos y bosques de pino son un componente importante en la economía de los productores rurales de Copán, ya que, por lo general, producen leña, postes y madera para aserrío. La producción de madera no es una actividad permanente, pues son pocos los productores que se dedican, exclusivamente, a su aprovechamiento. En ese sentido, el mercado más importante para esta localidad se consolida en la ciudad de San Pedro Sula (Apaza 2011).

4.5. Análisis financiero de la producción maderable

Se ha demostrado que la extracción maderera en sistemas silvopastoriles es una tecnología de producción sostenible que puede aumentar la eficiencia y rentabilidad de los productores. Esta

rentabilidad es mayor cuando la madera se comercializa con valor agregado, como es el caso de la madera aserrada (Chavarría et al. 2011).

Murgueitio (1999) menciona que los beneficios socioeconómicos de los SSP serán afectados por el tipo de SSP, su tamaño, los productores, la intensidad, las inversiones necesarias, los costos operativos y los costos de oportunidad de la tierra en la región.

Para evaluar la rentabilidad de un sistema (SSP), se requiere analizar el monto de sus ingresos anuales y el valor de algunos indicadores que están directamente relacionados con el tiempo, tales como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio/costo (B/C) (Sage et al. 2013). Estos indicadores permiten comparar información en función del tiempo y realizar jerarquías entre las opciones (Kent y Ammour 2012).

En sistemas silvopastoriles (SSP) en la zona occidental de Honduras, Chavarría et al. (2011) encontraron un VAN entre US\$ 784 y 2.882/ha/año, del cual el 72% correspondía al componente forestal. Su variación se debió al aporte de la ganadería, el número de árboles con diámetro de corta y el valor en mercado de los árboles.

En Costa Rica, al evaluar ingresos por concepto de madera, Scheelje et al. (2011) encontraron que estos varían entre US\$ 17 y 93/ha/año, mediante un plan de manejo simulado para un período de 10 años con aprovechamiento de árboles dispersos en potreros, los cuales representaron un aporte de 7-41% de ingreso total.

Camero et ál. (2000) reportaron que existe una mayor rentabilidad de los SSP en relación a la ganadería convencional, en áreas donde los terrenos cuentan con mucha pendiente. Con SSP se puede alcanzar un VAN de US\$ 213/ha/año en comparación a la ganadería convencional que solo llega a un VAN de US\$ 46/ha/año.

En un estudio en fincas ganaderas de Honduras, se determinó que la contribución financiera por la incorporación del componente arbóreo (entre ellos el *P. oocarpa*) en fincas pequeñas presentó un VAN de US\$ 269,7/ha/año y en fincas medianas fue de US\$ 384,4/ha/año. La TIR para ambos tipos de finca supera el 30% (Chavarría 2010).

Chuncho (2011) determinó un VAN de US\$ 846/ha para los ganaderos con SSP, mientras que el VAN del sistema convencional fue de US\$ 544/ha.

5. Resultados generales relevantes del presente estudio

- El pino es la especie más representativa de la zona de estudio. Su abundancia corresponde al 99% del número total de especies por hectárea en fustales, latizales y brinzales en Yamaranguila, Intibucá, Honduras, tanto para el bosque natural, como para el sistema silvopastoril.
- El bosque natural registra un mayor número de especies (10), donde el *Pinus oocarpa* posee el mayor número de individuos 663,3 ind/ha. El sistema silvopastoril (02 especies) solo reporta 453,3 ind/ha.
- La prueba de medias demuestra que las variables área basal, volumen total y cobertura es mayor en el bosque natural con 28,632 m²/ha, 327,25 m³/ha y 265,28%, respectivamente, en

- comparación con los del sistema silvopastoril (18,875 m²/ha, 198,34 m³/ha y 196,31%). La prueba cuenta con un 95% de confianza ($p < 0,0001$; $p < 0,0001$ y $p = 0,0289$).
- En latizales, la mayor abundancia también corresponde al pino. El número total de individuos en bosque natural es de 1.528 ind/ha, en comparación con el sistema silvopastoril (880 ind/ha). Sin embargo, en brinzales la abundancia es compartida con otras especies como cera (*Myrcia cerífera*) 378,7 ind/ha, helecho (*Pecluma pectinata*) 346,7 ind/ha, cola de venado (*Pithecellobium dulce*) 272 ind/ha, encino (*Quercus sapotifolia*) 197.3 ind/ha, palo amargo (*Naucleopsis naga*) 186.7 ind/ha y pino (*Pinus oocarpa*) 176 ind/ha.
 - Al cortar árboles de *Pinus oocarpa*, 25 en el bosque natural y 25 en sistemas silvopastoriles, el volumen y el número de trozas obtenido en el bosque natural fue superior con 12,548 m³ y 41 trozas respecto del sistema silvopastoril (10,101 m³ y 33 trozas).
 - Los comparativos estadísticos, de acuerdo con las medias del volumen de trozas de bosque natural y de sistema silvopastoril en el aserrío, no arroja diferencias estadísticas significativas en las variables volumen troza (BN=129,77 pt; SSP=128,72 pt; $p = 0,9379$), volumen madera aserrada (BN=70,84 pt; SSP=68,11 pt; $p = 0,7326$), rendimiento (BN=54,31%; SSP=53,33%; $p = 0,7088$) y productividad (BN=171,02 pt/h; SSP=158,90 pt/h; $p = 0,1581$). Sin embargo los volúmenes con calidad A en el bosque natural (34,69 pt) fueron mayores estadísticamente que los del sistema silvopastoril (10,97 pt) con $p = 0,0001$. Este resultado se debe a que los sistemas silvopastoriles proveen madera con mayores defectos en la troza, a causa del contacto físico de las vacas con el componente arbóreo, cuyas consecuencias son visibles en el producto aserrado que arroja piezas de baja calidad. Esta diferencia se confirma al comparar los volúmenes de madera obtenidos en calidad B, en los que el sistema silvopastoril arroja mayores valores respecto del bosque natural (BN=36,15 pt; SSP=56,98 pt; $p = 0,0058$).
 - Los ingresos son mayores en el sistema silvopastoril con US\$ 1.094,4/ha/año, respecto del bosque natural (US\$ 542,24/ha/año). En cuanto a los costos, en el bosque natural son de US\$ 0,47/ha/año (basado en costos de manejo, no existen costos de instalación), mientras que en el sistema silvopastoril son de US\$ 211,96/ha/año. Los ingresos netos en el sistema silvopastoril (US\$ 882,44/ha/año) son mayores al bosque natural (US\$ 541,77/ha/año).
 - El VAN en el sistema silvopastoril (US\$ 2.036,82/ha/año) es mucho más rentable que en el bosque natural (US\$ 506,29/ha/año).
 - En cuanto al indicador B/C, en el bosque natural es de 178,45, beneficio que es considerado muy alto, y en el sistema silvopastoril es de 6,72. En ambos casos existe una alta rentabilidad.
 - Al sensibilizar el VAN a tasas de descuento de 6,5%, 10%, 15% y 30% (bosque natural y sistema silvopastoril), este mantiene una tendencia decreciente desde 6,5% = US\$ 506.29/ha/año hasta 30% = US\$ 415.74/ha/año en bosque natural y desde 6,5% = US\$ 2,036.82/ha/año hasta 30% = US\$ 1,472.10/ha/año en sistema silvopastoril; sin embargo, en ambos casos, el VAN se mantiene positivo y con altos valores.

6. Conclusiones generales relevantes del estudio

- El bosque natural (fustales) es más abundante, con 676 ind/ha y 10 especies existentes, en comparación con 456.7 ind/ha de solo 2 especies presentes en SSP. El pino es representativo en más del 98% en el bosque natural y SSP, y las otras especies (*Quercus* sp y otras) la diferencia de 2%. En el bosque natural, el 98.7% de individuos presentó características de fuste bueno y

- estado fitosanitario 100% sano. En SSP, el 70.2% de la calidad del fuste se calificó como buena y el estado fitosanitario fue calificado en un 95% como enfermo.
- Las medias de las variables del área basal (BN=28,632 m²/ha; SSP=18,875 m²/ha), volumen (BN=327,25 m³/ha; SSP=198,34 m³/ha) y cobertura (BN=265,28 %; SSP=196,31 %) en fustales; y área basal (BN=2,298 m²/ha; SSP=1,319 m²/ha) y volumen (BN=7,50 m³/ha; SSP=4,877 m³/ha) en latizales, evidencian que el potencial arbóreo del bosque natural es mayor que el sistema silvopastoril.
 - Resultados de la corta de árboles en pie (25 árboles de BN y 25 de SSP de individuos aprovechables) en fustales, mostraron que los volúmenes de las trozas y madera aserrada presentan un excedente del 20% de madera de más en bosque natural (volumen trozas = 12,548 m³ y volumen de madera aserrada = 2.904,3 pt) respecto del SSP (volumen trozas = 10,018 m³ y volumen de madera aserrada = 2.247,5 pt).
 - Los valores del volumen en troza, (BN=129,77 pt; SSP=128,72 pt), volumen madera aserrada (BN=70,84 pt; SSP=68,11 pt), rendimiento (BN=54,31 %; SSP=53,33 %) y productividad (BN=171,02 pt/h; SSP=158,90 pt/h), muestran que no existen diferencias entre las medias de las variables del bosque natural y del sistema silvopastoril. Por lo tanto, da lo mismo producir madera aserrada con madera proveniente de cualquiera de los dos sistemas de producción. Sin embargo, el bosque natural proporciona madera con mejor calidad en razón de 34.69 pt con respecto a 10.97 pt en sistema silvopastoril. La madera aserrada de calidad A puede ser mayor cotizada en el mercado.
 - El VAN del sistema silvopastoril (US\$ 2.036,82/ha/año) es mucho más rentable que el bosque natural (US\$ 506,29/ha/año). El indicador B/C en el bosque natural es de 178,45, beneficio que es considerado muy alto, y en el sistema silvopastoril es de 6,72.
 - Al sensibilizar el VAN a tasas de descuento de 6,5%, 10%, 15% y 30% (bosque natural y sistema silvopastoril), el VAN mantiene una tendencia decreciente desde 6,5% = US\$ 506.29/ha/año hasta 30% = US\$ 415.74/ha/año en bosque natural y desde 6,5% = US\$ 2,036.82/ha/año hasta 30% = US\$ 1,472.10/ha/año en sistema silvopastoril; sin embargo, en ambos casos, este indicador se mantiene positivo y con altos valores.

7. Bibliografía

- Apaza, A. 2011. Potencialidades socio - económicas de la producción, procesamiento y mercadeo de productos maderables provenientes de sistemas silvopastoriles en Copán, Honduras (1412712113). Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-119p p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/66/1/Apaza_Potencialidades.pdf
- Briz, J.; De Felipe, I. 2011. La cadena de valor agroalimentaria. Análisis internacional de casos reales (1416562767). Editorial Agrícola Española S. A.: 1-831p. Consultado 21 novi., 2014. Disponible en: <http://mercadoscampesinos.com/sites/default/files/%5BCadenas%20valor%5D%201.%20LA%20CADENA%20DE%20VALOR%20AGROALIMENTARIA.pdf>
- Camero, A.; Camargo, J.C.; Ibrahim, M.; Schlonvoigt, A. 2000. Agroforestería y sistemas de producción animal en América Central. In Pomareda, C.; Steinfeld, H. eds. Seminario

- intensificación de la ganadería en Centroamérica; beneficios económicos y ambientales. 1ra ed. Nuestra Tierra. San José, Costa Rica. CATIE-FAO- SIDE. p. 177 – 198.
- Chavarría, A. 2010. Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras (1412713317). Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-150p p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5394E/A5394E.PDF>
- Chavarría, A.; Detlefsen, G.; Ibrahim, M.; Galloway, G.; Camino, R.d. 2011. Análisis de la productividad y la contribución financiera del componente arbóreo en pequeñas y medianas fincas ganaderas de la subcuenca del río Copán, Honduras. *Agroforestería en las Américas* (48): 146-156.
- Cordero, J; Boshier, D. 2003. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. OFI/CATIE, San José, Costa Rica.
- Chuncho, C. 2011. Análisis de la percepción y medidas de adaptación al cambio climático que implementan en la época seca los productores de leche en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 170 p.
- Detlefsen, G.; Marmillod, D.; Scheelje, M.; Ibrahim, M. 2012. Protocolo para la instalación de parcelas permanentes de medición de la producción maderable en sistemas agroforestales de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 19 p. (Manual técnico no. 107)
- Finnfor (Bosques y Manejo Forestal en América Central). 2013. Caracterización de la producción, transformación y comercialización de madera de pino de los bosques naturales (ejidales y privados) del Municipio de Yamaranguila, Intibucá, Honduras.
- García, E. 2011. Evaluación del impacto del uso ganadero sobre el suelo y vegetación en el Sistema Agroforestal Quesungual (SAQ) en el sur de Lempira, Honduras (1418367524). Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-120p p. Consultado 12 dici., 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A8939E/A8939E.PDF>
- Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Casasola, F.; Sepulveda, C.; Tobar, D. 2012. Potencial de producción sostenible de madera del sistema silvopastoril árboles dispersos en potreros en América Central (En línea). VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroforestais para a Produção Pecuária Sustentável (VII): 780-790p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/223/1/Ibrahim_Potencial.pdf.
- ICF. 2009. Anuario Estadístico Forestal.2009 (1416563766). 23(23): 1-144p. Consultado 21 novi., 2014. Disponible en: <http://www.ICF.gob.hn/files/tramites/anuario%20estadistico%20forestal%202008%20VERSION%202.pdf>
- ICF. 2014. Anuario Estadístico Forestal.2013 (1416616307). 28(28): 1-118p. Consultado 21 novi., 2014. Disponible en: http://www.reddccadgiz.org/documentos/doc_1199314319.pdf
- Kent, J.; Ammour, T. 2012. Análisis financiero y económico de la producción de madera en sistemas agroforestales. In Detlefsen, G.; Somarriba, E. eds. 2012. Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica. p. 91-111. (Serie técnica. Manual técnico no. 109).
- Murgueitio, E. 2000. Environmental and social adjustment of the cattle farming sector in Colombia. *Revista mundial de zootecnia* (93): 2 – 15.
- Pérez, E. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras (1412719944). Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-134 p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1305E/A1305E.PDF>

- Sage, L.; Kent, J.; Morales, J.P. 2013. Capítulo 11: Rentabilidad de las inversiones de teca. In de Camino, R.; Morales, J.P. eds. 2013. Las plantaciones de teca en América Latina: mitos y realidades. CATIE. FAO. p. 202-225. (Serie Técnica, Informe técnico no. 397).
- Scheelje, J. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 157 p.
- Scheelje, M.; Ibrahim, M.; Detlefsen, G.; Pomareda, C.; Sepulveda, C. 2011. Beneficios financieros del aprovechamiento maderable sostenible en sistemas silvopastoriles de Esparza, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* (48): 137-145.
- Tadeo, A. 2007. Estudio comparativo de dos procesos de aserrío en bosques de coníferas: caso Yamaranguila, Intibucá, Honduras. (1415942844). Ingeniero en Ciencias Forestales. Siguatepeque, Comayagua, Honduras, ESNACIFOR. 117 p. Consultado 13 novi., 2014. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos57/costos-produccion-madera-aserrada/costos-produccion-madera-aserrada2.shtml>
- Vallejo, M.; Guillén, I. 2006. Descentralización de la Gestión Forestal en Honduras: Mirando hacia el futuro (En línea). Centro para la Investigación Forestal Internacional - CIFOR: 1-83p. Consultado 23 novi., 2014. Disponible en: <http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/R2006082406.pdf>.
- Velásquez, M. 2010. Estimación del volumen de bosque de Pino en Honduras, utilizando imágenes de sensor modis, como herramienta para ordenación del territorio (1418613589). Maestría en Ordenamiento y Gestión del Territorio. Tegucigalpa, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. 1-164 p. Consultado 14 dici., 2014. Disponible en: http://faces.unah.edu.hn/mogt/images/stories/PDF/Tesis/07_Tesis_Miguel_Velasquez_2010.pdf
- Zelaya, J.; Gettkant, A.; Lazo, F. 2007. Análisis del Sector Forestal de Honduras (1418403755). Documento base para preparación estrategia ambiental país. Consultado 12 dici., 2014. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTRANETENVIRONMENT/Resources/Annex5AnalisIsdelSectorForestal%28Spanish%29.pdf>
- Zúñiga, I. 2009. Impacto de la participación comunitaria en la gestión de las escuelas interculturales del Municipio de Yamaranguila durante el año 2008. Maestría en Gestión de la Educación. Tegucigalpa, Dirección de Postgrado - Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán. 1-222p p. Consultado 23 novi., 2014.

SEGUNDA PARTE: ARTÍCULOS

ARTÍCULO I. Potencial de aprovechamiento y procesamiento de madera de pino (*Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl) de bosque natural y de sistema silvopastoril en Yamaranguila, Honduras.

Wilson Guerra Arévalo¹²

RESUMEN

Los bosques de *Pinus oocarpa* son la principal fuente de ingresos económicos, de bienes y servicios del Municipio de Yamaranguila en el departamento de Intibucá, Honduras, tanto para los productores como para el sector de la industria maderera. La Cooperativa Agroforestal El Palisal aprovecha los volúmenes maderables en los bosques de los productores, los cuales se caracterizan por presentar dos tipos de cobertura: el bosque natural (BN) y el sistema silvopastoril (SSP). El SSP presenta ganado en pastoreo bajo los bosques de pino, los cuales proveen madera, leña, pasto natural y áreas para cultivo de maíz y frijol. El presente trabajo tiene como objetivos: i) diagnosticar y comparar el potencial de aprovechamiento y procesamiento de la madera de bosque natural y de un sistema silvopastoril en Yamaranguila y ii) comparar la rentabilidad de la producción de un bosque natural y de un sistema silvopastoril con pino en Yamaranguila.

La metodología del estudio fue la siguiente. Como primer paso, establecer 20 parcelas en BN y 20 en SSP, de dimensiones 30 x 50 m para fustales, 15 x 25 m para latizales y 7,5 x 12,5 m para brinzales. El dap se midió con cinta diamétrica, el diámetro de copa se midió con cinta métrica y la altura con hipsómetro (base y punta) a 15 m de distancia del árbol. Posteriormente, se procesó la información obtenida con la finalidad de: i) determinar qué tipo de bosque (BN o SSP) tiene mayor potencial arbóreo y maderable, en cuanto a abundancia (ind/ha), dominancia (m²/ha), volumen (m³/ha) y cobertura (%) por unidad de área en fustales, ii) establecer mayor número de individuos, área basal y volumen en latizales y finalmente iii) determinar mayor número de individuos por hectárea en brinzales.

El segundo paso consistió en cortar 25 árboles en BN y 25 en SSP, los cuales se trasladaron a la industria y fueron sometidos a aserrío primario mediante Wood-mizer LT15. Allí, se midieron los diámetros mayor (m), menor (m) y la longitud (m) de la troza. Se midió el espesor (pulgadas), ancho (pulgadas) y longitud (pies) de la madera aserrada. También, se midió el tiempo en horas de aserrío por turno de trabajo por día y se cuantificaron los defectos (nudos, bolsas de resina, entrecasco, pudrición, fenda, gema, grietas, médula, número de defectos) para obtener las calidades A y B de la madera procesada. Con estas mediciones, se determinó el tipo de bosque (BN o SSP) que ofrece mayores volúmenes de troza (pt), madera aserrada (pt), rendimiento (%), productividad (pt/h), volumen calidad A (pt) y volumen calidad B (pt) en el aserrío.

Estadísticamente, las medias de los tipos de bosque (fustales) en las variables área basal ($p < 0,0001$), volumen ($p < 0,0001$) y cobertura ($p < 0,0289$) muestran diferencias. En bosque natural, las medias de las variables abundancia (676 ind/ha), área basal (28,632 m²/ha), volumen total (327,25 m³/ha) y cobertura (265,28%) son mayores que el sistema silvopastoril (456.7 ind/ha, 18,875 m²/ha y 198,34 m³/ha). En latizales, las medias de las variables en bosque natural son también más abundante (1.528 ind/ha), posee mayor área basal (2,298 m²/ha) y volumen (7,50 m³/ha) que el sistema silvopastoril

¹ Autor para correspondencia. Correo electrónico: wilson.guerra@catie.ac.cr

² CATIE, Costa Rica

(880 ind/ha, 1,319 m²/ha y 4,87 m³/ha). Este resultado se corrobora de manera estadística con las variables área basal ($p=0,0069$) y volumen ($p<0,0391$), que muestran diferencias entre las medias de los tipos de bosque. En brinzales, la abundancia es mayor en el bosque natural 2.480 ind/ha respecto al sistema silvopastoril (2.218,7 ind/ha). Los fustales están en 98% dominado por el pino (BN y SSP). En cuanto a latizales, este dominio se mantiene aunque solo en 39% en BN y 51% en SSP. En brinzales, el pino comparte con otras especies las primeras 10 ubicaciones en cuanto a abundancia.

La cantidad y volúmenes reportados por los 25 árboles cortados en BN y SSP demuestran que el bosque natural provee de mayor cantidad de materia prima para el aserrío, con 41 trozas, en comparación con 33 trozas en el sistema silvopastoril. Además, presenta mayor volumen de troza, con 12,548 m³ y madera aserrada, con 2.904,3 pt, respecto al SSP con 10,018 m³ de volumen de troza y madera aserrada de 2.247,5 pt. Los resultados de la prueba estadística de medias, en el proceso de aserrío por troza, indican que no existen diferencias estadísticas significativas en las variables volumen troza (BN=129,77 pt; SSP=128,72 pt; $p=0,9379$), volumen madera aserrada (BN=70,84 pt; SSP=68,11 pt; $p=0,7326$), rendimiento (BN=54,31%; SSP=53,33%; $p=0,7088$) y productividad (BN=171,02 pt/h; SSP=158,90 pt/h; $p=0,1581$). Sin embargo, la misma prueba con volumen en calidad A indica que el bosque natural posee mayor volumen (34,69 pt) respecto del SSP (10,97 pt) con $p=0,0001$. En la prueba con volumen en calidad B, el sistema silvopastoril ofrece volúmenes superiores (SSP=56,98; BN=36,15 pt; $p=0,0058$). Los volúmenes en calidad A resultan más beneficiosos económicamente, ya que sus precios son mayores que en calidad B.

Se concluye que, en bosque natural, se obtienen árboles de mejor calidad del fuste, de buen estado fitosanitario, diámetros, área basal y volumen, en comparación con los obtenidos en el sistema silvopastoril. Por ello, con un adecuado manejo, y protección antes y después del aprovechamiento del bosque (regeneración natural, latizales y fustales) en el sistema silvopastoril, se podrían incrementar el volumen de las trozas, la calidad del fuste y estado fitosanitario, así como el volumen, calidad y rendimiento de la madera aserrada en la industria.

Palabras clave: pino, Honduras, bosque natural, sistema silvopastoril, ganado, fustal, latizal, brinzal, rendimiento, productividad, volumen total, volumen de troza, volumen de madera aserrada, calidad de la madera, calidad de fuste, estado fitosanitario.

ABSTRACT

Pinus oocarpa forests are the main source of income, goods and services Yamaranguila municipality in the department of Intibuca, Honduras, for producers and for the sector of the timber industry. The agroforestry cooperative leverages the Palisal timber volumes in the forests of producers, who are characterized by two types of forest: natural forest (BN) and the silvopastoral system (SSP). The latter has grazing cattle under pine forests. Pine forests provide timber, fuelwood, natural grass and areas for growing corn and beans. This paper first objective aims: i) diagnose and compare the potential of harvesting and processing of timber from natural forest and a silvopastoral system Yamaranguila and ii) compare the profitability of production of a natural forest and a system silvopastoril with pine Yamaranguila.

To make this work, the methodology consisted of, first step: Set 20 plots in BN and 20 in SSP, dimensions 30 x 50 m (for fustales), 15 x 25 m (for latizales) and 7,5 x 12,5 m (for brinzales). The dap was measured diameter tape, the crown diameter was measured with a tape measure and height with hipsómetro (base and peak) to 15 m away from the tree. Then we proceeded to process the information obtained, in order to determine what type of forest (BN or SSP) has more arboreal and timber potential from the forest, in terms of abundance (ind/ha), dominance (m²/ha), volume (m³/ha)

and coverage (%) per unit area in fustales, ii) greater number of individuals, basal area and volume saplings and finally iii) greater number of individuals per hectare on saplings.

The second step was to cut 25 trees in BN and 25 in SSP, they moved to industry and underwent primary sawmill Wood-Mizer LT15 through. There the largest diameters (m), lower (m) and length (m) of the log were measured the thickness (inches), width (inches) and length (feet) of lumber was measured. Time was also measured in hours sawmilling per shift per day and defects (knots, resin pockets, helmet, rot, fenda, gem, cracks, pith, number of defects) were quantified for grades A and B of processed wood. With these measurements it was intended to determine what type of forest (BN or SSP) provides higher volumes of log (pt) Timber (pt), yield (%), productivity (pt/h), volume quality A (pt) and volume quality B (pt) in sawmilling.

Statistically the middle of the forest types (Fustales) in basal area variables ($p < 0,0001$), volume ($p < 0,0001$) and coverage ($p < 0,0289$) show differences in natural forest stockings variables abundance (676 ind/ha), basal area (28,632 m²/ha), total volume (327,25 m³/ha) and coverage (265,28%) are higher than the silvopastoral system (456,7 ind/ha, 18,875 m²/ha and 198,34 m³/ha). Saplings in the middle of the variables in natural forest is also more abundant (1.528 ind/ha), has a higher basal area (2,298 m²/ha) and volume (7,50 m³/ha) that the silvopastoral system (880 ind/ha, 1,319 m²/ha and 4,87 m³/ha), which is corroborated statistical wood with variables basal area ($p = 0,0069$) and volume ($p < 0,0391$) show differences between the means of the forest types. In saplings abundance is higher in natural forest 2.480 ind/ha, compared to silvopastoral system (2.218,7 ind/ha). The fustales is 98% dominated by pine saplings and as for the domain remains but only in 39% and 51% BN in SSP. In pine saplings shares with other species the first 10 locations in terms of abundance.

The amount and volumes reported by the 25 trees cut in BN and SSP, show that the natural forest provides more raw material for sawmilling with 41 logs about 33 logs in the silvopastoral system log volume with 12,548 m³ and wood 2.904,3 pt sawn with respect to the SSP with 10,018 m³ of volume of log and 2.247,5 pt. The results of the statistical test of means, in the sawmilling process by log indicates that there are no statistically significant differences in the variables log volume (BN = 129.77 pt, SSP = 128.72 pt; $p = 0.9379$) timber volume (BN = 70.84 pt, SSP = 68.11 pt; $p = 0.7326$), yield (BN = 54.31%; SSP = 53.33%; $p = 0.7088$) and productivity (BN = 171.02 pt/h; SSP = 158.90 pt/h; $p = 0.1581$). However, the same test with volume as A, shows that the natural forest has more volume (34.69 pt) regarding the SSP (10.97 pt) with $p = 0.0001$. In the test volume as B, the silvopastoral system provides higher volumes (SSP = 56.98 pt; BN = 36.15 pt; $p = 0.0058$). Volumes as A, is more beneficial economically because prices are higher quality than B.

It is concluded that natural forest trees better stem quality, good phytosanitary condition, diameter, basal area and volume compared to those obtained in the silvopastoral system are obtained. Therefore, with proper management, protection before and after use of the forest (natural regeneration, saplings and fustales) in the silvopastoral system could increase the volume of logs, stem quality and plant health, and the volume, quality and performance lumber industry.

Keywords: pine, Honduras, natural forest, silvopastoral system, livestock, fustal, latizal, seedling, performance, productivity, total volume, volume of logs, sawn timber volume, wood quality, stem quality, plant health.

1. INTRODUCCIÓN

La superficie territorial de Honduras es de 112.492 km², de los cuales 97.868 km² (87%) son de vocación forestal (Chavarría 2010). El bosque de pino representa el 17% del territorio nacional, de los cuales el 50% se encuentra en la región centro oriental, el 17% en la región centro occidental (Yamaranguila posee 11.384 ha), 12% en la región nor oriental, 12% en la región nor occidental, el 8% en la región occidental y el 1% en la región sur. En la zona occidental, del país existe una fuerte conversión de bosques a usos agropecuarios, ganadería y café. El bosque de pino representa el recurso maderable más importante en la zona norte y centro occidental del país, cubre la mayor superficie boscosa del municipio de Yamaranguila y del departamento de Intibucá (ICF 2014).

La madera que se procesa en La Cooperativa Agroforestal El Palisal es *Pinus oocarpa*. Esta proviene del Plan Operativo N° CO-0311-004-00646-2014 (2014-2015), que cuenta con 47,62 ha por un volumen de 2794,569 m³ a aprovechar y corresponde al Plan de Manejo Forestal N° BE-CO-1016-0311-1998, autorizado a la Municipalidad de Yamaranguila. Este último cuenta con una superficie total de 9.816 ha, de las cuales 7.841 ha corresponden a bosque de pino natural bajo manejo y 1.975 ha a bosque de pino sin manejo (ICF 2009). Estos bosques poseen características particulares en cuanto a intervenciones de pastoreo, ya que muchos de ellos no han sido intervenidos por ganadería (bosque natural). También, existen otras áreas de bosque de pino donde los productores permiten el ingreso del ganado (sistema silvopastoril) con el objetivo de diversificar las actividades productivas.

En la zona occidental de Honduras, Apaza (2011) identificó que la actividad forestal en los bosques naturales de *Pinus oocarpa* es uno de los pocos medios disponibles para generar ingresos. Además, muchas personas se dedican a la tala y comercialización ilegal de madera, debido a la falta de oportunidades de empleo. La madera de pino es la más demandada en el occidente de Honduras. Aquí, el 76% de los productores la usa como su principal fuente de consumo, debido a que es la especie maderable más abundante en la zona y también por la calidad y precio de su madera. Esta última se emplea para reparación o construcción de establos, corrales, viviendas, muebles, etc. (Pérez 2006).

El potencial de producción de madera en fincas ganaderas a partir de la regeneración natural puede contribuir con la diversificación de ingresos e incremento de la rentabilidad de las fincas. En Honduras, algunos productores deciden manejar altas densidades de árboles en potreros para satisfacer sus necesidades de leña y postes muertos (principalmente para consumo doméstico). Por lo tanto, es necesario implementar el manejo silvicultural de los árboles en potreros para lograr una producción sostenible de madera y contribuir con la diversificación de ingresos de las fincas (Ibrahim et al. 2012).

El sistema silvopastoril (SSP) de bosque de pino bajo pastoreo es una práctica utilizada por los ejidatarios de la Cooperativa Agro-forestal El Palisal en algunas extensiones de bosque de pino natural. Esta permite el ingreso de ganado vacuno para el pastoreo de pasto nativo en el estrato bajo del bosque natural de pino (Pérez 2006). La influencia que ejerce el pastoreo, en aquellas áreas destinadas al aprovechamiento de pino natural es, principalmente, afectar la regeneración natural circundante, así como la calidad y rectitud del fuste, crecimiento en altura y volumétrico.

El aserradero de El Palisal reportó que los volúmenes de madera proveniente del bosque de sistema silvopastoril fueron bajos respecto de la madera proveniente de bosque natural. Además, los desperdicios fueron altos, ya que se pudo observar madera con abundantes defectos. Estos generaron pérdidas económicas y, como consecuencia, El Palisal atravesó en una crisis económica en el año 2014. Es importante conocer el impacto real que el ganado ocasiona en este tipo de bosque, cómo se

ve afectada la regeneración natural (brinzal, latizal y fustal), la calidad de las trozas del bosque natural y del sistema silvopastoril y, por ende, la calidad de la madera que es procesada en el aserradero.

Reducir la pérdida de la materia prima, con el fin de optimizar su utilización, aumentar la productividad de la mano de obra, maquinaria y mejorar la calidad de los productos, son objetivos permanentes en el aserrío de la madera (Coronel de Renolfi, 2012). Es importante analizar el procesamiento de madera en rollo, que resulta en madera aserrada, para determinar que la operación es rentable. Este objetivo conduce a estudios de eficiencia, que se mide como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. Elevar la eficiencia significa producir más con la misma cantidad de recursos o producir lo mismo con menos cantidad (OIT, 1996).

Un aserradero será eficiente cuando, por el efecto de los cortes en la troza, se obtenga una mayor cantidad y calidad de tablas. Dos indicadores de eficiencia, muy utilizados en este sector productivo, son el rendimiento en el aserrado de la madera y el volumen obtenido por unidad de tiempo o productividad (Coronel de Renolfi, 2012). El rendimiento se usa como indicador de la tasa de utilización de la materia prima en el proceso de aserrado y corresponde a la relación entre el volumen de madera rolliza y el volumen del producto resultante (Quirós 1990).

La calidad de la materia prima y la eficiencia industrial se encuentran estrechamente asociadas. El bosque y su buen manejo juegan un papel importante en el abastecimiento de materia prima a la industria del aserrío. Una manifestación básica de la calidad de la materia prima en su procesamiento es el nivel de rendimiento o aprovechamiento de ella por parte de la industria, el cual indica la cantidad de materia prima necesaria para producir una unidad de producto (Meneses y Guzman 2010).

En ese mismo contexto, Quirós (2005) indica que para obtener mayores rendimientos y calidad en aserrío, es necesario que las dimensiones, la forma y la calidad de las trozas sean las mejores, así como el grado de utilización en la transformación industrial de la madera. Al respecto, Serrano (1991) advierte que la calidad de la troza es afectada por características como conicidad, orientación del grano, torceduras, médula migrante, presencia de nudos vivos o sueltos y tensiones internas de crecimiento.

Considerando la eficiencia industrial, Quirós (2005) menciona que los aserraderos portátiles equipados con sierras cinta en posición horizontal, como elemento cortante, producen los mayores rendimientos en aserrío, pues las trozas permanecen fijas y la sierra se desplaza en doble sentido sobre la madera. Debido a que pueden realizar cortes inferiores a 2 mm de amplitud, reducen el desperdicio por producción de aserrín a la vez que incrementan el rendimiento industrial y la utilización de la madera. Otra ventaja es que permiten operar en el mismo sitio donde se efectúa el aprovechamiento forestal, al reducir los costos de transporte al movilizar madera aserrada.

Este trabajo pretende diagnosticar y comparar el potencial de aprovechamiento basándose en las características de abundancia, dominancia, frecuencia, IVI, volumen y cobertura del bosque natural y silvopastoril. Además, busca comparar el procesamiento de la madera según el volumen aserrado, rendimiento, productividad y la calidad de madera proveniente de bosque natural y de sistema silvopastoril. El planteamiento es que el bosque natural ofrece mejores condiciones arbóreas y maderables. Asimismo, que la materia prima ofrece mejores rendimientos, productividad y calidad de madera respecto del sistema silvopastoril.

2. METODOLOGÍA

2.1. *Ubicación del área de estudio*

El estudio se ubicó en el área de aprovechamiento del Plan Operativo N° CO-0311-004-00646-2014 (2014-2015), perteneciente al área que ocupa el Plan de Manejo Forestal N° BE-CO-1016-0311-1998 autorizado a la Municipalidad de Yamaranguila. Esta última se ubica al noroeste del departamento de Intibucá entre los meridianos 88°10' y 88°23' longitud oeste, los paralelos 14°23' y 14°30' latitud norte (Zúñiga 2009). Cuenta con un área total de 31.256 ha, de las cuales 9.818 ha se encuentran bajo manejo forestal y representan un 31,4% del área del Municipio. La gran mayoría de estas tierras son tenencia ejidal (aproximadamente 90%) y un mínimo porcentaje de tipo privado (Ulloa 2001), citado por (Tadeo 2007).

De acuerdo con (Zúñiga 2009), el Municipio de Yamaranguila se ubica a una altura de 1773 msnm. Se caracteriza por tener una estación seca - diciembre a marzo -, con una media mínima de precipitación de 0,5 mm, y otra lluviosa - mediados de abril a noviembre - con un máximo mensual de precipitación de 300 mm. Así, anualmente, llueve 1290 mm en 160 días, posee una humedad relativa de 76% y temperatura media de 18,3 C°.

Los límites geográficos generales del municipio de Yamaranguila son los siguientes (Figura 7): al norte: con el Municipio de Opalaca, Municipio de San Miguelito y Municipio de Intibucá, Departamento de Intibucá. Sur: Municipio de San Marcos de La Sierra, Departamento de Intibucá. Al sur: Municipio de San Marcos de La Sierra, Departamento de Intibucá. Al este: Municipio de La Esperanza y Municipio de Intibucá, Departamento de Intibucá. Al oeste: Municipios de San Miguelito, Municipio de Dolores; Departamento de Intibucá, y con el Municipio de Erandique y Municipio de San Francisco, Departamento de Lempira (Tadeo 2007).

2.2. *Tamaño de la muestra para medición de árboles de pino en pie*

Con el objetivo de determinar el número de parcelas por evaluar, el tamaño de la muestra se determinará con la siguiente ecuación, al considerar que se cuenta con una población finita:

$$n = \frac{(t^2 \times cv^2)}{E\%^2 + \frac{(t^2 \times cv^2)}{N}}$$

Donde:

n : Tamaño de la muestra

N : Tamaño de la población

t : Valor de la tabla "t" de student, con 19 GL

cv : Coeficiente de variación del volumen

E% : Error de muestreo

Área del Plan de Manejo Forestal de la Municipalidad Yamaranguila

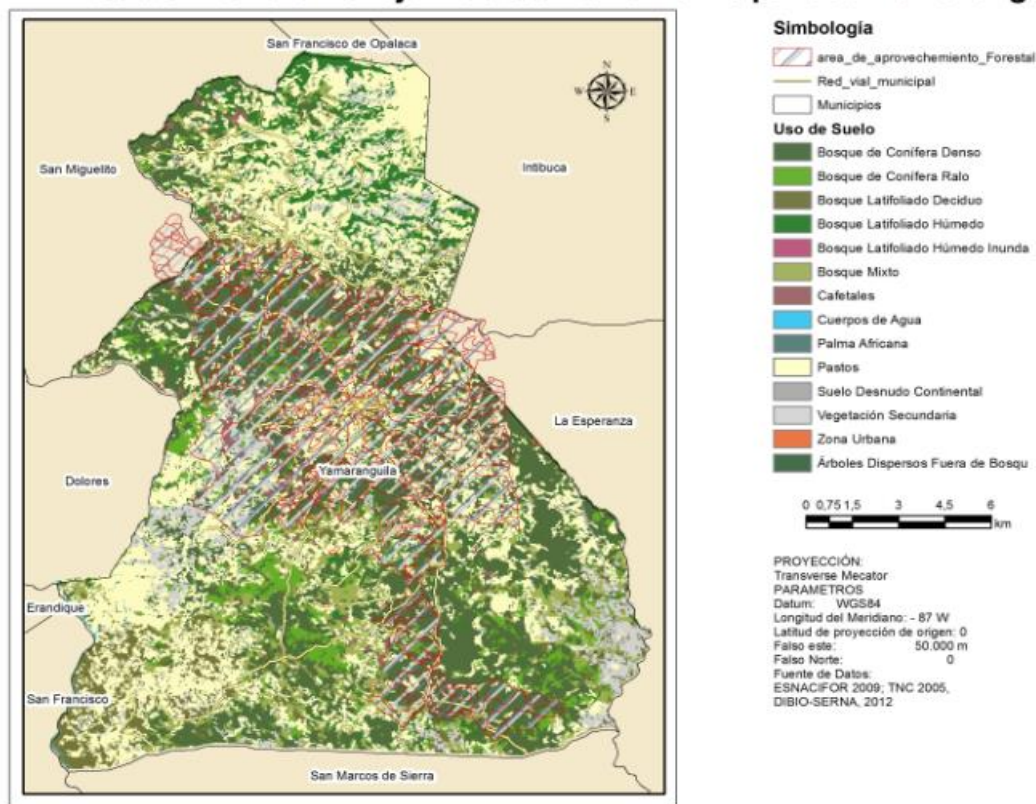


Figura 1. Área del Plan de Manejo, Municipio de Yamaranguila (Área sombreada en color rojo), Departamento de Intibucá, Honduras. Fuente: elaboración propia.

Con la información obtenida de los datos reales (dap y altura), tomados en campo y basados en 15 parcelas de medición (Fustal, Latizal y Brinsal), se aplicó la ecuación para determinar el tamaño de la muestra. Su resultado fue de 15 parcelas. Es importante indicar que, en primer término, esta operación se realizó en el bosque sin pastoreo por ganado (bosque natural = BN):

Área total (ha)	: 20
Área parcela (m ²)	: 1,500
N	: 20
GL	: 19
“t” GL = 19	: 2,093
CV%	: 27,9
E%	: 14,16
n	: 133,33
i	: 15%
“n” estimado	: 15.08

Considerando que la población es finita o conocida, se decidió que el tamaño de la muestra fuera de 20 parcelas, con el objetivo de obtener mayor representatividad en la zona de estudio.

Para establecer las unidades de muestreo, es importante considerar que se tienen dos tipos de bosque:

- Bosque Natural (BN): bosque de pino sin pastoreo por ganado, 20 parcelas.
- Bosque de Sistema Silvopastoril (SSP): bosque de pino bajo pastoreo por ganado, 20 parcelas.

2.3. *Intensidad y porcentaje de muestreo*

Por cada tipo de bosque, se establecieron 20 parcelas de muestreo. Para el bosque natural, estas suman 3 hectáreas, las cuales representan un 15% del total del área de la población, que corresponde a 20 hectáreas. El tipo de bosque de sistema silvopastoril también abarcó 20 parcelas de muestreo, con 15% de intensidad de muestreo, sobre 20 hectáreas de población. Respecto de este punto, Orozco y Brumér (2002) indican que, para una población conocida de 100 hectáreas, la intensidad adecuada es del 8% (superficie de 8 ha) y el tamaño de la unidad muestral debe tener como mínimo 800 m² (20 m x 40 m). Por lo tanto, se considera que una muestra de 3 ha representa a la población de 20 hectáreas y que el tamaño de la parcela definido por 30 metros y 50 metros es representativo para el presente estudio.

2.4. *Forma y tamaño de las parcelas*

Dado que el área cuenta con bosques de pino y su terreno posee fisiografía con pendientes, se decidió que la forma de la parcela fuera rectangular (perpendicular al cambio de la pendiente), con dimensiones de 30 metros de ancho y 50 metros de largo. De este modo, se busca recoger la mayor variabilidad del bosque y lograr las combinaciones entre el tamaño de las parcelas y el número total de parcelas por establecer, que ofrezcan mayor representatividad de la población (Orozco y Brumér 2002). En campo, las parcelas se establecieron al azar, buscando que cubrieran la mayor variabilidad de la vegetación y del relieve, pues el terreno es accidentado y forma entre 10 a 30% de pendiente en la mayoría de los casos. Se buscó que la distancia entre parcelas fuera mayor a 25 metros como mínimo. La distribución de las parcelas fue completamente al azar dentro de las 20 hectáreas del bosque natural y 20 hectáreas del bosque bajo sistema silvopastoril.

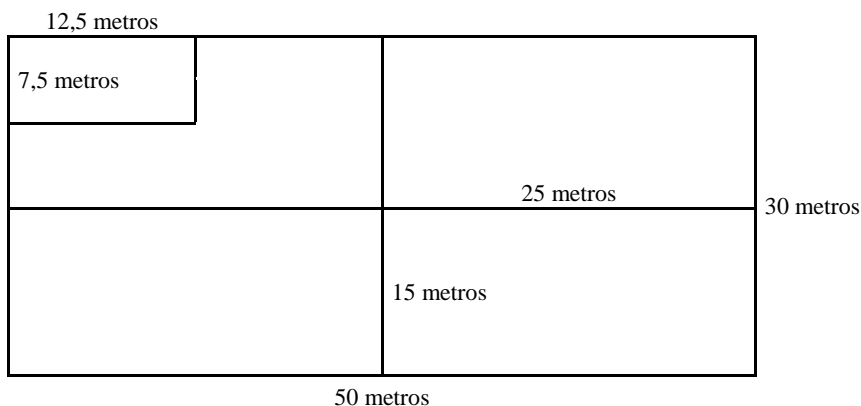


Figura 2. Tamaño de las parcelas (fustal) y subparcelas (latizal y brinzal)

Fuente: elaboración propia.

2.5. Variables evaluadas para la medición de árboles de pino en pie

De acuerdo con Detlefsen y Somarriba (2012), en las parcelas instaladas, se tomaron datos correspondientes a las variables arbóreas como: especie, diámetro a la altura del pecho, altura total, diámetro de copa, calidad del fuste (bueno, medio y malo) y estado fitosanitario (sano, regular y enfermo); a nivel de fustales (1.500 m²) y latizales (375 m²). El dap se midió con cinta métrica y la altura total con hipsómetro de Sunnto, basados en medidas del ángulo de la base, ángulo de la punta y a una distancia de 15 metros del árbol. En el caso de brinzales (93,75 m²), (Chavarría 2010) señala que solo se medirá la abundancia de las especies.

2.6. Mediciones y evaluación en campo

Fustales:

Se midieron los árboles de éste estrato a aquellos > 10 cm de dap.

Latizales:

Se midieron los árboles de este estrato >1,5 m de altura y < 9,9 cm de dap.

Brinzales:

Se realizó el conteo de la regeneración natural de 30 cm hasta 1,5 m de altura.

Diámetro a la altura del pecho (dap): a 1,30 metros de altura desde el suelo, (m).

Altura total: expresado en metros (m).

Diámetro de copa: expresado en metros (m).

Factor de forma

Calidad del fuste: bueno, medio y malo.

Estado fitosanitario: sano, regular y enfermo.

Para determinar el factor de forma, se tomaron 10 árboles completamente al azar del bosque natural “BN” y 10 árboles de sistema silvopastoril “SSP”. Estos fueron cubicados con el método del volumen del cilindro: $\text{volumen} = 0,7854 * \text{dap}^2 * L$. Luego, se compararon con el volumen real, el cual se obtiene al cubicar el árbol con la fórmula de smalian.

La fórmula de Smalian considera el diámetro mayor, el diámetro menor (expresados en metros) y una longitud constante de cada dos metros. Finalmente, estos tres valores se suman: Volumen real = $v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + \dots + v_n$.

La relación del volumen del cilindro respecto del volumen real, da como resultado el factor de forma (ff) para cada tipo de bosque (BN y SSP). El promedio de los 10 árboles es el valor del factor de forma.

$$ff = \frac{\text{volumen total cilindro (1,30m dap)}}{\text{volumen real}} \dots \text{Detlefsen y Somarriba (2012)}$$

2.7. Análisis de datos

Una vez realizadas las mediciones en campo para latizales, fustales y brinzales, se procedió a obtener los valores de las variables planteadas:

1- Volumen árbol total: expresado en (m^3/ha)

$$V_{at} = \pi/4 * dap^2 * L * ff \dots \text{Detlefsen y Somarriba (2012)}$$

$$\text{donde: } \pi/4 = \frac{3,1416}{4} = 0,7854$$

Donde:

dap = diámetro a la altura del pecho a 1,30m de altura del suelo (cm)

L = altura total (m)

ff = factor de forma

Primeramente, antes de calcular el volumen, se determinó el factor de forma tanto para el bosque natural (BN) y para el sistema silvopastoril (SSP), utilizando 10 árboles en BN y 10 en SSP. Estos fueron talados y se hicieron mediciones para establecer la relación entre el volumen del cilindro sobre el volumen real (Detlefsen y Somarriba 2012). El valor del factor de forma resultante promedio es:

- BN, ff = 0,593779559855002
- SSP, ff = 0,729052471950791

2- Área basal: expresado en (m^2/ha).....Detlefsen y Somarriba (2012)

$$A_b = \pi/4 * dap^2$$

3- Cobertura: expresado en (%)

$$\% \text{ cobertura} = \frac{a * o * n * 100}{at}$$

Donde:

a = área de copa (m^2)..... $a = \pi/4 * dc^2$ dc = diámetro de copa

o = oclusión (%).....factor oclusión = 0,25

n = número de árboles en parcela

at = área de la parcela (m^2)

2.8. *Tamaño de la muestra, del número de árboles de pino por cortar*

Del área de aprovechamiento aún intacta en el Plan Operativo N° CO-0311-004-00646-2014 (2014-2015), la cual corresponde a 20 hectáreas, quedaron 15,98 hectáreas aún no aprovechadas, luego del aprovechamiento en el bosque natural. Con éste último espacio, se planificó realizar el aprovechamiento de árboles por tipos de bosque, como el bosque natural y el sistema silvopastoril, con el objetivo de compararlos en el aserrío maderable, de acuerdo a las variables volumen maderable (pt), rendimiento (%), productividad (pt/h) y calidad de la madera.

En el presente caso, también se cuenta con población conocida. El objetivo es determinar el número de árboles que sean representativos de la población para cortarlos y evaluarlos mediante el aserrío, de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$n = \frac{(t^2 \times cv^2)}{E\%^2 + \frac{(t^2 \times cv^2)}{N}} \dots\dots\dots \text{Orozco y Brumér (2002)}$$

Donde:

- n : Tamaño de la muestra
- N : Tamaño de la población
- t : Valor de la tabla “t” de student, con 49 GL
- cv : Coeficiente de variación del volumen
- E% : Error de muestreo

Con la información obtenida de los datos reales (dap), tomados en campo y basados en 20 parcelas de medición en fustales, se identificaron, en cada parcela, árboles que tuvieran el diámetro mínimo de corta de 30 cm en el dap, de acuerdo con el Decreto 98-2007 de la Ley Forestal de áreas protegidas y vida silvestre, utilizado como guía en el corte de árboles para aserrío (Tadeo 2007, Chavarría 2010 y Apaza 2011). En ese sentido, de acuerdo con el inventario realizado y el número de árboles mayores de 30 cm de dap, existen 259 árboles en las 20 parcelas (3 hectáreas). Al proyectar esta cifra al total del área, que es de 20 hectáreas, el número asciende a 1,724 árboles. Asimismo, cada parcela en promedio cuenta con 16 árboles:

Total de árboles (N°)	: 1.724,5
Árboles x parcela (N°)	: 16,19
N	: 50
GL	: 49
“t” GL = 49	: 2,005
CV%	: 17,67
E%	: 6,87
n	: 106,53
i	: 19,94%
“n” estimado	: 21,24

Al aplicar la ecuación para determinar el tamaño de la muestra, el resultado final indica que se debe cortar 21 árboles. Sin embargo, considerando que la población es conocida (1.724 árboles), se decidió que el tamaño de la muestra finalmente correspondiera a 25 árboles, con el objetivo de obtener mayor representatividad en la zona de estudio.

Para cortar los 25 árboles, es importante considerar que se tienen dos tipos de bosque:

- Bosque Natural (BN): bosque de pino sin pastoreo por ganado, 25 árboles.
- Bosque de Sistema Silvopastoril (SSP): bosque de pino bajo pastoreo por ganado, 25 árboles.

2.9. *Intensidad y porcentaje de muestreo*

Por cada tipo de bosque, se cortarán 25 árboles como muestra, número que es representativo en un 19,94% del total del área de la población. Este porcentaje corresponde a una superficie de 15,98 hectáreas para el tipo de bosque denominado bosque natural. En el tipo de bosque de sistema silvopastoril, también se cortarán 25 árboles.

Es importante destacar que, de las 20 parcelas, solo quedan 16 en condiciones intactas (15,98 ha). Por lo tanto, los 25 árboles de la muestra para bosque natural y 25 árboles para sistema silvopastoril a cortar, se dividieron entre las 16 parcelas de bosque natural y 16 parcelas de sistema silvopastoril, con el objetivo de ganar mayor representatividad.

2.10. *Corta de los árboles*

La corta de los árboles fue completamente al azar. En cada una de las 16 parcelas, tanto en bosque natural y sistema silvopastoril, se identificaron y seleccionaron los árboles que tuvieran el diámetro mínimo de corta de 30 cm en el dap, de acuerdo con el Decreto 98-2007, de la Ley Forestal de áreas protegidas y vida silvestre. Posteriormente, se eligieron al azar los árboles dentro de cada parcela (considerando que el dap sea mayor a 30 cm), de acuerdo con la fórmula de aleatorización del programa Excel. El número de árboles por parcela se describen en los cuadros siguientes, establecidos por tipo de bosque:

Cuadro 1. Ubicación georreferenciada de 25 árboles a cortar para el aserrío en bosque natural en Yamaranguila, Honduras.

N° parcela	Árboles a cortar	Árbol 1	Árbol 2	Árbol 1		Árbol 2	
		Dap	Dap	Este	Norte	Este	Norte
1	1	31		362415	1582894		
2	1	32		362428	1582970		
3	2	37	35	362393	1582958	362372	1582954
4	1	30		362384	1583031		
5	2	31	54	362395	1583148	362384	1583154
6	2	40	36	362359	1583134	362353	1583142
7	1	35		362312	1583035		
8	1		32			362236	1583099
9	2	43	35	362245	1583143	362223	1583156
10	2	44	37	362236	1583271	362234	1583273
11	2	46	31	362002	1583185	362011	1583177
12	1	32		362037	1583133		
13	1		41			362141	1583042
14	2	30	44	362094	1583053	362086	1583078
15	2	33	41	361948	1583092	361948	1583102
16	2	33	31	361925	1583009	361926	1582995
Total	25	14	11				

Cuadro 2. Ubicación georreferenciada de 25 árboles a cortar para el aserrío en Sistema silvopastoril en Yamaranguila, Honduras.

N° parcela	Árboles a cortar	Árbol 1	Árbol 2	Árbol 1		Árbol 2	
		Dap	Dap	Este	Norte	Este	Norte
1	1	30		363125	1583190		
2	1	35		363067	1583148		
3	1	31		363057	1583098		
4	1	31		363051	1583057		
5	1	31		363035	1583015		
6	1	40		363034	1582959		
7	1	46		363033	1582907		
8	2	30	54	363024	1582884	363016	1582867
9	2	35	44	362971	1582829	362972	1582821
10	2	41	41	362954	1582758	362945	1582760
11	2	37	44	363004	1582746	362996	1582751
12	2	37	43	362951	1582707	362947	1582696
13	2	32	33	362949	1582663	362954	1582654
14	2	32	33	362974	1582613	362979	1582594
15	2	36	35	363033	1582561	363044	1582553
16	2	32	31	363022	1582602	363025	1582617
Total	25	16	9				

2.11. Variables evaluadas en el aserrío de pino

Se evaluaron las variables de: volumen producido (pt), rendimiento (%) y productividad (pt/h), de acuerdo con lo sugerido por Coronel de Renolfi (2012), ya que su implementación conduce a la eficiencia productiva. Finalmente, se evaluaron las variables de calidad en sus variantes de volumen en calidad A (pt) y volumen de calidad B (pt), recomendadas por el autor.

2.12. Mediciones y evaluaciones en troza:

Para obtener el volumen de las trozas, es importante realizar mediciones con el uso de cinta métrica:

- Diámetro mayor (m)
- Diámetro menor (m)
- Longitud (m)
- Defectos en troza (%)

2.13. Mediciones y evaluaciones en madera aserrada:

En el aserrío, las piezas de madera se deben medir dimensionalmente con la finalidad de obtener el volumen, cuantificar el número de defectos que poseen, para conocer la calidad de cada pieza por cada troza, y controlar el tiempo requerido para efectuar la operación del aserrío. Todas estas medidas se efectuaron tanto con la madera proveniente del bosque natural como la del sistema silvopastoril:

- Espesor (pulgadas)
- Ancho (pulgadas)

- Largo (pies)
- Defectos (%): nudos, bolsas de resina, entrecascos, pudrición, fendas, medidas no respetadas, humedad, manchas por hongos, madera de compresión, desviación de la fibra, madera, gema, grietas, médula.
- Calidad: de 0 a 20% de defectos = calidad A; de 21 a 100% de defectos = calidad B.
- Tiempo producido “Tp”: expresado en horas (h)

2.14. Análisis de datos en aserrío:

Una vez realizadas las mediciones en el aserrío, se procedió a obtener los valores de las variables planteadas:

Volumen de troza “Vt”: expresado en metros cúbicos (m³) y pies tablares (pt)

$$V_t = \frac{\pi}{4} * \frac{(d_{>} + d_{<})^2 * L}{2}$$

Donde:

$$\frac{\pi}{4} = \frac{3,1416}{4} = 0.7854$$

d_> : Diámetro mayor (m)

d_< : Diámetro menor (m)

L : Longitud (m)

Volumen producido “Vp”: expresado en pies tablares (pt).....Detlefsen y Somarriba (2012)

$$V_p = \frac{E'' * A'' * L'}{12}$$

Rendimiento: expresado en porcentaje (%)......Coronel de Renolfi (2012)

$$R\% = \frac{V_p}{V_t} * 100$$

Donde:

Vp : Volumen producido (pt)

Vt : Volumen total (pt)

Productividad: volumen producido sobre el tiempo en horas (pt/h).....Coronel de Renolfi (2012)

$$P = \frac{V_p}{T_p}$$

Donde:

Vp : Volumen producido (pt)

Tp : Tiempo producción (h)

Volumen en calidad A: expresado en pies tablares (pt).....Detlefsen y Somarriba (2012)

$$V_{pA} = \frac{E'' * A'' * L'}{12}$$

Volumen en calidad B: expresado en pies tablares (pt).....Detlefsen y Somarriba (2012)

$$V_{pB} = \frac{E'' \times A'' \times L'}{12}$$

Donde:

E'': Espesor (pulgadas)

A'': Ancho (pulgadas)

L': Longitud (pies)

2.15. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con la ayuda del software *InfoStat* versión 2013. Consistió en comparar las medias de las variables entre un bosque de pino natural BN versus un bosque silvopastoril SSP, a través de la prueba de "t" para muestras independientes.

VARIABLES: volumen árbol en pie, área basal, porcentaje de cobertura, volumen de trozas, volumen de madera aserrada, rendimiento, productividad, volumen en calidad A y volumen en calidad B.

a) Hipótesis:

H₀: $\mu_{BN} = \mu_{SSP}$

H₁: las medias difieren

b) Supuestos:

- Normalidad (a través del gráfico Q-Q Plot).
- Homogeneidad de Varianzas (gráfico de dispersión Residuos vs. Predichos)
- Independencia

c) Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta

μ = media general

B_i = efecto del i-ésimo tipo de bosque

E_{ij} = termino de error

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Composición del bosque de *Pinus oocarpa* basado en el área basal, volumen en pie y cobertura en fustales; área basal y volumen en pie en latizales, y por la abundancia en brinzales

En el cuadro 3, se aprecian los datos de las dos fincas identificadas para realizar el inventario a nivel fustal, latizal y brinzal, por cada tipo de bosque. Se muestra el área total de la finca, el área de bosque, el área de cultivos y el número de unidades animales, donde se verifica que solo el sistema silvopastoril cuenta con ganado. Asimismo, se indica el volumen de madera con que cuenta cada finca para realizar el aprovechamiento.

Cuadro 3. Aspectos biofísicos de las fincas seleccionadas por tipo de bosque, para la evaluación del bosque en Yamaranguila, Honduras.

Aspecto biofísico por tipo de bosque	Tipo de bosque por finca	
	Bosque natural (Finca 1)	Sistema silvopastoril (Finca 4)
Área total (ha)	70 (100%)	14 (100%)
Área bosque (ha)	67,9 (97%)	8,4 (60%)
Cultivos (ha)	2,1 (3%)	5,6 (40%)
Ganado (N°)	-	21
Unidades animales (UA/ha)	-	2,50
Volumen madera (m ³)	2.700	1.000
Componentes estudiados	Madera	Madera + ganado

3.1.1. FUSTALES

3.1.1.1. Abundancia

En el cuadro 4, se observa que, en cuanto a la abundancia, el bosque natural registra un mayor número de especies (10). La especie *Pinus oocarpa* (pino) representa el 98% (663,3 ind/ha) del número total de individuos, seguida por *Quercus sapotifolia* (encino) y *Tabebuia rosea* (roble blanco). La calidad del fuste posee características de bueno (98,7%), medio (1,1%) y malo (0,1%). En cuanto al estado fitosanitario, los individuos por especie estuvieron sanos en un 100%.

En contraste, el bosque de sistema silvopastoril solo presenta dos especies: el *Pinus oocarpa* (pino), que representa el 99% (453,3 ind/ha), y *Tabebuia rosea* (roble blanco) con casi el 1%. El menor número de especies se debe a que la presencia de ganado causa que solo permanezcan las especies más resistentes al pastoreo, el cual impide la recuperación del bosque mediante regeneración natural. Ejemplo de ello es que, en cuanto a calidad de fuste, el 70,2% de individuos se clasifican como bueno, 8,1% medio y 21,7% malo. Respecto del estado fitosanitario, 2,5% se categoriza como sano, 2,5% regular y 95% enfermo, estos valores son un indicativo del efecto causado por las vacas en este tipo de bosque.

Al respecto, en el departamento de Jutiapa en Guatemala, en un bosque de *Pinus oocarpa* a 1500 msnm, se encontraron 100 ind/ha y un área basal de 8 m²/ha, para categorías diamétricas que van

desde 10 cm hasta 54 cm de dap. Las especies que dominan dicho bosque de conífera son el pino con 93,4% y el encino 6,6% (Paiz, 1994).

3.1.1.2. Dominancia

En el cuadro 4, se observa que el valor del área basal por hectárea en el bosque natural es de 28,632 m²/ha, donde la especie pino predomina con 28,406 m²/ha, seguida por el encino con solo 0,114 m²/ha, el roble blanco con 0,042 m²/ha y la suma de otras especies con 0,070 m²/ha. Respecto del sistema silvopastoril (Total = 18,875 m²/ha), el pino registra 18,724 m²/ha y, finalmente, el roble blanco con 0,152 m²/ha. En ambos tipos de bosque, la especie *Pinus oocarpa* es la predominante con 99,2 %.

3.1.1.3. Frecuencia

En el cuadro 4, se aprecia que el pino se encuentra en el 100% de las parcelas inventariadas, tanto en el bosque natural y sistema silvopastoril. Existe un mayor número de especies (10) en el bosque natural, donde el encino ocupa el 55% de las parcelas, el roble blanco el 25% y tanto el jutujumo como zapotillo corresponden al 10%. Finalmente, el conjunto de otras especies representa solo el 5% de las parcelas.

3.1.1.4. IVI

En el cuadro 4, las especies pino, encino y roble blanco engloban el 93,08% de valor del IVI de un total de 10 especies existentes. En bosque natural, el pino representa el 80,59% del valor del IVI total. Estos datos concuerdan con Chavarría (2010), quien indica que el pino, encino y roble son las especies más importantes. A diferencia, en sistema silvopastoril, solo existen dos especies (pino y roble blanco) que representan el 100% del IVI. Aquí, el pino representa el 93,93% del valor del IVI. En ambos tipos de bosque BN y SSP, el pino es la especie predominante. De acuerdo con Chavarría (2010), a partir de estudios realizados en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras, la especie pino es la más importante 42%.

3.1.1.5. Área basal (m²/ha)

Respecto del área basal en fustales (cuadro 4), los resultados estadísticos mostraron que existen diferencias estadísticas entre las medias de los tipos de bosque BN y SSP ($p < 0,0001$) con una confianza del 95%. El bosque natural posee una media del área basal de 28,632 m²/ha, cuyo valor es de aproximadamente 9,757 m²/ha mayor que el sistema silvopastoril (18,875 m²/ha). En ambos tipos de bosque, el pino es la especie dominante con 99,2%.

3.1.1.6. Volumen (m³/ha)

Los resultados estadísticos respecto de esta variable mostraron que existen diferencias estadísticas entre las medias de los tipos de bosque BN y SSP ($p < 0,0001$) con una confianza del 95%. El bosque natural posee una media de volumen de 327,25 m³/ha, cuyo valor es 129,97 m³/ha mayor que el sistema silvopastoril (198,34 m³/ha). En el cuadro 4, se observa que el volumen del pino en bosque natural representa el 99,7% (326,16 m³/ha) y las otras 09 especies solo el 0,3% (1,09 m³/ha). Para los SSP, solo se registraron dos especies, de las cuales el pino representa el 99,47% (197,28 m³/ha) y roble blanco 0,53% (1,06 m³/ha).

3.1.1.7. Cobertura (%)

Respecto de la cobertura (%) en fustales, los resultados estadísticos para esta variable mostraron que existen diferencias estadísticas entre las medias de los tipos de bosque BN y SSP ($p=0,0289$) con una confianza del 95%. El bosque natural posee una media de cobertura de 265,28%, superior al sistema silvopastoril (196,31%). En el cuadro 4, se observa que el pino representa el 99% del bosque natural (262,36% de cobertura) y las otras 09 especies solo el 1% (2,92% de cobertura). En el caso de los sistemas silvopastoriles, de dos especies existentes, el pino representa el 99.5% (195,35% de cobertura) y roble blanco 0,50% (0,97% de cobertura).

En el bosque SSP, el ganado bajo pastoreo impide la existencia de especies >10 cm de dap. Estas se reducen solo a dos especies (pino y el roble blanco), lo cual genera un fuerte impacto sobre la regeneración natural. La escasez de otras especies en el SSP (que si se encuentran en el BN), puede estar asociada a las malas prácticas de manejo que los productores aplican a la regeneración natural, como chapias constantes o eliminación de individuos (Chavarría, 2010).

En la zona occidental de Honduras, se reporta una cobertura media del sistema silvopastoril (pasto bajo pino) de 43% con 156 ind/ha y un volumen de 71,52 m³/ha (Chavarría, 2010). Este valor se considera muy bajo en comparación los resultados del sistema silvopastoril en este estudio, donde el bosque era más denso (453 ind/ha), y con un volumen de 198,34 m³/ha. Probablemente, la diferencia se debe a que el impacto del ganado sobre los bosques aún no ha generado riesgo.

Cuadro 4. Estructura del bosque natural “BN” y bosque de sistema silvopastoril “SSP” de *Pinus oocarpa* en FUSTAL.

Tipo de bosque	Especie	Abund. absoluta (N°/ha)	Abund. relativa (%)	Domin. absoluta (m²/ha)	Domin. relativa (%)	Frecue. absoluta n/N (%)	Frecue. relativa (%)	IVI (%)	Cobert (%)	Vol. (m³/ha)	Calidad Fuste bueno	Calidad Fuste medio	Calidad Fuste malo	Estado Fitos sano	Estado Fitos regular	Estado Fitos enfermo
BN	Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	663,3	98,13	28,406	99,21	100,00	44,44	80,59	262,36	326,16	1.967	19	4	1.990	0	0
	Encino (<i>Quercus sapotifolia</i>)	6,3	0,94	0,114	0,40	55,00	24,44	8,59	1,25	0,57	19	0	0	19	0	0
	Roble blanco (<i>Tabebuia rosea</i>)	3,0	0,44	0,042	0,15	25,00	11,11	3,90	0,51	0,21	9	0	0	9	0	0
	Garrobo (<i>Ceratonia siligua</i>)	0,7	0,10	0,013	0,05	5,00	2,22	0,79	0,09	0,04	0	2	0	2	0	0
	Jutujumo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	0,7	0,10	0,007	0,02	10,00	4,44	1,52	0,27	0,03	2	0	0	2	0	0
	Zapotillo (<i>Clethra macrophylla</i>)	0,7	0,10	0,007	0,02	10,00	4,44	1,52	0,17	0,03	2	0	0	2	0	0
	Niño desnudo (<i>Bursera simaruba</i>)	0,3	0,05	0,030	0,11	5,00	2,22	0,79	0,21	0,14	1	0	0	1	0	0
	Pimientilla (<i>Myrcia splendens</i>)	0,3	0,05	0,003	0,01	5,00	2,22	0,76	0,07	0,02	0	1	0	1	0	0
	Sangre de toro (<i>Viola koschnyi</i>)	0,3	0,05	0,004	0,02	5,00	2,22	0,76	0,07	0,02	1	0	0	1	0	0
Zapote (<i>Pouteria sapota</i>)	0,3	0,05	0,005	0,02	5,00	2,22	0,76	0,28	0,03	1	0	0	1	0	0	
Total general BN		676,0	100,00	28,632	100,00	225,0	100,0	100,0	265,28	327,25	2.002	22	4	2.028	0	0
SSP	Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	453,3	99,27	18,724	99,20	100,00	83,33	93,93	195,35	197,28	962	101	297	31	33	1.296
	Roble blanco (<i>Tabebuia rosea</i>)	3,3	0,73	0,152	0,80	20,00	16,67	6,07	0,97	1,06	0	10	0	4	1	5
Total general SSP		456,7	100,00	18,875	100,00	120,0	100,0	100,0	196,31	198,34	962	111	297	35	34	1.301

Fustal: > 10 cm de dap
(Cohdefor 1998; Cordero y Boshier 2003; ICF 2011; ICF 2013)

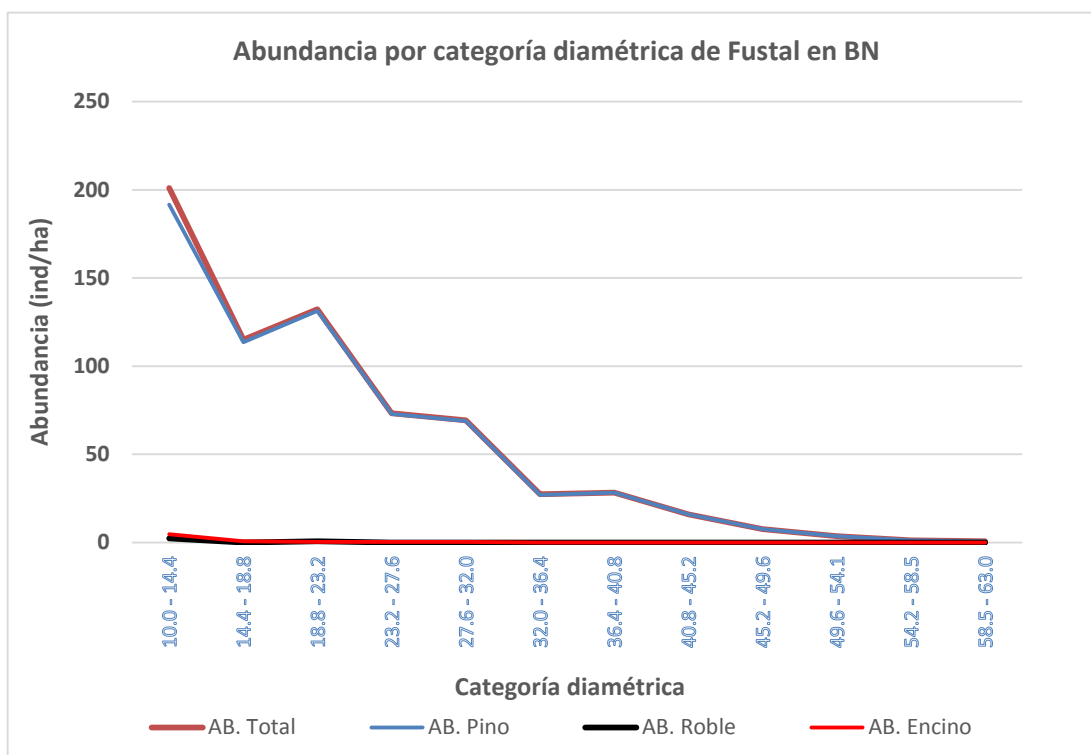


Figura 3. Abundancia de los fustales en el Bosque natural (BN).

En la Figura 3, se muestra que el número de individuos por hectárea (abundancia) es mayor (201 ind/ha) en la clase diamétrica más baja (10,0-14,4) y disminuye conforme aumenta la clase diamétrica a una tasa de 18 ind/ha, similar a una jota “J” invertida. Esta es una característica de los bosques heterogéneos e indica que el bosque es dinámico y no requiere de intervenciones específicas para mantener la estructura existente (Orozco y Brumér, 2002).

Chavarría (2010) señala una tendencia bastante similar, que describe como una correlación negativa muy marcada entre el número de individuos por clase diamétrica a medida que aumentan las clases diamétricas. El autor asocia esta tendencia, en primer lugar, a la reducción de cobertura que efectúan los productores para proteger las pasturas, y en segundo lugar, a la presencia de especies arbustivas de diámetros pequeños, que aumentarían el número de individuos en las clases inferiores y no así en las clases superiores. Sin embargo, la especie pino representa el 98,13%, el encino el 0,94%, el roble blanco el 0,44% y otras especies el 0,49%, del total de individuos de fustales en el tipo de bosque natural (ver cuadro 4). Por lo tanto, al verificar la figura 1, el pino es la especie que determina el total de la tendencia del número de individuos por hectárea, de un total de 10 especies existentes.

En la figura 4, se muestra el área basal total del bosque natural (28,632 m²/ha). Las categorías diamétricas de 18,8-23,2 (4,56 m²/ha) y 27,6-32,0 (4,81 m²/ha) presentan los mayores valores, seguidos de 23,2-27,6 (3,69 m²/ha) y 36,4-40,8 (3,27 m²/ha). Los valores de la categoría diamétrica 36,4-40,8, ocupan la zona media de la gráfica, donde se ubican los diámetros, generalmente, aprovechables. Los valores del área basal más bajos se encuentran en las categorías diamétricas más altas.

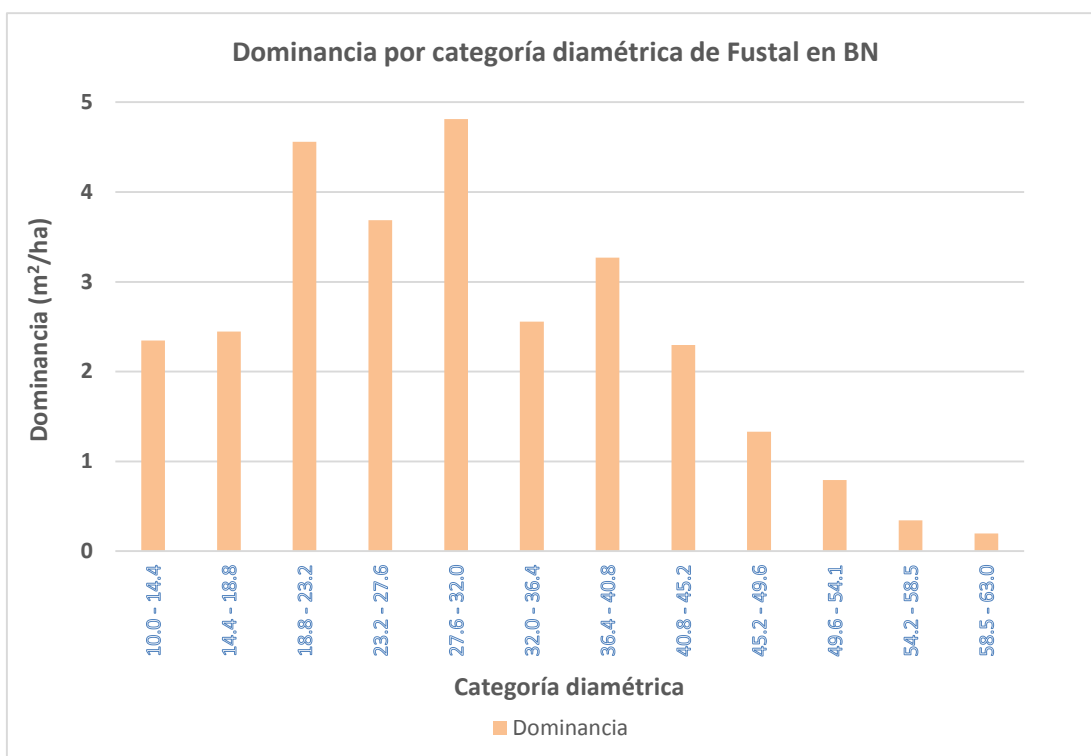


Figura 4. Dominancia de los fustales en el bosque natural (BN).

La dominancia del pino (ver cuadro 4) en el bosque natural es de 28,41 m²/ha. Este representa el 99,21% de toda el área, en contraste con otras especies que, juntas, suman 0,226 m²/ha (0,79%). Estas cifras indican que el pino domina el sitio y es la especie más abundante, lo cual puede deberse a factores del lugar como profundidad del suelo, drenaje y fertilidad, entre otros (Orozco y Brumér, 2002). Además, las copas del pino ocupan mucha área y reciben mucha iluminación directa, de acuerdo con lo indicado por Orozco y Brumér (2002), según quienes existe una correlación lineal relativamente alta entre la copa y el dap.

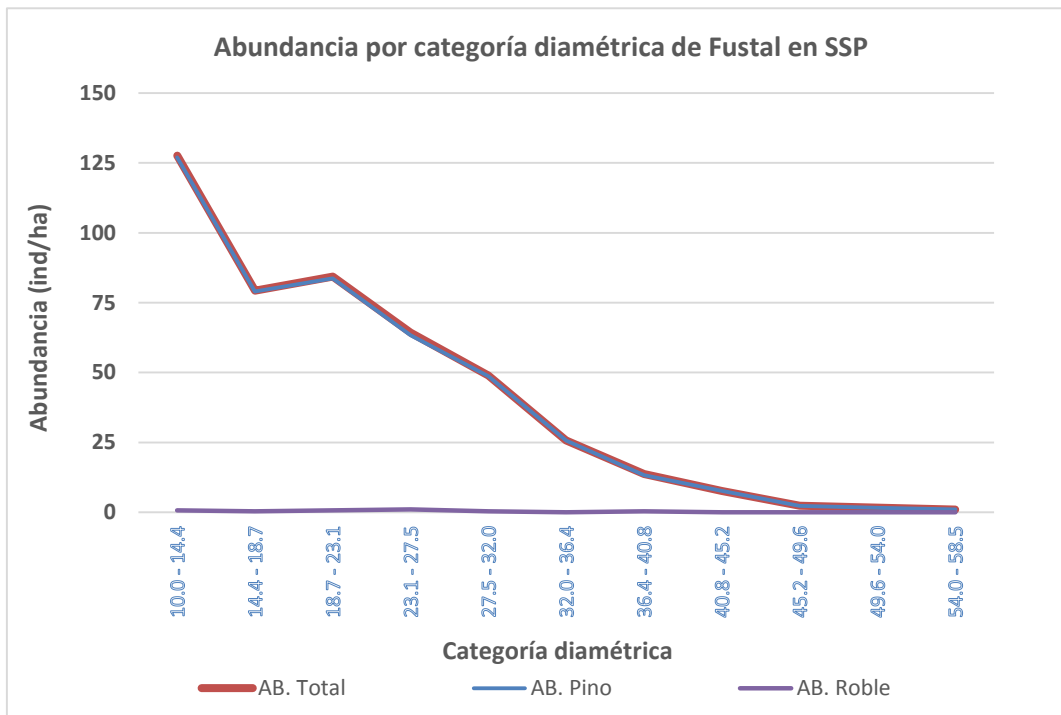


Figura 5. Abundancia de los fustales en el Sistema silvopastoril (SSP).

La Figura 5 muestra que el número de individuos por hectárea, en el SSP, presenta un comportamiento similar al bosque natural. El número es mayor (127 ind/ha) en la clase diamétrica más baja (10,0-14,4) y disminuye conforme aumenta la clase diamétrica a una tasa de 12 ind/ha, parecida a una jota “J” invertida. En las 20 parcelas evaluadas a árboles >10 cm de dap, solo se encontraron las especies pino y roble blanco, con un 99,27% y 0,73% de representatividad, respectivamente (Cuadro 4).

En el caso del sistema silvopastoril, la abundancia del pino determina la tendencia del número de individuos por hectárea. En este sistema, solo se reportaron dos especies fustales, posiblemente, debido al impacto del ganado mediante el pastoreo, el cual reduce el número de especies a pino y roble blanco. Al respecto, Pérez (2006) indica que el tránsito de vacas genera compactación del suelo, la cual puede afectar el flujo de agua y la estabilidad estructural del suelo, y generar procesos de erosión. En bosques de pino en Nicaragua, Calderon y Solís (2012) encontraron que el número de individuos en bosques sin presencia de vacas es de 292 y 246 ind/ha. En contraste, en otro bosque bajo pastoreo, solo encontraron 69 ind/ha. Esta diferencia se atribuye al deterioro causado por el pastoreo intensivo (presencia de 50 cabezas de ganado), que impide la regeneración natural.

El comportamiento del área basal (figura 6) respecto de la categoría diamétrica se asemeja a una distribución normal. El SSP posee un área basal total de 18,875 m²/ha. Los valores más altos se encuentran en las 4 categorías diamétricas, que van desde de 18,8 cm hasta los 36,4 cm de dap, donde ocupan la zona media de la gráfica, donde se ubican los diámetros, generalmente, aprovechables. El pino tiene una dominancia de 18,724 m²/ha, el cual representa el 99,2% de toda el área, y el roble de 0,152 m²/ha (0,80%). El pino de SSP domina el sitio tanto en abundancia como dominancia, a pesar del impacto negativo del pastoreo, que ha impedido la existencia de otras especies en fustales y ha provocado que el área basal en este tipo bosque (SSP) sea menor que en el bosque natural.

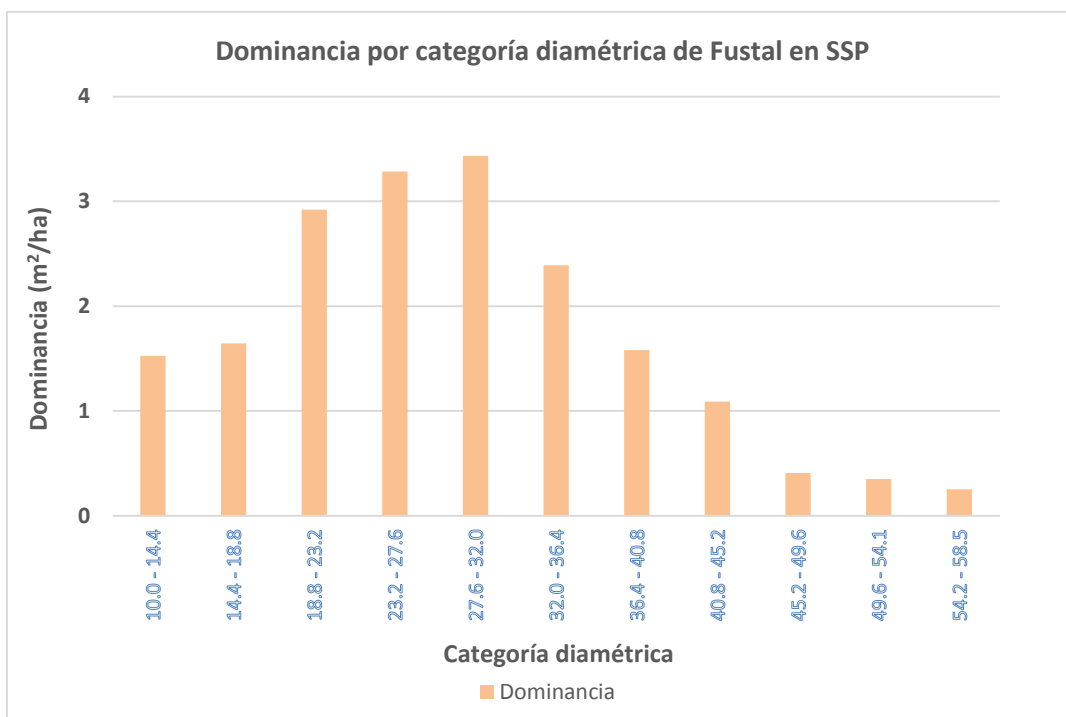


Figura 6. Dominancia de los fustales en el sistema silvopastoril (SSP).

3.1.2. LATIZALES

3.1.2.1. Abundancia

Se observa, en el cuadro 5, que el bosque natural registra un número de 25 especies, con un total de 1.528 individuos por hectárea. Las especies más representativas son el *Pinus oocarpa* (pino) con 38,05% (581 ind/ha), *Pithecellobium dulce* (cola de venado) con 21,03% (321 ind/ha), *Naucleopsis naga* (palo amargo) con 15,10% (230 ind/ha), *Quercus sapotifolia* (encino) 5,93% (90 ind/ha). Las otras 21 especies representan el 20% restante con 304 ind/ha. El bosque de sistema silvopastoril registra un número de 17 especies y suma 880 individuos por hectárea. Las especies más representativas son el *Pinus oocarpa* (pino) con 51,06% (449 ind/ha), *Pithecellobium dulce* (cola de venado) con 35,60% (313 ind/ha). Las otras 15 especies representan el 13% restante con 117 ind/ha.

El menor número de especies y de individuos por hectárea (casi en un 50% menos) en SSP, indica que la presencia de ganado ha causado que solo permanezcan las especies más resistentes al impacto del pastoreo, el cual impide la recuperación de otras especies mediante la regeneración natural. Paiz (1994) reporta una cifra similar en esta categoría de diámetro, con 931 ind/ha a 1500 msnm, en Guatemala. En bosques de pino en Nicaragua, con la incidencia de 50 cabezas de ganado, el bosque solo ha reportado 69 ind/ha (Calderon y Solís 2012). En bosques de pino bajo pastoreo en Copán, Honduras, Chavarría (2010) ha reportado entre 82 y 289 ind/ha, con la predominancia del pino.

El mayor número de especies e individuos observados en latizales de SSP, se debe a que la mayoría de especies posee un grado de resistencia al ganado bajo pastoreo.

3.1.2.2. Dominancia

El valor del área basal por hectárea en el bosque natural (cuadro 5) es de 2,298 m²/ha. Aquí, la especie *Pinus oocarpa* (pino) predomina con 1,627 m²/ha con 70.8%, seguido por *Quercus sapotifolia* (encino) con 0,177 m²/ha, luego *Pithecellobium dulce* (cola de venado) con 0,119 m²/ha, *Naucleopsis naga* (palo amargo) con 0,075 m²/ha y 0,298 m²/ha la suma de otras especies. En el sistema silvopastoril (Total = 1,319 m²/ha), el pino registra 1,088 m²/ha con el 82,47%, cola de venado 0,099 m²/ha (7,54%), roble blanco 0,06 m²/ha (4,53%), encino 0,05 m²/ha (3,78%) y, finalmente, otras especies suman con 0,022 m²/ha (1,68%). En ambos tipos de bosque, la especie *Pinus oocarpa* es la predominante, aunque dicha predominancia se ha visto reducida en los fustales para BN (70,8%) y en SSP (72,5%). Estos últimos porcentajes se deben al aumento del número de especies y de individuos por especies en latizales.

3.1.2.3. Frecuencia

En el bosque natural (cuadro 5), el pino se encuentra en el 100% de las parcelas inventariadas, seguido de encino con 85%, cola de venado y palo amargo con 80%, jutujumo y pimientilla con 60% y el restante de especies en menos del 45% de las parcelas. En cuanto a SSP, igualmente, el pino está presente en el 100% de las parcelas muestreadas, le sigue cola de venado con 65%, encino 35% y las otras especies en menos del 20% de las parcelas.

3.1.2.4. IVI

En el cuadro 5, las especies pino, cola de venado, palo amargo y encino engloban el 70,54% de valor del IVI de un total de 25 especies existentes. El pino representa el 40,60%, cola de venado el 12,18%, palo amargo el 9,56%, encino el 8,20% y otras especies el 29,46% del valor del IVI total en bosque natural. Algunas de las especies más representativas concuerdan con lo indicado por Chavarría (2010), quien señala que el pino y encino son de las especies más importantes. En el SSP existen 17 especies. El pino, cola de venado, encino y roble blanco representan el 84,65% y el 15,37% están representadas por otras especies del total del IVI. El pino representa 40,60% en BN y 54,64% en SSP. En ambos tipos de bosque BN y SSP, el pino es la especie más abundante y de mayor importancia ecológica. Es también el de mayor importancia comercial, junto a roble blanco y encino.

3.1.2.5. Área basal (m²/ha)

Respecto del área basal en latizales (cuadro 5), los resultados estadísticos mostraron que existen diferencias estadísticas entre las medias de los tipos de bosque BN y SSP ($p=0,0069$) con una confianza del 95%. El bosque natural posee una media del área basal de 2,298 m²/ha, cuyo valor es mayor que el de sistema silvopastoril (1,319 m²/ha). En ambos tipos de bosque, el pino es la especie dominante con 70,84% (BN) y 82,47% (SSP).

3.1.2.6. Volumen (m³/ha)

En cuanto al volumen total en latizales, los resultados estadísticos mostraron que existen diferencias estadísticas entre las medias de los tipos de bosque BN y SSP ($p=0,0391$) con una confianza del 95%. El bosque natural posee una media de volumen de 7,50 m³/ha, cuyo valor que es mayor que el sistema silvopastoril (4,87 m³/ha). En el cuadro 5, se observa que, en el bosque natural, el volumen del pino

representa el 79,27% (5,95 m³/ha) y las otras 24 especies solo el 20,73%. En el caso de los SSP, el pino representa el 89,58% (4,369 m³/ha) y las otras 16 especies el 10,42%.

El pino, como especie comercial más importante en la zona de Yamaranguila, Honduras, tiene una gran representatividad y predominancia. Los valores de abundancia, dominancia, frecuencia, IVI y volumen aseguran el aprovisionamiento de madera para los futuros aprovechamientos. El efecto del pastoreo ha generado que la representatividad del pino sea mayor en el bosque de SSP (17 especies), debido a la ausencia de algunas especies que sí existen en el bosque natural (25 especies). Por ejemplo, en cuanto a abundancia de individuos 51% en SSP y en BN 38%, en dominancia con 82,4% en SSP y en BN 70,8%, en cuanto al IVI con 54,46% en SSP y en BN 40,6%. Sin embargo, en unidades absolutas, los valores de esta especie en BN son mayores.

Cuadro 5. Estructura del bosque “BN” y “SSP” de *Pinus oocarpa* en LATIZAL.

Tipo de bosque	Especie	Ab. absoluta (N°/ha)	Ab. relativa (%)	Dom. absoluta (m ² /ha)	Dom. relativa (%)	Frec. absoluta n/N (%)	Frec. relativa (%)	IVI (%)	Vol. (m ³ /ha)
BN	Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	581,33	38,05	1,6277	70,84	100,00	12,90	40,60	5,9488
	Cola de venado (<i>Pithecellobium dulce</i>)	321,33	21,03	0,1190	5,18	80,00	10,32	12,18	0,2337
	Palo amargo (<i>Naucleopsis naga</i>)	230,67	15,0	0,0752	3,27	80,00	10,32	9,56	0,1564
	Encino (<i>Quercus sapotifolia</i>)	90,67	5,93	0,1770	7,70	85,00	10,97	8,20	0,4400
	Zapotillo (<i>Clethra macrophylla</i>)	41,33	2,71	0,0671	2,92	45,00	5,81	3,81	0,1682
	Jutujumo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	38,67	2,53	0,0432	1,88	60,00	7,74	4,05	0,1472
	Pimientilla (<i>Myrcia splendens</i>)	38,67	2,53	0,0158	0,69	60,00	7,74	3,65	0,0324
	Palo de jabon (<i>Sapindus saponaria</i>)	33,33	2,18	0,0228	0,99	30,00	3,87	2,35	0,0461
	Garrobo (<i>Ceratonia siligua</i>)	24,00	1,57	0,0173	0,75	35,00	4,52	2,28	0,0321
	Roble blanco (<i>Tabebuia rosea</i>)	22,67	1,48	0,0734	3,19	30,00	3,87	2,85	0,1875
	Taco (<i>Hernandia sonora</i>)	22,67	1,48	0,0049	0,21	35,00	4,52	2,07	0,0084
	Niño desnudo (<i>Bursera simaruba</i>)	18,67	1,22	0,0234	1,02	20,00	2,58	1,61	0,0425
	Hoja blanca (<i>Buddleia americana</i>)	12,00	0,79	0,0013	0,05	15,00	1,94	0,93	0,0012
	Jasmin (<i>Jasminum fruticans</i>)	12,00	0,79	0,0127	0,55	5,00	0,65	0,66	0,0249
	Sal de venado (<i>Laguncularia racemosa</i>)	10,67	0,70	0,0045	0,20	20,00	2,58	1,16	0,0088
	Cirin (<i>Symphonia globulifera</i>)	5,33	0,35	0,0014	0,06	15,00	1,94	0,78	0,0016
	Guayaba (<i>Psidium guajaba</i>)	5,33	0,35	0,0024	0,10	10,00	1,29	0,58	0,0039
	Barba de viejo (<i>Abarema idiopoda</i>)	4,00	0,26	0,0009	0,04	10,00	1,29	0,53	0,0016
	Cera (<i>Myrcia cerifera</i>)	4,00	0,26	0,0023	0,10	10,00	1,29	0,55	0,0035
	Chiribito (<i>Calea urticifolia</i>)	2,67	0,17	0,0002	0,01	5,00	0,65	0,28	0,0002
	Escobilla (<i>Thovinidium globulifera</i>)	2,67	0,17	0,0008	0,04	5,00	0,65	0,29	0,0010
	Mora (<i>Maclura finctoria</i>)	1,33	0,09	0,0001	0,00	5,00	0,65	0,25	0,0001
	Palo de zorro (<i>Alvaradoa amorphoides</i>)	1,33	0,09	0,0004	0,02	5,00	0,65	0,25	0,0005
	Quebracho (<i>Cojoba arborea</i>)	1,33	0,09	0,0001	0,00	5,00	0,65	0,25	0,0001
	Sangre de toro (<i>Virola koschhyi</i>)	1,33	0,09	0,0038	0,16	5,00	0,65	0,30	0,0134
Total general BN		1.528,0	100,00	2,298	100,00	775,00	100,00	100,0	7,5042
SSP	Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	449,33	51,061	1,088	82,47	100,00	29,85	54,46	4,3690
	Cola de venado (<i>Pithecellobium dulce</i>)	313,33	35,606	0,099	7,54	65,00	19,40	20,85	0,1917
	Encino (<i>Quercus sapotifolia</i>)	32,00	3,636	0,050	3,78	35,00	10,45	5,96	0,1204
	Roble blanco (<i>Tabebuia rosea</i>)	22,67	2,576	0,060	4,53	10,00	2,99	3,36	0,1570
	Mora (<i>Maclura finctoria</i>)	13,33	1,515	0,004	0,29	15,00	4,48	2,09	0,0063
	Barba de viejo (<i>Abarema idiopoda</i>)	10,67	1,212	0,001	0,10	15,00	4,48	1,93	0,0017

Tipo de bosque	Especie	Ab. absoluta (N°/ha)	Ab. relativa (%)	Dom. absoluta (m ² /ha)	Dom. relativa (%)	Frec. absoluta n/N (%)	Frec. relativa (%)	IVI (%)	Vol. (m ³ /ha)
	Palo amargo (<i>Naucleopsis naga</i>)	9,33	1,061	0,003	0,24	20,00	5,97	2,42	0,0058
	Cirin (<i>Symphonia globulifera</i>)	8,00	0,909	0,002	0,14	15,00	4,48	1,84	0,0024
	Jasmin (<i>Jasminum fruticans</i>)	4,00	0,455	0,004	0,29	5,00	1,49	0,74	0,0066
	Pimientilla (<i>Myrcia splendens</i>)	4,00	0,455	0,001	0,10	15,00	4,48	1,68	0,0027
	Garrobo (<i>Ceratonia siligua</i>)	2,67	0,303	0,001	0,06	5,00	1,49	0,62	0,0009
	Palo de jabon (<i>Sapindus sapinaria</i>)	2,67	0,303	0,001	0,09	10,00	2,99	1,13	0,0031
	Palo de zorro (<i>Alvaradoa amorphoides</i>)	2,67	0,303	0,001	0,10	5,00	1,49	0,63	0,0020
	Chiribito (<i>Calea urticifolia</i>)	1,33	0,152	0,000	0,01	5,00	1,49	0,55	0,0001
	Conrodo (<i>Astronium graveolens</i>)	1,33	0,152	0,003	0,20	5,00	1,49	0,61	0,0057
	Hoja blanca (<i>Buddleia americana</i>)	1,33	0,152	0,000	0,03	5,00	1,49	0,56	0,0006
	Total general SSP	880,00	100,00	1,319	100,00	335,00	100,00	100,00	4,8773

Latizal: > 1,5 m de altura y < 9,9 cm de dap (Cohdefor 1998; Cordero y Boshier 2003; ICF 2011; ICF 2013).

3.1.3. BRINZALES

3.1.3.1. Abundancia

En el cuadro 6, se observa que el bosque natural registra un número de 29 especies, con lo cual suma 2480 individuos por hectárea. Las especies más representativas son el *Myrcia cerifera* (cera) con 15.27% (378 ind/ha), *Pecluma pectinata* (helecho) con 13.98% (346 ind/ha), *Pithecellobium dulce* (cola de venado) con 10.97% (272 ind/ha), *Quercus sapotifolia* (encino) 7.96% (197 ind/ha), *Naucleopsis naga* (palo amargo) 7.53% (186 ind/ha), *Pinus oocarpa* (pino) 7.10% (176 ind/ha) y el resto de 23 especies representa el 37.2% restante con 922 ind/ha. El bosque de sistema silvopastoril (cuadro 6), registra un número de 25 especies y suma 2218 individuos por hectárea. Las especies más representativas son el *Pithecellobium dulce* (cola de venado) 18.03% (400 ind/ha), *Pecluma pectinata* (helecho) con 13.46% (298 ind/ha), *Pinus oocarpa* (pino) 12.02% (266 ind/ha), *Euphorbia pulcherrina* (pino) 9.62% (213 ind/ha) y el resto de 21 especies representa el 46.88% restante con 1040 ind/ha. Es de destacar que de 29 especies existentes en el BN, 22 se repiten en el brinzal del SSP.

El número total de individuos del BN es mayor en 262 individuos respecto del SSP. Sin embargo, al comparar específicamente la especie pino en brinzales, existen en SSP (266) más individuos que en el BN (176), a diferencia de los resultados en latizales y fustales donde el BN posee mayor abundancia. La mayor abundancia en latizales y fustales, se evidencia al verificar que el crecimiento en BN es mayor en 12% y en SSP de 1%. La explicación es que en SSP existe una mayor regeneración natural del pino en estado de brinzal, sin embargo, conforme el individuo va creciendo, las actividades de pastoreo, las actividades humanas y competencia entre especies sobre la regeneración natural reducen la población. Por lo tanto, los individuos que sobreviven al impacto presentan, en la mayoría de los casos, defectos de forma del fuste y estado fitosanitario con presencia de enfermedades. El deterioro de la regeneración natural causado por el pastoreo es real (Calderon y Solís 2012, Chavarría 2010).

Cuadro 6. Estructura del bosque “BN” y “SSP” de *Pinus oocarpa* en BRINZAL.

Tipo de bosques	Especie	Árbol N°	Abundancia absoluta (N°/ha)	Abundancia relativa (%)
BN	Cera (<i>Myrcia cerifera</i>)	71	378,7	15,27
	Helecho (<i>Pecluma pectinata</i>)	65	346,7	13,98
	Cola de venado (<i>Pithecellobium dulce</i>)	51	272,0	10,97
	Encino (<i>Quercus sapotifolia</i>)	37	197,3	7,96
	Palo amargo (<i>Naucleopsis naga</i>)	35	186,7	7,53
	Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	33	176,0	7,10
	Sal de venado (<i>Laguncularia racemosa</i>)	23	122,7	4,95
	Cirin (<i>Symphonia globulifera</i>)	19	101,3	4,09
	Palo de jabon (<i>Sapindus sapinaria</i>)	18	96,0	3,87
	Pimientilla (<i>Myrcia splendens</i>)	18	96,0	3,87
	Hoja blanca (<i>Buddleia americana</i>)	14	74,7	3,01
	Guayaba (<i>Psidium guajaba</i>)	13	69,3	2,80
	Escobilla (<i>Thovinidium decandrum</i>)	10	53,3	2,15
	Mora (<i>Maclura finctoria</i>)	8	42,7	1,72
	Zapotillo (<i>Clethra macrophylla</i>)	7	37,3	1,51
	Barba de viejo (<i>Abarema idiopoda</i>)	6	32,0	1,29
	Conrrodo (<i>Astronium graveolens</i>)	6	32,0	1,29
	Roble blanco (<i>Tabebuia rosea</i>)	6	32,0	1,29
	Garrobo (<i>Ceratonía siligua</i>)	4	21,3	0,86
	Jutujumo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	4	21,3	0,86
	Palo de zorro (<i>Alvaradoa amorphoides</i>)	4	21,3	0,86
	Taco (<i>Hernandia sonora</i>)	4	21,3	0,86
	Chilillo (<i>Jacaranda copaia</i>)	2	10,7	0,43
	Muela de perro (<i>Drymis granadensis</i>)	2	10,7	0,43
	Chiribito (<i>Calea urticifolia</i>)	1	5,3	0,22
	Jasmin (<i>Jasminum fruticans</i>)	1	5,3	0,22
	Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	1	5,3	0,22
Niño desnudo (<i>Bursera simaruba</i>)	1	5,3	0,22	
Palo negro (<i>Mimosa tenuiflora</i>)	1	5,3	0,22	
Total general BN		465	2.480,0	100,00
SSP	Cola de venado (<i>Pithecellobium dulce</i>)	75	400,0	18,03
	Helecho (<i>Pecluma pectinata</i>)	56	298,7	13,46
	Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	50	266,7	12,02
	Flor de octubre (<i>Euphorbia pulcherrina</i>)	40	213,3	9,62
	Mora (<i>Maclura finctoria</i>)	36	192,0	8,65
	Barba de viejo (<i>Abarema idiopoda</i>)	19	101,3	4,57
	Conrrodo (<i>Astronium graveolens</i>)	19	101,3	4,57
	Encino (<i>Quercus sapotifolia</i>)	18	96,0	4,33
	Cera (<i>Myrcia cerifera</i>)	15	80,0	3,61
	Cuetillo (<i>Huertea cubensis</i>)	13	69,3	3,13
	Jasmin (<i>Jasminum fruticans</i>)	12	64,0	2,88
	Palo amargo (<i>Naucleopsis naga</i>)	12	64,0	2,88
	Cirin (<i>Symphonia globulifera</i>)	8	42,7	1,92
	Escobilla (<i>Thovinidium decandrum</i>)	8	42,7	1,92
	Chiribito (<i>Calea urticifolia</i>)	7	37,3	1,68
	Guayaba (<i>Psidium guajaba</i>)	7	37,3	1,68
	Roble blanco (<i>Tabebuia rosea</i>)	5	26,7	1,20
	Muela de perro (<i>Drymis granadensis</i>)	3	16,0	0,72
	Taco (<i>Hernandia sonora</i>)	3	16,0	0,72
	Zapotillo (<i>Clethra macrophylla</i>)	3	16,0	0,72
	Granadilla (<i>Dalbergia glomerata</i>)	2	10,7	0,48
Hoja blanca (<i>Buddleia americana</i>)	2	10,7	0,48	
Anona (<i>Annona reticulata</i>)	1	5,3	0,24	
Jutujumo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	1	5,3	0,24	
Sal de venado (<i>Laguncularia racemosa</i>)	1	5,3	0,24	
Total general SSP		416	2.218,7	100,00

Brinzal: 0.30 m a 1.5 m de altura.

(Cohdefor 1998; Cordero y Boshier 2003; ICF 2011; ICF 2013).

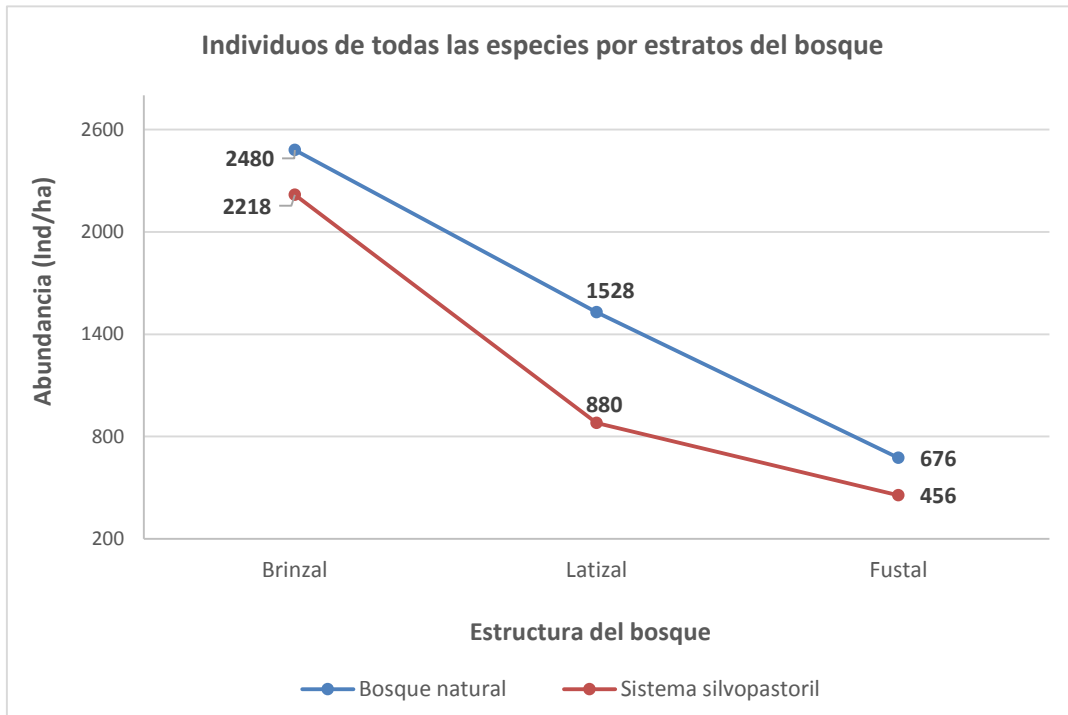


Figura 7. Número de individuos de todas las especies por estratos del bosque.

La Figura 7 expone el efecto del pastoreo en la abundancia (número de especies y número de individuos por especie) de árboles del bosque de pino en Yamaranguila, Honduras. El gráfico muestra una abundante regeneración natural y luego una disminución gradual del número de individuos y de especies por condiciones naturales (bosque natural y sistema silvopastoril) y por efecto del pastoreo (sistema silvopastoril). En el caso del bosque natural, de 2.480 individuos, correspondiente a 29 especies identificados en el estrato brinzal, se encontró solo el 61% en latizales (1.528 ind, con 25 especies) y 27% en fustales (676 ind, con 10 especies sobrevivientes). En contraste, en el sistema silvopastoril, de 2.218 individuos en brinzal (25 especies), se encontraron el 39% de individuos en latizal (880 correspondiente a 17 especies) y, escasamente, un 20% de individuos en fustal (456 que representan a 2 especies). Ambas líneas del gráfico presentan una línea de tendencia polinomial negativa con $R^2 = 100\%$. En el estrato latizal (SSP), se pierden 15 especies debido al pastoreo del ganado, que pisotea la regeneración natural, y por competencia entre las especies. Las especies sobrevivientes en el estrato fustal corresponden al pino y roble. Ambos son resistentes al pastoreo y poseen corteza de gran espesor y dureza.

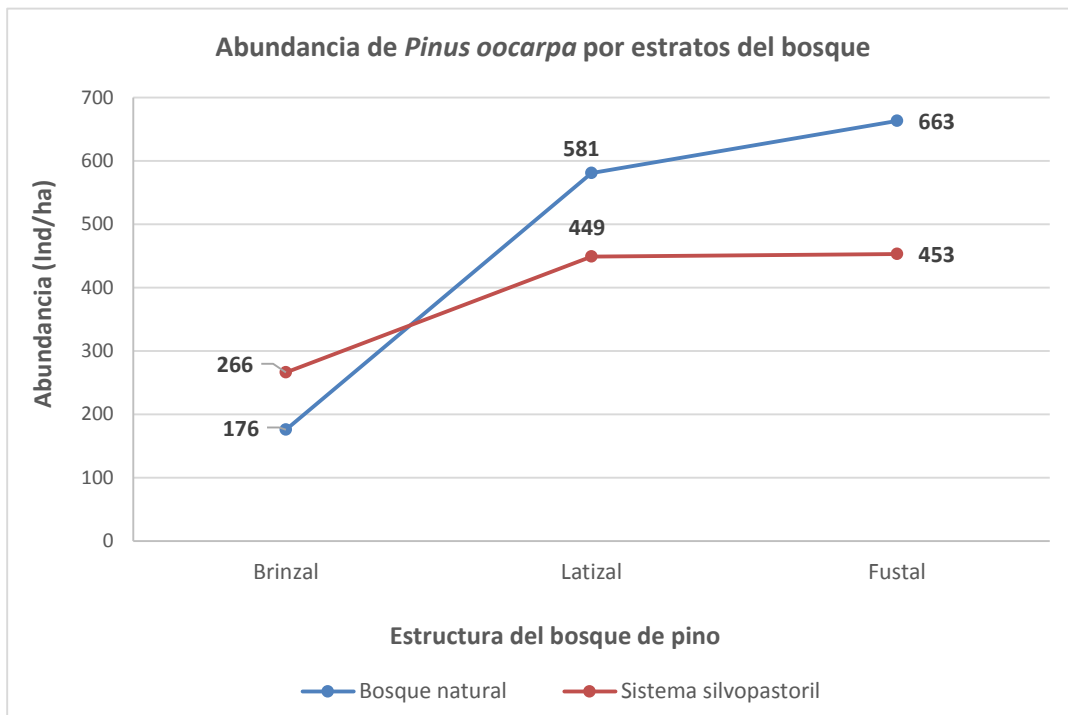


Figura 8. Comportamiento de los individuos de la especie *Pinus oocarpa* según estrato del bosque.

La Figura 8 expone el efecto del pastoreo en la abundancia (número de individuos de *Pinus oocarpa*) del bosque en Yamaranguila, Honduras. El gráfico muestra que, en los estratos latizal y fustal de la curva del sistema silvopastoril, el número de individuos es menor respecto del bosque natural. Esta tendencia se acentúa en los fustales, debido al efecto del pastoreo por el ganado. Por el contrario, en brinzales, el número de individuos es mayor en SSP que en el bosque natural, lo cual ocurre por: i) la abundante regeneración natural de pino, ii) la alta resistencia del pino al efecto del pisoteo durante el pastoreo, iii) poca resistencia al pastoreo por parte de otras especies (excepto el roble) y iv) no existe competencia por otras especies sobre el pino, debido a la vulnerabilidad de estas al pisoteo del ganado durante el pastoreo.

El menor número de individuos de pino de brinzales en bosque natural se debe a la alta competencia por área, suelo, nutrientes y luz que ejercen las otras especies, y por un mayor número de individuos por especie en el bosque. Este conjunto de situaciones, en el bosque natural (brinzal), genera que el número de individuos de pino en este estrato sea menor. El incremento del número de individuos de pino en bosque natural (73%), que es mayor al SSP (41%) desde brinzal, latizal y fustal, se debe a la abundante regeneración natural, abundante semilla dispersada constantemente, rápido crecimiento que presenta la especie y debido a que el pino ocupa el dosel superior del bosque, a consecuencia de la altura dominante. Al respecto, el bosque natural muestra un mayor incremento con 487 individuos, a diferencia del SSP con solo 187 individuos. Además, se trata de la especie dominante en el bosque con más del 98% de abundancia, dominancia y cobertura.

3.2. Análisis del aserrío primario de trozas de *Pinus oocarpa*, mediante equipo de corte Wood-mizer, sobre las variables volumen troza, volumen madera aserrada, rendimiento, productividad, volumen de calidad A y volumen de calidad B.

Los datos que se muestran (cuadro 7) corresponden a la información general de 25 individuos cortados en el bosque natural y 25 en el sistema silvopastoril, donde se muestra el número de trozas (33 en SSP y 41 en BN). En valores generales como volumen de trozas y volumen de madera aserrada, correspondientes al total de los 25 árboles cortados, el bosque natural reporta 5.329,7 pt y 2.904,3 pt y en sistema silvopastoril solo 4.247,9 pt y 2.247,5 pt, respectivamente. Los valores de defectos referidos a nudo, bolsa de resina, entrecasco, pudrición, fenda, gema, grieta, médula y el número de defectos, se utilizaron para evaluar la madera aserrada (tablas de 1 pulgada por troza) en unidades de porcentaje. De esta manera, si en la tabla se obtienen valores entre 0-20% de defectos, la madera se denomina calidad “A” y si los valores se encuentran entre 21-100%, se denomina calidad “B”.

Cuadro 7. Resumen general de variables de aserrío del *Pinus oocarpa*.

Detalle	Unidad	SSP	BN	Operación
		Valores	Valores	
<i>Árboles cortados</i>	N°	25	25	<i>Suma</i>
Trozas resultantes	N°	33,0	41,0	Suma
Diámetro menor	cm	22,00	25,00	Promedio
Diámetro mayor	cm	28,00	30,00	Promedio
Diámetro prom. Mínimo	cm	15	21	Promedio
Diámetro prom. Máximo	cm	40	37	Promedio
Longitud	m	5,6	5,0	Promedio
Volumen troza	m ³	10,018	12,548	Suma
Volumen troza	Pt	4.247,9	5.320,7	Suma
Vol. Mad. Aserrada	Pt	2.247,5	2.904,3	Suma
Rendimiento	%	53,3	54,3	Promedio
Productividad	pt/h	158,9	171,0	Promedio
Vol. Calidad A	Pt	10,97	34,7	Promedio
Vol. Calidad B	Pt	56,98	36,2	Promedio
Nudo	%	25,9	12,2	Promedio
Bolsa resina	%	14,6	18,8	Promedio
Entrecasco	%	2,9	1,0	Promedio
Pudrición	%	0,9	0,0	Promedio
Fendas	%	0,4	0,2	Promedio
Gema	%	10,0	21,7	Promedio
Grietas	%	2,1	4,8	Promedio
Médula	%	51,8	15,2	Promedio
Defectos	N°	28,1	23,6	Promedio
Calidad A	%	15,1	52,9	Promedio
Calidad B	%	84,6	47,1	Promedio

Los resultados del análisis (cuadro 8) buscan determinar diferencias estadísticas en las medias de las variables de aserrío. Al respecto, Coronel de Renolfi *et al* (2012) señala que dos de los indicadores de eficiencia en el aserrío de la madera son el rendimiento, que se utiliza como indicador de la tasa de utilización de la materia prima en el proceso productivo, y la productividad, que mide la cantidad de producto generado por unidad de tiempo (hora o día de trabajo).

Cuadro 8. Resultados estadísticos de las variables de aserrío del *Pinus oocarpa*.

Variable	Tipo de bosque	Medias	Diferencia	Error estándar	p-valor	Hipótesis
Volumen troza (pt)	Bosque natural	129,77	A	8,95	0,9379	No Rho
	Sistema silvopastoril	128,72	A	9,97		
Volumen madera aserrada (pt)	Bosque natural	70,84	A	5,32	0,7326	No Rho
	Sistema silvopastoril	68,11	A	5,93		
Rendimiento (%)	Bosque natural	54,31	A	1,73	0,7088	No Rho
	Sistema silvopastoril	53,33	A	1,93		
Productividad (pt/h)	Bosque natural	171,02	A	5,68	0,1581	No Rho
	Sistema silvopastoril	158,90	A	6,33		
Volumen calidad "A" (pt)	Bosque natural	34,69	A	2,78	0,0001	Rho
	Sistema silvopastoril	10,97	B	3,10		
Volumen calidad "B" (pt)	Bosque natural	36,15	B	5,45	0,0058	Rho
	Sistema silvopastoril	56,98	A	4,89		

Rho = Se rechaza la hipótesis nula; No Rho = No se rechaza la hipótesis nula.

3.2.1. Volumen troza (pt)

No existen diferencias estadísticas ($p=0,9379$) en cuanto al volumen de trozas en los tipos de bosque (BN=129,77pt y SSP=128,72pt), con un 95% de confianza. Estos resultados corresponden a las medias del volumen de cada troza. Aunque en estas condiciones se visualizaron algunos defectos como torcedura de trozas, nudos, heridas basales, etc, estos no determinan que el volumen de las trozas sea mayor o menor entre los tipos de bosque (ver Cuadro 8).

3.2.2. Volumen de madera aserrada (pt)

No existen diferencias estadísticas en cuanto al volumen de madera aserrada ($p=0,7326$) por troza en los tipos de bosque (BN=70,84pt y SSP=68,11pt), con un 95% de confianza (Cuadro 8). Sin embargo, es necesario fijarse en las calidades que arrojan los tipos de bosque, ya que pueden marcar la diferencia en cuanto a precio y ganancias económicas entre uno y otro tipo.

3.2.3. Rendimiento (%)

Respecto del rendimiento, no existen diferencias estadísticas ($p=0,7088$) en los tipos de bosque (BN=54,31% y SSP=53,33%), con un 95% de confianza (cuadro 8). En cuanto al diámetro promedio, se procesaron trozas que varían desde 6" en el caso del SSP y 8" en el caso del BN, con longitudes varias. La madera procesada corresponde a tablas de 1" de espesor con anchos y longitudes varias.

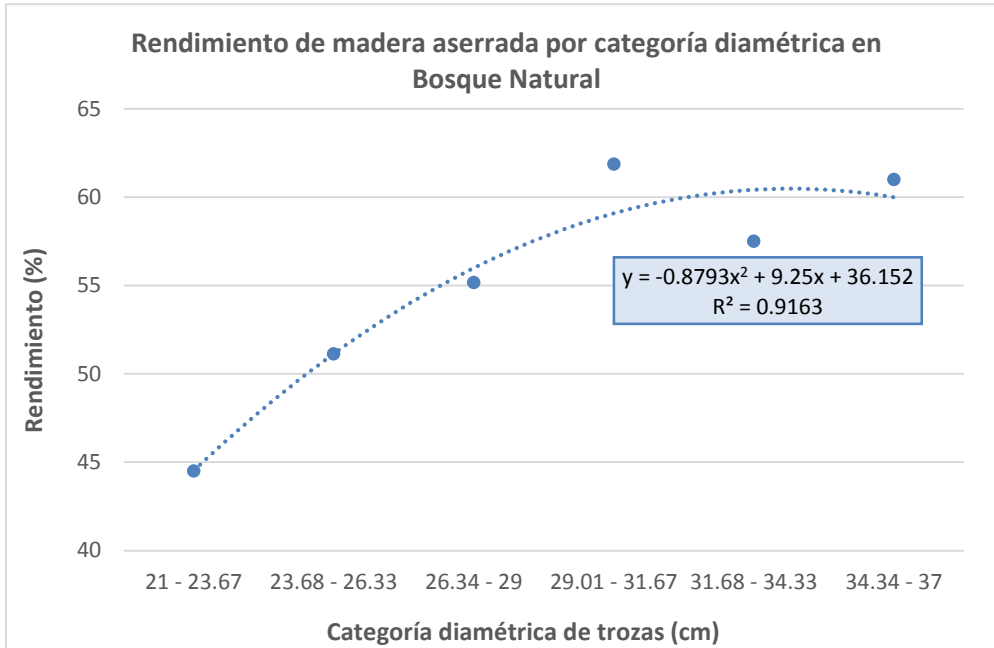


Figura 9. Comportamiento del rendimiento de madera por categoría diamétrica (Bosque natural).

La Figura 9 indica que, a medida que aumenta el diámetro de las trozas, el rendimiento crece; lo cual se representa en una ecuación de tendencia polinómica ($R^2=91,63\%$), para el caso de trozas provenientes del bosque natural. Este resultado indica que el rendimiento de la madera en aserrío está expresado por el diámetro de las trozas en 91,63% y la diferencia (8,37%) se debe a otros factores como calidad del fuste de la troza, estado fitosanitario de estas, etc. Se evidencia que al procesar trozas mayores de 32", el rendimiento disminuye.

El rendimiento en el sistema silvopastoril no muestra esta tendencia (figura 10), ya que las trozas presentan mayores defectos y su estado fitosanitario no era el mejor. Como consecuencia del ganado, los árboles en campo presentaban mayores defectos de forma, presencia de plagas y enfermedades, donde el 95% de árboles de pino mostró un estado fitosanitario de enfermo (Cuadro 4). Además, en el aserrío, la madera de SSP arroja resultados de volumen bajos en calidad A (10,97 pt) y altos en calidad B (56,98 pt), mayor presencia de nudos (25,9%), entrecasco (2,9%), pudrición (0,9%), fendas (0,4%), médula (51,8%) y, por consiguiente, un mayor número de defectos (28,1) con respecto a los existentes en madera de bosque natural.

Al respecto, Coronel de Renolfi *et al* (2012), determinaron que la pérdida de volumen en el aserrío se relaciona con el sistema utilizado, como el espesor de hoja de sierra, estado fitosanitario de la troza y escuadría final del producto, como tablas, listones, reglas, timber, etc. Finalmente, se determina que la presencia de plagas y enfermedades en las trozas no define que, el mayor rendimiento en aserrío, esté en función del aumento del diámetro.

En un estudio de aserrío con madera de pino en Durango, México, Nájera (2010) encontró que el rendimiento tuvo una media 52,17% y determinó que este fue afectado por el diámetro, largo y conicidad de las trozas. Sobre este punto, en el departamento de Comayagua, Honduras, Duarte (2008) obtuvo un 53,2% de rendimiento al procesar *Pinus oocarpa*. Los máximos valores los obtuvo al combinar trozas de 25,4 cm de diámetro y el corte con sierras de 2mm, donde alcanzó 58,79% de rendimiento. El mismo autor afirma que los rendimientos de madera aserrada están influenciados

tanto por el diámetro de la troza, como por el ancho de corte, ya que cuanto mayor es el diámetro y menor el ancho de corte, los rendimientos tienden a aumentar.

Sin embargo, Vásquez (2012) reportó un 58% de rendimiento al procesar trozas desde 8< hasta >14 pulgadas, lo cual concuerda con Coronel de Renolfi *et al* (2012), quienes reportaron también 58,3% al cortar algarrobo. Al respecto, Aguilera *et al* (2005) refieren que el mayor rendimiento de madera aserrada se obtiene de las clases diamétricas superiores, las cuales no solo aumentan el valor de las trozas por el volumen producido, sino que incrementan su potencial, debido al ancho de las piezas producidas.

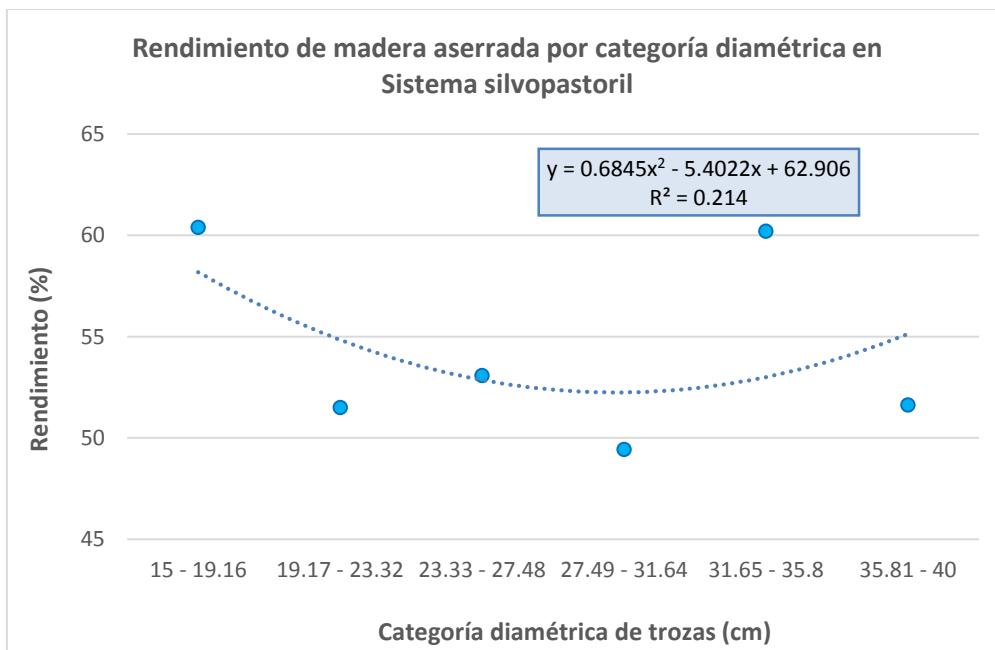


Figura 10. Comportamiento rendimiento de madera x categoría diamétrica (sistema silvopastoril).

3.2.4. Productividad (pt/h)

No existen diferencias estadísticas en cuanto a la productividad ($p=0,1581$) en los tipos de bosque (BN=171,02 pt/h y SSP=158,9 pt/h), con un 95% de confianza (Cuadro 8). En este estudio, el aserrío de la madera, para ambos tipos de bosque, lo realizó un solo operario, quién cuenta con capacitaciones sobre aserrío de trozas. Respecto de esta variable, Vásquez (2012) solo reportó 70 pt/h y recomienda tomar en cuenta que los operarios de máquinas requieren de tácticas y destrezas en cuanto al manipuleo y volteo de trozas. Al respecto, Aguilera *et al* (2005) afirman que el éxito del aserrío está ligado a la continuidad del abastecimiento de madera en el tiempo y a mantener capacitados los operarios en prácticas efectivas de corte, volteo y acomodamiento de trozas.

3.2.5. Volumen Calidad “A” (pt)

Existen diferencias estadísticas ($p=0,0001$) en las medias de los volúmenes de madera referida a calidad “A”, con un 95% de confianza (cuadro 8). El BN presenta una media de 34,69 pt en calidad de madera “A”, respecto de solo 10,97 pt del SSP.

El presente análisis evidencia que la madera de bosque natural ofrece mayores volúmenes en calidad A, debido a que las trozas del BN poseen mejores calidades de fuste y estado fitosanitario. El mayor porcentaje de individuos posee buen estado fitosanitario (ver cuadros 3 y 6). Trozas con mejores configuraciones en cuanto a calidad de fuste y buen estado fitosanitario, dan como resultado madera de mejor calidad. Esta se comercializa con mejores precios, a un valor del 23% de más, lo cual hace mucho más rentable la madera que procede del bosque natural.

3.2.6. Volumen Calidad “B” (pt)

Existen diferencias estadísticas ($p=0,0058$) en las medias de los volúmenes de madera referida a calidad “B”, con un 95% de confianza (cuadro 8). El SSP presenta una media de 56,98 pt en madera de calidad “B”, respecto de solo 36,15 pt del BN.

Los mayores volúmenes de madera de calidad “B” en SSP demuestran que los efectos del ganado se ven expresados en la calidad de la madera. Madera de menores calidades se comercializa con precios bajos, lo cual demuestra la baja rentabilidad de los SSP.

Acerca de la obtención de mayores volúmenes y mejor calidad de madera, Quiros (2005) asegura que las dimensiones, la forma y la calidad de las trozas son factores determinantes. Además, influye el grado de utilización en la transformación industrial de la madera, donde la calidad de la troza se ve afectada por características como la conicidad, orientación del grano, torceduras, médula migrante, presencia de nudos vivos o sueltos y tensiones internas de crecimiento, las cuales determinan la calidad de madera aserrada por obtener.

4. CONCLUSIONES

En cuanto a fustales, el BN es más abundante con 676 ind/ha y 10 especies existentes, respecto del SSP con 456,7 ind/ha y solo 2 especies presentes. En ambos tipos de bosque, el pino representa en más del 98% y las otras especies la diferencia. En el BN, el 98,7% de individuos presentó características de fuste bueno y estado fitosanitario en 100% sano, respecto del SSP donde la calidad del fuste solo el 70,2% se calificó como bueno y de estado fitosanitario de enfermo en 95%.

En cuanto a dominancia, el BN tiene 28,632 m²/ha de área basal y el SSP 18,875 m²/ha, donde el pino es la especie más representativa en ambos casos, con el 99%. Respecto de la frecuencia, el pino es el más frecuente en el 100% de las parcelas inventariadas en ambos tipos de bosque. En cuanto al IVI, el pino representa el 80,59% de las 10 especies existentes en el BN y el 93,93% en SSP de solo 2 especies.

El volumen también es mayor en el BN con 327,25 m³/ha y en el SSP es de 198,34 m³/ha. En ambos casos el pino representa el 99%. La cobertura en BN es más grande con 265,28%, respecto del SSP con 196,31%, donde el pino posee 99% de la cobertura total del área.

En cuanto a latizales (con 25 especies), el BN posee más abundancia, área basal y volumen con 1.528 ind/ha, 2,298 m²/ha y 7,50 m³/ha, respectivamente, en comparación con el SSP (con 17 especies) con 880 ind/ha, 1,319 m²/ha y 4,877 m³/ha.

Estadísticamente, en fustales (área basal, volumen y cobertura) y latizales (área basal y volumen), los resultados muestran que el potencial arbóreo en BN es mayor que en SSP. Por lo tanto, la producción de madera es más sostenible para el productor y la industria.

El bosque natural ofrece mejores condiciones de desarrollo para todas las especies que conforman el bosque de pino. En SSP, el número de individuos es menor en todos los estratos (brinzal, latizal y fustal). Sin embargo, el efecto del pisoteo por el ganado afecta, mayormente, a los latizales, ya que son árboles jóvenes que empiezan a endurecer el tejido leñoso y el pisoteo los quiebra.

En cuanto a brinzales, existen 2.480 ind/ha (29 especies) en BN y 2.218 ind/ha (23 especies) en SSP. En latizales contando todas las especies existentes en BN (1.528 ind/ha) y en SSP (880 ind/ha), debido al pisoteo que soporta este estrato del ganado. En fustales existen 676 individuos por hectárea (BN) y 456 individuos por hectárea en SSP. Existe un impacto marcado en razón del 42% de diferencia que genera el pisoteo del ganado durante el pastoreo a los arbolitos de latizales (10% en brinzales y 30% en fustales). Se cuenta con un mayor número de individuos de pino en SSP (266 ind/ha) respecto del BN (176 ind/ha), debido a una mayor competencia con otras especies en el BN y por la alta resistencia al pisoteo en SSP.

Existe un mayor número de pinos en latizales en el BN (581 ind/ha), ya a que el sitio favorece el crecimiento y desarrollo de esta especie. En SSP, el número de individuos es menor (449 ind/ha), debido a los efectos del ganado que pisotea y compacta el suelo. En el sitio se encontraron algunos arbolitos torcidos, enfermos o quebrados.

En fustales, el número de pinos es mayor (663 ind/ha) en BN respecto de SSP (453 ind/ha), se encontraron árboles con heridas en la corteza y con presencia de enfermedades en la zona descortezada, a causa del pastoreo con ganado en SSP.

Al cortar 25 árboles de BN y 25 de SSP de individuos aprovechables, los volúmenes de las trozas y madera aserrada poseen un excedente del 20% de volumen de más en BN en troza = 12,548 m³ y madera aserrada = 2.904,3 pt, respecto del SSP (troza = 10.018 m³ y madera aserrada = 2.247,5 pt).

No existen diferencias entre las medias del bosque natural y del sistema silvopastoril respecto de las variables volumen en troza, volumen de madera aserrada, rendimiento y productividad. Este resultado indica que es lo mismo producir madera aserrada con cualquiera de las dos procedencias.

El BN proporciona una mayor cantidad de madera en calidad “A” que el bosque bajo pastoreo (34,69 pt y 10,97 pt, respectivamente).

El SSP proporciona una mayor cantidad de madera en calidad “B” que el BN (56,98 pt y 36,15 pt, respectivamente).

Existen muchas ventajas que el bosque natural, no intervenido por actividades ganaderas, ofrece a la industria: mayores volúmenes por unidad de superficie, mayores volúmenes de materia prima ofertados, madera en troza de gran calidad y de fuste sano, y madera aserrada con mejores calidades. Sin embargo, en sistema silvopastoril el productor se beneficia de manera inmediata con carne, leche y los derivados del ganado, además de la madera de los árboles en pie con que cuenta.

Es importante determinar la capacidad de carga animal en SSP y tiempo de pastoreo en una determinada área, con el objetivo de garantizar que tanto el productor como la industria obtengan las mayores ganancias del sistema productivo a través de un manejo sostenible.

5. RECOMENDACIONES

Para mejorar las características de la madera en los bosques bajo sistemas silvopastoriles, los productores deberán adoptar prácticas como:

- Rotación de apartos con períodos cortos de pastoreo.
- Manejar y proteger el sistema silvopastoril de modo que se preserve la regeneración natural en brinzales, latizales y fustales. Se sugiere cerrar áreas con alambre de púa y los árboles y bosques con cercas de alambre o madera.
- Crear parches o pequeños corredores de bosque para conservar la composición florística, de modo que esta funcione como fuente o banco de semillas natural y genere mayor conectividad de la biodiversidad.
- Proteger las fuentes de agua, quebradas, ríos, etc.
- Conservar los bosques en las pendientes y cerrar estos lugares a la presencia del ganado.
- Cultivar bancos forrajeros para aumentar la producción de leche y mejorar los ingresos de los productores.
- Cultivar pastos mejorados, plantas gramíneas y leguminosas tolerantes a la sombra, para mitigar los efectos de la época seca.
- Practicar el sistema de crianza ganadera estabulada o semi-estabulada en época seca además del cultivo de los bancos forrajeros para reducir la presión sobre los bosques y la regeneración natural.
- Mantener una densidad mínima de árboles por hectárea en el bosque después del aprovechamiento de acuerdo con las recomendaciones del ICF, que asegure la recuperación del bosque.
- Proteger a los árboles jóvenes, específicamente a los latizales, ya que son los más afectados por el pisoteo durante el pastoreo. Se pueden resguardar con corrales de fierro, al igual que los fustales.
- Poner en práctica el corte y acarreo de forraje. Usar, además, suplementos alimenticios.
- Construir corrales donde solo se coloquen animales mansos pequeños, junto a vacas mansas o lecheras, y separar a los toros por completo.
- Reducir la carga animal al número mínimo para proteger la vegetación. Con técnicas adecuadas en sistemas silvopastoriles, se podrá mejorar la calidad de la madera y se incrementará el diámetro y volumen de los árboles

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, A.; Inzunza, L.; Alzamora, R.; Tapia, L. 2005. Evaluación del costo de producción para faenas de aserrío portátil. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Bosque Valdivia (V 26, N° 02): 107-114p.
- Apaza, A. 2011. Potencialidades socio - económicas de la producción, procesamiento y mercadeo de productos maderables provenientes de sistemas silvopastoriles en Copán, Honduras (1412712113). Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-119p p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/66/1/Apaza_Potencialidades.pdf
- Calderon, D.; Solis, D. 2012. Cuantificación del carbono almacenado en tres fincas en tres estados de desarrollo del bosque de pino (*Pinus oocarpa*, L.) Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Universidad Nacional Agraria. 64p.
- Chavarría, A. 2010. Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras (1412713317). Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-150p p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5394E/A5394E.PDF>
- COHDEFOR (Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal). 1998. Manual de Dendrología para 146 especies forestales del litoral atlántico de Honduras. La Ceiba, Honduras. 502p.
- Cordero, J; Boshier, D. 2003. Árboles de Centroamérica, un manual para extensionistas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1079p.
- Coronel de Renolfi, M.; Díaz, F.; Cardona, G.; Ruíz, A. 2012. Tiempos, rendimientos y costos del aserrado de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en Santiago del Estero, Argentina. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Quebracho (V 20, N° 1 y 2): 15-28p.
- Detlefsen, G.; Somarriba, E. 2012. Producción de madera en sistemas agroforestales en Centroamérica. Proyecto Finnfor, Bosques y Manejo Forestal en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. (Serie técnica. Manual técnico / CATIE; no, 109). 244p.
- Duarte, E. 2008. Costos de producción de madera aserrada de *Pinus oocarpa*. Escuela Nacional de Ciencias (ESNACIFOR). Siguatepeque, Comayagua, Honduras. 1-20p.
- García, E. 2011. Evaluación del impacto del uso ganadero sobre el suelo y vegetación en el Sistema Agroforestal Quesungual (SAQ) en el sur de Lempira, Honduras (1418367524). Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-120p p. Consultado 12 dici., 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A8939E/A8939E.PDF>
- Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Casasola, F.; Sepulveda, C.; Tobar, D. 2012. Potencial de producción sostenible de madera del sistema silvopastoril árboles dispersos en potreros en América Central (En línea). VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroforestais para a Produção Pecuária Sustentável (VII): 780-790p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/223/1/Ibrahim_Potencia1.pdf
- ICF (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre). 2011. Manual de lineamientos y normas para un mejor manejo forestal. Tegucigalpa, Honduras. 164p.

- ICF (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre). 2013. Guía de silvicultura: Análisis y prescripción de compartimientos en planes de manejo con fines de silvicultura y manejo forestal. Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal. Tegucigalpa, Honduras. 90p.
- Meneses, M., Guzmán, S. 2000. Productividad y eficiencia en la producción forestal basadas en las plantaciones de pino radiata. *Bosque* 21(2):3-11.
- Nájera, J. 2010. Evaluación del proceso productivo maderable en la región de El Salto, Durango, México. Doctor en Ciencias con especialidad en Manejo de Recursos Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Región de El Salto, Durango, México. 178p.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). 1996. Introducción al estudio del trabajo. Editorial OIT, Ginebra, Suiza. 507 p.
- Orozco, L.; Brumér, C. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Corredor Biológico Mesoamericano. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. (Serie técnica. Manual técnico / CATIE; no, 50). 264p.
- Paiz, M. 1994. Factores que afectan la regeneración natural de *Pinus oocarpa* Schiede, en un bosque seco de La Brea, Guatemala. Magister Scientiae. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-109 p.
- Pérez, E. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras (1412719944). Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-134 p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1305E/A1305E.PDF>.
- Quirós, R. 1990. "Optimización del proceso de aserrío en madera de cortas dimensiones en el Pacífico Seco, Costa Rica". Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica. 131 p.
- Quirós, R.; Chinchilla, O.; Gómez, M. 2005. Consumo de madera en troza por dos aserraderos portátiles con sierra de banda horizontal. *Agronomía Costarricense* (V 29, N° 2): 17-25p.
- Serrano, R. 1991. Tecnologías para el aserrío de trozas de diámetros menores. *Tecnología en Marcha* 12(1): 89-98.
- Tadeo, A. 2007. Estudio comparativo de dos procesos de aserrío en bosques de coníferas: caso Yamaranguila, Intibucá, Honduras. (1415942844). Ingeniero en Ciencias Forestales. Siguatepeque, Comayagua, Honduras, ESNACIFOR. 117 p. Consultado 13 novi., 2014. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos57/costos-produccion-madera-aserrada/costos-produccion-madera-aserrada2.shtml>
- Vásquez, I. 2012. Estudio de la rentabilidad y el rendimiento utilizando tres tipos de sierras en la producción de madera aserrada de *Pinus oocarpa* Schiede en la Escuela Nacional de Ciencias (ESNACIFOR), Siguatepeque, Honduras. Escuela Nacional de Ciencias (ESNACIFOR). 1-25p.
- Zelaya, J.; Gettkant, A.; Lazo, F. 2007. Análisis del Sector Forestal de Honduras (1418403755). Documento base para preparación estrategia ambiental país. Consultado 12 dici., 2014. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTRANETENVIRONMENT/Resources/Annex5AnalisisdelSectorForestal%28Spanish%29.pdf>
- Zúñiga, I. 2009. Impacto de la participación comunitaria en la gestión de las escuelas interculturales del Municipio de Yamaranguila durante el año 2008. Maestría en Gestión de la Educación. Tegucigalpa, Dirección de Postgrado - Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán. 1-222p p. Consultado 23 novi., 2014.

ARTÍCULO II: Aporte financiero del componente maderable (*Pinus oocarpa* Schiede) y ganadero en bosque natural y sistema silvopastoril en Yamaranguila, Honduras

Wilson Guerra Arévalo³⁴

RESUMEN

Los bosques de *Pinus oocarpa* en Yamaranguila, Honduras, son la principal fuente de beneficios económicos, ambientales y alimenticios para los productores, y son fuente de materia prima de la única industria forestal en la zona. Existen dos sistemas de producción generalmente utilizados por los productores agropecuarios en Yamaranguila. El primero son los bosques y cultivos en sus fincas; el segundo, el ganado bajo pastoreo y cultivos en la mayor parte de los bosques. Este último constituye un sistema silvopastoril. El objetivo del presente trabajo fue comparar la rentabilidad de los sistemas productivos del bosque natural y el sistema silvopastoril en las fincas de los productores, y determinar la contribución financiera que aporta incorporar vacas en el bosque (sistema silvopastoril), así como el aporte financiero de la fusión de los componentes maderable y ganado, como estrategia de una práctica económicamente viable para las fincas de Yamaranguila. Se emplearon indicadores financieros como el valor actual neto (VAN) y la relación beneficio-costos (B/C).

Mediante entrevistas a los productores, se obtuvieron los insumos relacionados con los aspectos biofísicos, materiales utilizados, infraestructura de los potreros en Yamaranguila, servicios, productos, costos e ingresos de las fincas. Las principales actividades productivas son: i) bosque natural (madera) y ii) sistema silvopastoril (madera y ganadería). Con los costos e ingresos se determinó el flujo de caja y los ingresos netos o utilidades por finca. El manejo monetario utilizado es unidades de US\$/ha/año. Las fincas evaluadas fueron 5: finca 1 (bosque natural) y fincas 2, 3, 4 y 5 (sistema silvopastoril).

El análisis financiero se proyectó a 8 años, que es el tiempo de aprovechamiento mediante el Raleo Arse de los bosques de pino en la zona. Se evaluó el aporte financiero en un bosque natural (basado en la finca 1) y en un sistema silvopastoril (basado en el promedio de las fincas 2, 3, 4 y 5). El aporte de la madera representa un ingreso para el productor, al brindarle un ingreso inicial inmediato cuando se realiza el aprovechamiento del bosque. Los ingresos en el sistema silvopastoril son de US\$ 1.094,4/ha/año respecto del bosque natural (US\$ 542,24/ha/año). En cuanto a los costos, en el bosque natural son de solo US\$ 0,47/ha/año; sin embargo, en el sistema silvopastoril son de US\$ 211,96/ha/año. Finalmente los ingresos netos en el sistema silvopastoril son mayores que en el bosque natural (US\$ 882,44/ha/año > US\$ 541,77/ha/año).

En cuanto al VAN, el sistema silvopastoril (US\$ 2.036,82/ha/año) es mucho más rentable que el bosque natural (US\$ 506,29/ha/año). El componente ganadería en silvopastoriles representa el 73% y el maderable 27%. En contraste, el indicador B/C en bosque natural es de 178,45, donde el beneficio es alto, y el sistema silvopastoril es de 6,72. Al sensibilizar el VAN a tasas de descuento de 6,5%, 10%, 15% y 30% (en bosque natural y sistema silvopastoril), el VAN mantiene una tendencia decreciente; no obstante, este indicador se mantiene positivo y con altos valores.

El sistema silvopastoril aporta mayores rentabilidades en las fincas en Yamaranguila. Al sumar los ingresos por ganadería y madera, se obtienen aportes económicos inmediatos para el productor y

³ Autor para correspondencia. Correo electrónico: wilson.guerra@catie.ac.cr

⁴ CATIE, Costa Rica

permite un abastecimiento constante de madera a la industria, de acuerdo a rotaciones de corta por raleo. Finalmente, se recomienda proteger la regeneración natural, árboles juveniles y árboles adultos, tanto antes como después del aprovechamiento.

Palabras clave: pino, Honduras, bosque natural, sistema silvopastoril, ganado, cultivos, rentabilidad, análisis financiero, VAN, relación B/C, análisis de sensibilidad, tasa de descuento.

ABSTRACT

Pinus oocarpa forest in Yamaranguila, Honduras, are the main source of supply of economic, environmental and nutritional benefits, among others, for producers and are a source of raw material of the only existing forest industry in the area. There are two production systems usually practiced by farmers in Yamaranguila. The first is that their farms have forests and crops, and the second that most of the forests have cattle grazing and crops; the latter is a silvopastoral system. The aim of this study was to compare the profitability of productive systems of natural forest and silvopastoral system on the farms of producers, and determine the financial contribution of the incorporation of cows in the forest (silvopastoral system) and input financial fusion of timber and livestock components as a strategy for an economically viable farms Yamaranguila practice. Based on financial indicators such as net present value (NPV) and benefit-cost ratio (B/C).

Through interviews with producers inputs related to the biophysical aspects, materials used, infraestructura of paddocks Yamaranguila, services, products, costs, farm incomes were obtained. The main productive activities are: i) Natural forest (wood) and ii) Silvopastoral system (timber and livestock). With costs and revenue cash flow and net income or earnings per farm it was determined monetary management units used is US\$/ha/year. The farms were assessed 5: Building 1 (natural forest) and farms 2, 3, 4 and 5 (silvopastoral system).

The financial analysis was projected to 8 years, which is the time of use by Arse Thinning of pine forests in the area. The financial contribution was evaluated in a natural forest (based on farm 1) and in a silvopastoral system (based on the average farm 2, 3, 4 and 5). The contribution of wood represents an income for the producer, to provide an immediate initial revenue when forest exploitation is done. Higher revenues are higher in the silvopastoral system with US\$ 1.094,4/ha/year for natural forest (US\$ 542,24/ha/year), as to costs in natural forest is only US\$ 0,47/ha/year, however in the silvopastoral system is US\$ 211,96/ha/year. Finally net income in the silvopastoral system are greater than natural forest (US\$ 882,44/ha/year > US\$ 541,77/ha/year). As for the silvopastoral system NPV (US\$ 2.036,82/ha/year) is much more profitable than natural forests (US\$ 506,29/ha/year), forest grazing livestock component represents 73% and timber 27%. However the B/C indicator as to natural forest is 178,45, where the benefit is high and the silvopastoral system is 6,72. To sensitize the NPV at discount rates of 6,5%, 10%, 15% and 30% (in natural forest and silvopastoral system) NPV maintains a downward trend, however, this indicator remains positive and high values. The silvopastoral system provides higher yields on farms in Yamaranguila. By combining revenue livestock and timber, immediate economic contribution to the producer are obtained and allows a constant supply of timber to industry according to short rotations by thinning. Finally, it is advisable to protect natural regeneration, young trees and mature trees, both before and after harvesting.

Keywords: Pine, Honduras, natural forest, silvopastoral system, livestock, crops, profitability, financial analysis, NPV, B/C ratio, sensitivity analysis, discount rate.

1. INTRODUCCIÓN

La madera que se procesó en 2015 en La Cooperativa Agroforestal El Palisal es de *Pinus oocarpa*, proviene del Plan Operativo N° CO-0311-004-00646-2014 (2014-2015), con un área de 47,62 ha y por un volumen de 2794,569 m³ a aprovechar. El Plan de Manejo Forestal N° BE-CO-1016-0311-1998 autorizado a la Municipalidad de Yamaranguila cuenta con una superficie total de 9.816 ha, de las cuales 7.841 ha corresponden a bosque de pino natural bajo manejo y 1.975 ha a bosque de pino sin manejo (ICF 2009). Es de destacar que muchos de estos bosques no han sido intervenidos por pastoreo de vacas (constituyen bosques naturales). En contraste, existen otras áreas de bosque de pino donde los productores ganaderos permiten el ingreso del ganado (sistema silvopastoril), con el objetivo de diversificar las actividades productivas.

La ganadería es uno de los principales usos de la tierra en la zona. Se estima que dos terceras partes de tierras con aptitud agrícola son destinadas a esta actividad productiva, principalmente, en terrenos con vocación forestal (Holmann y Rivas 2005). Los sistemas silvopastoriles son una alternativa a la ganadería extensiva, cuya finalidad es reducir los impactos en el ambiente y, al mismo tiempo, aumentar la sostenibilidad y rentabilidad. En este sentido, Murgueitio e Ibrahim (2004) consideran que, con la incorporación de árboles en los sistemas ganaderos, se puede alcanzar una mayor productividad animal, además de los beneficios ambientales. El objetivo principal de esta iniciativa es aumentar la producción de los componentes vegetales y animales.

La actividad forestal en los bosques naturales de *Pinus oocarpa* es uno de los pocos medios disponibles para generar ingresos. Además, muchas personas se dedican a la tala y comercialización ilegal de madera, debido a la falta de oportunidades de empleo. Los pobladores locales son fuente de mano de obra barata para las industrias forestales o limpian los terrenos por su propia cuenta para agricultura y ganadería. De esta forma, contribuyen a la alta presión que existe sobre los bosques naturales, con tendencia al cambio de uso de la tierra (Apaza 2011).

La madera de pino es la más demandada en el occidente de Honduras, donde el 76% de los productores la utiliza como su principal fuente de consumo, debido a que es la especie maderable más abundante en la zona, y, también, por la calidad y precio de su madera. Esta se emplea para reparación o construcción de establos, corrales, viviendas, muebles, etc. (Pérez 2006). Una situación similar ocurre en Yamaranguila, donde abundan los bosques de pino en condición natural. Sin embargo, en este caso, la madera es aprovechada en mutuo acuerdo con el Municipio de Yamaranguila, quien paga al productor por los volúmenes maderables que extrae del bosque de su finca. En Yamaranguila, se encuentran dos tipos de productores: i) el que mantiene los bosques, denominado producción en bosque natural y ii) el productor que tiene bosques y ganado pastando pasto natural debajo de los bosques, denominado producción en sistema silvopastoril.

Los bosques del sistema silvopastoril arrojaron densidades de 456 individuos/ha y los de bosque natural de 676 individuos/ha. Estos datos se consideran altos si se comparan con sistemas silvopastoriles de otras zonas, donde las densidades no son mayores, generalmente, a 30 árboles/ha. La influencia del ganado reduce el número de individuos arbóreos por hectárea en un bosque, sin embargo, no es una práctica que ponga en riesgo la regeneración natural. Por lo tanto, surge la necesidad de determinar cuál de las opciones de manejo de las fincas es la más rentable en Yamaranguila: si mantener el bosque natural o diversificar la producción al incorporar ganado al sistema, donde, finalmente, sea posible obtener beneficios económicos por madera y ganadería. Esta última opción se ve reforzada por Ibrahim *et al.* (2012), quienes enfatizan que el potencial de producción de madera en fincas ganaderas, a partir del manejo de la regeneración natural, puede contribuir con la diversificación de ingresos e incremento de la rentabilidad de las fincas.

En la producción maderable asociada con pastos, es importante aplicar estrategias de implementación de sistemas silvopastoriles y adoptar prácticas de manejo adecuadas, con la finalidad de reducir costos, ser más eficientes y aumentar la rentabilidad (Pomareda 200). Para implementar este tipo de sistemas productivos, se deben realizar, previamente, estudios de viabilidad y rentabilidad financiera, con el fin de prever las posibles pérdidas y ganancias asociadas a la inversión inicial y fomentar su adopción entre los productores (Villanueva *et al.* 2010). Para conocer la rentabilidad de un sistema, se requiere analizar el monto de sus ingresos anuales y el valor de algunos indicadores directamente relacionados con el tiempo, tales como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio-costos (B/C). Estos permiten comparar información en función del tiempo y realizar jerarquías que definan mejores posibilidades de inversión en el tiempo (Sage *et al.* 2013; Kent y Ammour 2012).

El objetivo del presente trabajo es comparar la rentabilidad del sistema de producción de fincas bosque natural y de sistema silvopastoril en Yamaranguila, Intibucá, Honduras. Para cumplirlo, se determina la contribución financiera que puede aportar la incorporación de vacas al bosque (sistema silvopastoril). El aporte del componente animal, junto con el recurso maderable y los cultivos, puede ser una práctica económicamente viable en las fincas en Yamaranguila, que no disminuye el recurso maderable requerido por la industria en la zona.

2. METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se ubicó en el Municipio de Yamaranguila, Departamento de Intibucá, Honduras (Figura 1), entre los meridianos 88°10' y 88°23' longitud oeste, y los paralelos 14°23' y 14°30' latitud norte (Zúñiga 2009). Este cuenta con un área total de 239.89 Km², donde la gran mayoría de las tierras son de tenencia ejidal (aproximadamente 90%) y un mínimo porcentaje de tipo privado (Ulloa 2001), citado por (Tadeo 2007).

De acuerdo con (Zúñiga 2009), el Municipio de Yamaranguila se ubica a una altura de 1773 msnm. Se caracteriza por tener una estación seca, de diciembre a marzo, con una media mínima de precipitación de 0,5 mm; y otra lluviosa, de mediados de abril a noviembre, con un máximo mensual de precipitación de 300 mm. Así, anualmente, llueve 1290 mm en 160 días. La humedad relativa es de 76% y la temperatura media de 18,3 C°.

Las principales actividades económicas del municipio de Yamaranguila son: i) la agricultura: donde predominan el maíz, maicillo, sorgo forrajero, fríjol, manzana, durazno, aguacate, limón, soya y, en la partes bajas, café, banano, naranja, plátano, caña de azúcar, piña y arroz, ii) ganadería: se crían aves, bovinos, porcinos, equinos y conejos, iii) producción de miel de abeja, iv) producción de alfarería, v) producción forestal, especialmente de pino y vi) comercio: comercialización de todo lo que produce, realizada, generalmente, a través de intermediarios. Otras fuentes de ingresos consisten en remesas, así como la venta de mano de obra en otros municipios y departamentos del país (Velásquez 2010).



Figura 1. Ubicación del área de estudio en el Departamento de Intibucá, Honduras.

Fuente: (Velásquez 2010).

El área estudiada, donde se encuestó a los productores, comprende los barrios de: i) La Puerta/Las Arenas (362037 E; 1583298 N), ii) San Buenaventura/Carretera (365665 E; 1580345 N), iii) El Obispo (364065 E; 1581930 N), iv) La Puerta (362709 E; 1584553 N), v) Las Arenas/Carretera (362499 E; 1582425 N), vi) Las Arenas (363029 E; 1582604 N), vii) San Buenaventura (365520 E; 1579864 N) y viii) Yapampuque (366450 E; 1581330 N).

2.2. Selección de las fincas ganaderas

Se recorrió las aldeas y caseríos del área de del Municipio de Yamaranguila con la finalidad de ubicar productores que contaran en sus fincas con: i) ganado en pastoreo bajo bosque de pino y ii) fincas con solo bosque natural.

En la zona, se identificaron, aproximadamente, ocho fincas de estas características, de las cuales, por representatividad, se escogieron cinco. Se decidió eliminar tres fincas por tener áreas por debajo de cinco hectáreas.

Las fincas fueron georreferenciadas. Una de ellas corresponde a bosque natural (BN) y cuatro fincas a sistema silvopastoril (SSP). Es importante destacar que las fincas seleccionadas son las que cuentan con suficiente bosque para abastecer con madera, bajo períodos de rotación, a la única industria de la zona (Cooperativa Agroforestal El Palisal).

Se eligió uno de los productores de cada tipo de bosque, en este caso, uno de BN (el único) y uno del SSP (representativo de las cuatro fincas de este tipo). En todas las fincas se instalaron parcelas, con el objetivo de conocer el número de individuos, especie dominante, área basal, volumen total por

unidad de área. Se tomaron datos de especie, número de individuos, medición del diámetro a la altura del pecho, altura total, calidad de fuste (bueno, medio y malo) y estado fitosanitario (sano, regular y enfermo).

Se realizaron entrevistas a cada uno de los productores de las fincas seleccionadas para obtener información general sobre el área total de la finca, área de BN, área de SSP, área de cultivos, modalidad de aprovechamiento maderable en el bosque, volumen aprovechado, recopilar datos económicos, datos de comercialización, cantidad de cabezas de ganado, cultivos existentes, producción en general, costos e ingresos en general.

2.3. Análisis financiero

2.3.1. Levantamiento de datos de campo

El tipo de bosque que representan las fincas se identificó a partir de la información de las muestras evaluadas y los resultados de las entrevistas respecto del número de animales, cultivos existentes, producción ganadera y agrícola. En su conjunto, se obtuvo información para caracterizar las fincas con bosque natural de pino y sistemas silvopastoriles de ganadería bovina bajo el bosque de pino.

2.3.2. Indicadores financieros

Para determinar la rentabilidad de las fincas, se utilizaron los siguientes indicadores financieros: valor actual neto (VAN) y la relación beneficio/costo (B/C). Para el análisis financiero, se estableció el flujo de caja al evaluar ingresos, salidas económicas (costos). El ingreso neto (utilidades) se determinó de acuerdo con Detlefsen y Somarriba (2012). Para calcular los indicadores económicos anteriormente mencionados, se aplicaron las siguientes fórmulas:

- Valor Actual Neto

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

VAN = valor actual neto
 Ft = flujos de caja de cada periodo t
 I₀ = valor del desembolso inicial de la inversión
 n = número de periodos considerado
 k = tipo de interés

- Relación beneficio - costo

$$\frac{B}{C} = \frac{T_{IA}}{T_{CA} + I}$$

Donde:

B/C = relación beneficio costo
 T_{IA} = total de ingresos actualizado
 T_{CA} = total de costos actualizado
 I = costos de inversión

2.3.3. Sistema silvopastoril de pino bajo pastoreo (incluye ganadería):

Estimaciones en cuanto a ingresos: el valor de la madera vendido en pie, venta de carne y leche. En cuanto a costos: mano de obra en madera, mano de obra en ganadería, insumos de ganadería, autoconsumo ganadería. Finalmente, se determinó el ingreso neto.

2.3.4. Bosque natural (no incluye ganadería):

En cuanto a ingresos: el valor de la madera vendido en pie. En cuanto a costos: mano de obra en madera. Finalmente, se determinó el ingreso neto.

En este estudio, no se calcularon los costos de establecimiento del bosque, ya que se trata de bosque natural de pino y los beneficios por madera comienzan con la intervención, es decir, a partir del aprovechamiento y del manejo mismo. En ese sentido, Navarro (2007) considera que el período de inversiones inicia con un rodal establecido, el cual crecerá y se perpetuará en futuras rotaciones, lo cual implica que no existe cambio de uso. El autor enfatiza que este modelo es el más recomendado para sistemas de producción forestal establecidos en forma natural, los cuales se asemejan a las condiciones de las fincas estudiadas en el presente trabajo.

Los datos de costos e ingresos obtenidos por medio de las encuestas se verificaron, previamente, respecto de los precios, en el mercado, de insumos fitosanitarios, de alimentación, de sanidad animal, fertilizantes, materiales, herramientas, etc. Los costos asociados a jornales por día se verificaron en el mercado laboral del Municipio de Yamaranguila. Los ingresos fueron constatados con personal del Municipio, del ICF, del Ministerio de Agricultura, expertos independientes, aserraderos, Cooperativa Agroforestal El Palisal, carpinteros de la zona, etc. La información colectada y verificada fue de utilidad para realizar un análisis financiero, que permitió determinar la rentabilidad de las fincas de los productores en bosque natural (sin ganadería) y productores en sistema silvopastoril (con ganadería).

La modalidad de aprovechamiento en el área del Plan de Manejo del Municipio de Yamaranguila es el Raleo Arse. Este consiste en raleos de los árboles que compiten con los árboles selectos para que estos últimos se desarrollen hasta la corta final. Pueden aplicarse hasta tres raleos antes de la corta final. El objetivo principal del Raleo Arse “árbol selecto” es obtener mayor productividad del bosque y un buen estado sanitario del ecosistema forestal (Suárez 2012).

Todos los valores se expresaron en dólares americanos (US\$). Se utilizó el tipo de cambio de 22 Lempiras por dólar americano. Los cálculos se realizaron a una tasa de descuento del 6.5%, correspondiente a la tasa básica pasiva registrada por el Banco Central de Honduras (BCH).

Se calcularon los costos e ingresos anuales para cada finca y actividad por hectárea. En el presente caso, bajo el Plan de Manejo con que cuenta el Municipio de Yamaranguila, la única modalidad de aprovechamiento de madera es a través de la Cooperativa Agroforestal El Palisal.

2.3.5. Supuestos del modelo

Los supuestos para el análisis financiero del presente estudio son:

- Todos los precios son conocidos y constantes durante el período del análisis.
- Los rendimientos de producción son conocidos, constantes y libres de riesgos biológicos y ambientales. Se mantienen iguales en ambos escenarios de producción.
- La tierra es un bien que puede ser vendido, comprado y rentado en un mercado perfecto.

- El mercado de capitales es perfecto, donde las tasas son conocidas y constantes. Existe una única tasa de interés para prestar y arrendar dinero y no hay racionamiento de capital.
- La carga animal y áreas por tipo de uso permanece constante durante el período del análisis.
- La madera es comercializada en pie. El aprovechamiento en todos los casos es realizado por la industria.
- Tasa de inflación 0% o inexistente.
- En cuanto a los ingresos y costos, solo se considerarán los que correspondan a actividades dentro de la finca.

2.3.6. Flujo de caja

Para realizar el análisis financiero, se estableció un flujo de caja de 8 años. Este se utiliza para ambos escenarios, es decir, con el componente ganadería (SSP) y sin ganadería (BN).

2.3.7. Tasa de interés

En este caso, se utilizó la tasa de interés nominal pasiva sobre depósitos a plazo fijo, que es de 6.50%. Esta se empleó como costo de oportunidad para los productores que cuentan con liquidez financiera para invertir, la cual corresponde a la tasa de política monetaria del Banco Central de Honduras (BCH 2015).

2.3.8. Estimación de costos e ingresos

Se determinaron en campo al realizar entrevistas a los propietarios de las fincas. Se pueden destacar dos tipos de productores bien marcados:

- 1- Productor que incluye: madera (M) y ganadería (G).
- 2- Productor que incluye: madera (M) de bosques naturales.

La comercialización del producto **madera**, por parte de los productores, ocurre con el árbol en pie, debido a que no cuentan con los recursos necesarios para su aprovechamiento y por lo tanto, este lo realiza la industria. Los resultados del estudio biofísico indican que el 99% del bosque está compuesto por *Pinus oocarpa*. Esto demuestra que es la especie más comercializada en el mercado en todo el departamento.

Respecto de la **ganadería**, las cuatro fincas con ganado se caracterizan por carecer de infraestructura como: corrales, mangas, cargaderos, saladeros, abrevaderos, canoas de comida, etc. Las vacas se encuentran pastoreando el pasto natural que crece bajo los bosques de pino. La crianza de ganado vacuno, en todos los casos, es de doble propósito (carne y leche). Todas las razas son denominadas “indias”, no existen razas mejoradas.

En época de lluvias, inicia el proceso de engorde de las vacas y es donde ocurre mayor producción de leche. En verano o época seca, los productores tratan de vender o venden algunos animales por falta de pastos. La comercialización de los productos derivados de la leche, como queso y cuajadas, se realiza en las propias fincas. Los compradores son los productores de otras fincas.

Esta situación ocurre, principalmente, debido a que el número de vacas es muy poco por cada productor y la producción de leche se da cuando las vacas cuentan con crías. Por lo tanto, la mayoría de los productos obtenidos se consumen en la finca misma, por el productor.

Los rubros para la organización de los ingresos y los costos se agruparon de acuerdo con los siguientes aspectos: i) **ingresos**: madera, leche, derivados de la leche y carne; y ii) **costos**: insumos para ganadería, mano de obra para madera, mano de obra para ganado y autoconsumo ganadería.

Existen ingresos por el aprovechamiento del componente forestal, sin embargo, los costos de este no los cubre el productor, sino la empresa industrial, directamente. Los únicos costos que se atribuyen a esta actividad se relacionan con un porcentaje del cercado de la finca con alambre de púas y postes muertos.

Dentro de los ingresos, no se consideran actividades que se realizan fuera de la finca. Tampoco se cuentan la venta de tierras, venta de infraestructuras, construcción, recepción de dinero a través de remesas y venta de artículos en pulperías.

Definidos los costos e ingresos, se elaboraron flujos de caja para las cinco fincas, con los cuales se determinó el valor actual neto (VAN) y la relación beneficio costo (B/C) para cada finca, cada actividad y por cada escenario.

2.4. Análisis de sensibilidad

Los análisis de sensibilidad son una herramienta muy importante, que permite abordar algunos problemas de incertidumbre y modelar variables críticas que podrían afectar el buen desempeño de un proyecto (Brown 1981). En este trabajo, se realizó un análisis de sensibilidad a partir del valor actual neto (VAN), con tasas de descuento desde 6.5%, 10%, 15% hasta 30%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Aspectos biofísicos de las fincas de bosque natural y sistema silvopastoril

Se seleccionaron cinco fincas (cuadro 1) dentro de las ocho existentes, debido a que el área con que contaban era muy pequeña (por debajo de las 5 hectáreas). Asimismo, mostraban zonas donde el componente arbóreo (bosque) había sido muy intervenido, es decir, en estas fincas, ya no se va realizar aprovechamiento de madera para la industria.

La empresa industrial realiza el Plan Operativo Anual y establece unidades de corta con diferentes productores para el aprovechamiento de madera durante todo el año. El acuerdo establece que la Cooperativa Agroforestal El Palisal le paga al productor L. 300/m³ por el aprovechamiento y a la Municipalidad de Yamaranguila L. 200/m³. Este último monto se debe a que el Plan de Manejo Forestal está autorizado por el ICF a nombre del Municipio de Yamaranguila.

Cuadro 1. Aspectos biofísicos de las cinco fincas (finca 1: bosque natural; fincas 2, 3, 4 y 5: sistema silvopastoril) seleccionadas para el análisis financiero en Yamaranguila, Honduras.

Aspecto biofísico de las fincas seleccionadas	FINCAS				
	1	2	3	4	5
Área total (ha)	70 (100%)	42 (100%)	35 (100%)	14 (100%)	28 (100%)
Área bosque (ha)	67,9 (97%)	37,8 (90%)	33,25 (95%)	8,4 (60%)	25,2 (90%)
Cultivos (ha)	2,1 (3%)	4,2 (10%)	1,75 (5%)	5,6 (40%)	2,8 (10%)
Ganado (N°)	-	6	6	21	10
Unidades animales (UA/ha)	-	0,16	0,18	2,50	0,40
Volumen madera (m ³)	2.700	1.500	1.000	1.000	1.800
Actividades dentro de la finca	M + C	M + G + C	M + G + C	M + G + C	M + G + C
Actividades fuera de finca	Construcción	Remesas	Carguío	Alquileres	Pulpería
Tipo de Bosque	BN	SSP	SSP	SSP	SSP
Fustales (N°/ha)	676	-	-	456	-
Latizales (N°/ha)	1.528	-	-	880	-
Brinzales (N°/ha)	2.480	-	-	2.218	-
Área basal (m ² /ha)	28,632	-	-	18,875	-
Volumen total (m ³ /ha)	327,25	-	-	198,34	-

M: madera, G: ganadería, C: cultivos, BN: bosque natural, SSP: sistema silvopastoril.

Las cinco fincas poseen bosque suficiente para el manejo y aprovechamiento maderable a través de la industria. Estas muestran los siguientes porcentajes de bosque: finca 1 (97%), finca 2 (90%), finca 3 (95%), finca 4 (60%) y finca 5 (90%). Estos valores altos de volumen maderable indican el gran potencial de manejo con que cuentan las fincas y la posibilidad de aplicar un adecuado manejo basado en sistemas silvopastoriles sostenibles.

En las fincas ganaderas (fincas 2, 3, 4 y 5), los bosques bajo SSP representan el 83% en promedio, cuyas áreas también cuentan con ganado en pastoreo bajo los bosques de pino. En las fincas 2, 3 y 5, la intensidad del pastoreo es menor, donde la carga animal es de 0.24 animales/ha (finca 2 = 6 vacas, finca 3 = 6 vacas y finca 5 = 10 vacas). A diferencia de estas, la finca 4 cuenta con una carga animal de 2.5 animales/ha (21 vacas), lo que indica que existe más presión sobre el bosque por pastoreo en ella.

Es importante aclarar que los valores biofísicos basados en la abundancia (fustal, latizal y brinzal), área basal y volumen total fueron obtenidos para bosque natural de la finca 1 y para sistema silvopastoril de la finca 4. Las densidades de árboles en estos bosques es alto (676 ind/ha en BN y 456 ind/ha en SSP), tanto en fustales, latizales y brinzales, por lo que el manejo y aprovechamiento de árboles con fines maderables es muy favorable y no compromete la sostenibilidad del componente arbóreo para el SSP. Respecto de la densidad, Calderon y Solís (2012) encontraron que el número de individuos en bosque natural es de 292 y 246 ind/ha, sin embargo, en otro bosque SSP encontraron 69 ind/ha. En otro escenario en La Brea, Guatemala, encontraron 100 ind/ha (Paiz, 1994). Por otro lado en SSP con árboles de pino en Copán, Honduras, Chavarría (2010) encontró 151 ind/ha.

En cuanto al volumen, el bosque natural y el sistema silvopastoril presentan altos valores (327.2 m³/ha en BN y un promedio de 198.3 m³/ha en SSP) que demuestran el potencial maderable existente, en contraste con lo encontrado por Chavarría (2010) en SSP, con 104.87 m³/ha.

3.2. Costos e ingresos para la finca de bosque natural y el promedio para las fincas de sistema silvopastoril

En el cuadro 2, se observan con detalle los costos e ingresos por las actividades de madera y ganadería, expresados en dólares, y su representatividad porcentual para la finca de bosque natural y el promedio de fincas del sistema silvopastoril.

La actividad relacionada a la madera (bosque natural) no genera grandes costos (US\$ 0,47/ha/año) debido a que el componente arbóreo siempre estuvo presente (en este caso no existen costos de instalación). Por lo tanto, representa una fuente de ahorro para el productor en cuanto a costos de instalación. La actividad con mayores costos es la ganadería (sistema silvopastoril), la cual representa el 90,4% (US\$ 191,57/ha/año) de los costos. La actividad de madera representa el 9,6% (US\$ 20,39/ha/año).

Respecto a los ingresos, la actividad que genera mayores ingresos es la madera (100%=US\$ 542,24/ha/año en bosque natural y 61,4%=US\$ 671/ha/año en sistema silvopastoril. Esta no guarda relación con los costos, puesto que no requiere inversión mayor para obtenerla. Solo necesita un mínimo de inversión para mantenerla, es rentable y sostenible en el largo plazo. Los ingresos obtenidos por madera, generalmente, se invierten en la compra de unidades animales para ganadería.

Los ingresos generados por la ganadería representan el 38,6% (US\$ 422,75/ha/año) de los ingresos en el sistema silvopastoril, con tendencia a incrementarse a medida que aumenta el número de unidades animales. El ingreso neto es de US\$ 882,44/ha/año en el sistema silvopastoril respecto del bosque natural (US\$ 541,77/ha/año). Al integrar el componente madera con ganadería, aumentan los ingresos netos en aproximadamente el 40%.

Cuadro 2. Costos e ingresos por actividad productiva finca de bosque natural y promedio de fincas de SSP en Yamaranguila, Honduras.

Tipo de finca	Bosque natural (BN) (*)		Sistema silvopastoril (SSP) (**)	
	US\$/ha/año	%	US\$/ha/año	%
Costos				
Madera	0,47	100,0%	20,39	9,6%
Ganadería	-	0,0%	191,57	90,4%
Total costos	0,47	100,0%	211,96	100,0%
Ingresos				
Madera	542,24	100,0%	671,65	61,4%
Ganadería	-	0,0%	422,75	38,6%
Total ingresos	542,24	100%	1.094,4	100,0%
Utilidad	541,77		882,44	

Montos expresados en dólares estadounidenses (US\$). Tipo de cambio US\$ 1.00 = 22.0 Lempiras.

(*) Finca 1, no tiene ganadería; (**) Promedio de fincas 2, 3, 4 y 5.

Es importante implementar prácticas de manejo del bosque que aislen áreas en forma de parches o corredores, de modo que aseguren la supervivencia de la regeneración natural. Así, es posible alcanzar un punto de equilibrio con el número de animales límite por hectárea en pastoreo bajo los bosques de pino y proteger las áreas recién intervenidas por la extracción de árboles por la industria.

3.3. Análisis financiero

El cuadro 3 muestra los indicadores financieros VAN (BN: US\$ 506,29/ha/año y SSP: US\$ 2.036,82/ha/año) y B/C (BN: 178,45 y SSP: 6,72) por actividades productivas. Estas últimas son: madera y ganadería. La finca que representa al bosque natural (BN) y las fincas que, en promedio, representan al sistema silvopastoril (SSP) muestran alta rentabilidad.

El sistema silvopastoril tiene un VAN de US\$ 2.036,82/ha/año, que es superior al valor del bosque natural (US\$ 506,29/ha/año), ya que suma los ingresos de madera y de la actividad ganadera. En cuanto al VAN por madera, el sistema silvopastoril representa el 27% (US\$ 539,47/ha/año). Respecto del VAN en ganadería, el valor es más alto con US\$ 1.497,35/ha/año (73%). Por consiguiente, la actividad de ganadería genera mayor rentabilidad que la de madera en SSP. Para el productor este escenario es mucho más rentable, puesto que obtiene ingresos diarios. Al respecto, Chavarría (2010) obtuvo un VAN promedio de US\$ 2,409.3/ha/año, desde un mínimo de US\$ 952.8/ha/año hasta un máximo de US\$ 3,865.8/ha/año en sistemas silvopastoriles.

Cuadro 3. Valores de los indicadores financieros por actividad productiva en bosque natural de pino versus el promedio de sistemas silvopastoriles con pino en Yamaranguila, Honduras.

Actividad	Índices de rentabilidad	Bosque natural (BN) (*)	Sistema silvopastoril (SSP) (**)
		US\$/ha/año	US\$/ha/año
Madera - Ganadería	VAN	506,29	2.036,82
	B/C	178,45	6,72
	% VAN	100%	100%
Madera	VAN	506,29	539,47
	B/C	178,45	10,04
	% VAN	100%	27%
Ganadería	VAN	-	1.497,35
	B/C	-	5,92
	% VAN	-	73%

(*) Finca 1, no tiene ganadería; (**) Promedio de fincas 2, 3, 4 y 5; Tipo de cambio US\$ 1,00 = 22 Lempiras. Montos expresados en dólares estadounidenses (US\$).

La rentabilidad basada en el beneficio-costo, para el bosque natural, es muy alta (178,45). En este caso, está influenciada únicamente por la actividad de la madera. Este valor se explica, porque no existen costos por instalación de árboles para obtener el bosque, este siempre ha estado allí, y el ciclo productivo comienza con su aprovechamiento. En el sistema silvopastoril, el beneficio-costo es de 6,72, con un valor de 10,04 por la actividad de madera y 5,92 por la actividad de ganadería.

Los valores obtenidos se consideran altos, tanto por madera (bosque natural), como por la combinación de las actividades de madera y ganado (sistema silvopastoril). En ambos casos, se reporta una alta rentabilidad y ganancias. Al respecto Chavarría (2010) reportó valores de rentabilidad de beneficio-costos desde 1.1 hasta 2.8, en fincas que cuentan con sistema silvopastoril. En Matagalpa, Nicaragua se obtuvo 1.97 en fincas ganaderas de doble propósito (Suarez 2009).

3.4. Análisis de sensibilidad

El cuadro 4 muestra el análisis de sensibilidad para tasas de descuento de 6.5, 10, 15 y 30%. El comportamiento de la rentabilidad basado en el VAN demuestra que, a medida que aumenta la tasa de descuento desde 6,5% hasta 30%, la rentabilidad disminuye, tanto en la finca de bosque natural (US\$ 506,29; 490,45; 469,41 y 415,74/ha/año) como en el valor promedio de las fincas del sistema silvopastoril (US\$ 2.036,82; 1.907,11; 1.758,06 y 1.472,10/ha/año). La tendencia se mantiene constante, donde el valor del VAN del sistema silvopastoril continúa superior al VAN del bosque natural. En ambos casos, se mantiene con valores positivos y altos (figura 2).

Chavarría (2010) encontró que, a medida que las tasas de descuento varían desde 4.58% hasta 30%, la rentabilidad obtenida a través del VAN, disminuye. Del mismo modo, Chaparro (2005) verificó que, conforme aumenta la tasa de descuento, disminuye el valor del VAN. Este resultado indica que el aumento de la tasa de descuento disminuye la rentabilidad de un proyecto de inversión.

Cuadro 4. Análisis de sensibilidad del VAN con diferentes tasas de descuento para bosque natural (BN) y promedio de fincas del sistema silvopastoril (SSP) Yamaranguila, Honduras.

Tipo de bosque	Índice de rentabilidad	Tasa de interés (%)			
		6,50%	10,00%	15,00%	30,00%
		US\$/ha/año	US\$/ha/año	US\$/ha/año	US\$/ha/año
BN	VAN	506,29	490,45	469,41	415,74
SSP	VAN	2.036,82	1.907,11	1.758,06	1.472,10

Montos expresados en dólares estadounidenses (US\$); Tipo de cambio US\$ 1.00 = 22.0 Lempiras.

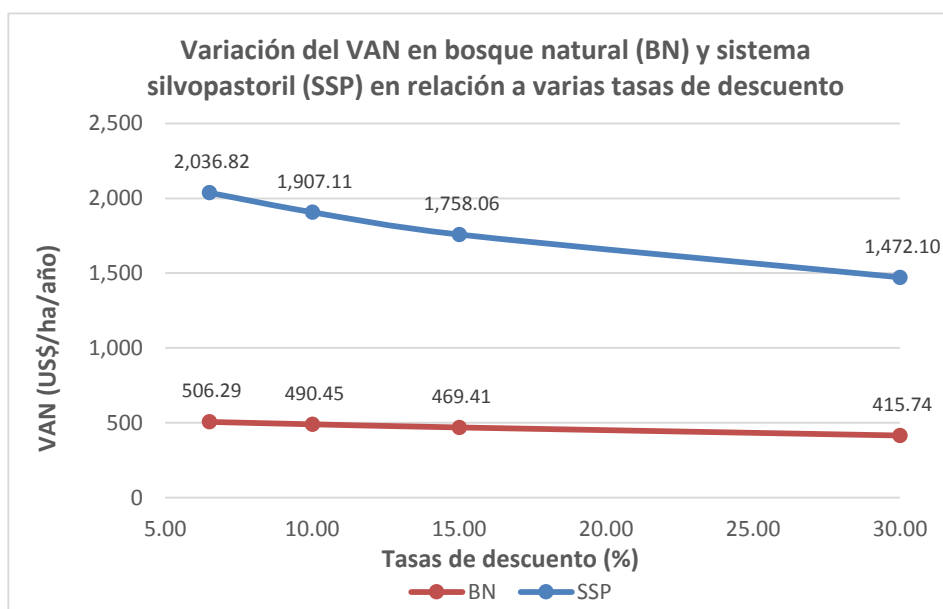


Figura 2. Comportamiento del VAN según la tasa de descuento por BN y SSP.

4. CONCLUSIONES

Los productores del Municipio de Yamaranguila cuentan con bosques: i) sin intervención de ganado (BN) y ii) con intervención de ganado (SSP), ambos tipos de bosque con abundante volumen maderable aprovechable, del cual se desprenden las actividades en madera y ganadería.

Los costos en bosque natural son ínfimos, con US\$ 0,47/ha/año = 100% en madera y ninguno en ganadería. Los mayores costos están en el sistema silvopastoril (US\$ 20,39/ha/año = 9,6% en madera y US\$ 191,57/ha/año = 90,4% en ganadería). Los ingresos en bosque natural proceden de madera con US\$ 542,24/ha/año en un 100%. Los ingresos en sistemas silvopastoriles provienen de madera (US\$ 671,65/ha/año = 61,4%) y ganadería (US\$ 422,75/ha/año = 38,6%), con un total de US\$ 1.094,4/ha/año. Finalmente, los ingresos netos o utilidad son mayores en el sistema silvopastoril con US\$ 882,44/ha/año respecto del bosque natural US\$ 541,77/ha/año.

La rentabilidad basada en el VAN, en el sistema silvopastoril (US\$ 2.036,82/ha/año), es mayor al de bosque natural (US\$ 506,29/ha/año). En SSP, el componente ganadería aporta el 73% del VAN con US\$ 1.497,35/ha/año y madera el 27% (US\$ 539,47/ha/año).

En cuanto al indicador financiero B/C, el bosque natural se considera con un valor muy alto (178,45), el cual es mayor que el sistema silvopastoril (6,72). En SSP, el componente madera tiene un valor de B/C=10,04 y ganadería B/C=5,92.

La sensibilización realizada con base en el aumento de la tasa de descuento (6,5%, 10%, 15% y 30%), tanto para el bosque natural como para el sistema silvopastoril, indica que la rentabilidad basada en el VAN tiende a disminuir desde US\$ 506,29/ha/año (6,5%) hasta US\$ 415,74/ha/año (30%) en

bosque natural y desde US\$ 2,036.82/ha/año (6,5%) hasta US\$ 1,472.10/ha/año (30%) en sistema silvopastoril. Sin embargo, aún con una tasa de descuento del 30%, el VAN se mantiene siempre alto.

5. RECOMENDACIONES

Los productores de Yamaranguila que combinan madera y ganado, al contar con mayor rentabilidad que aquellos que solo producen madera, deben reforzar las condiciones de manejo en el sistema silvopastoril. Se sugiere utilizar técnicas que aumenten el diámetro de los árboles, calidad de los fustes y volumen en general, para conseguir mayores ingresos económicos.

Para los productores de Yamaranguila, es más rentable ejecutar prácticas integrales como los sistemas silvopastoriles (ganadería y madera). A estas pueden sumarse, además, las prácticas agrícolas.

Con mayor protección de la regeneración natural, árboles juveniles y bosques de pino del pisoteo durante el pastoreo, se incrementaría el crecimiento, calidad del fuste y volumen maderable por ofertar.

Con prácticas silvopastoriles como rotación de aptos, reducción de la carga animal, reducción de tiempo de pastoreo, cultivo de forrajeras, uso de pastos tolerantes a la sombra, inversión en infraestructura (establos, corrales, mangas, bebederos, comederos, abrevaderos, cercas, etc), se incrementarían los ingresos, debido a la ganancia en peso del ganado, aumento en la producción de leche, mejores condiciones sanitarias y, por consiguiente, mayor rentabilidad.

Las áreas boscosas aprovechadas deben protegerse con cercas para así evitar que los remanentes sean pisoteados y quebrados por el ganado.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BCH (Banco Central de Honduras). 2015. Boletín estadístico. VOL. LXV. N° 9. Tegucigalpa, Honduras. 88p. Disponible en: http://www.bch.hn/boletin_estadistico
- Apaza, A. 2011. Potencialidades socio - económicas de la producción, procesamiento y mercadeo de productos maderables provenientes de sistemas silvopastoriles en Copán, Honduras (1412712113). Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-119p p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/66/1/Apaza_Potencialidades.pdf
- Chaparro, L. 2005. Viabilidad financiera de sistemas agrosilvopastoriles multiestrata y agroforestales en fincas ganaderas convencionales del departamento de Santander, Colombia. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 131p.
- Chavarría, A. 2010. Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras (1412713317). Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-150p p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5394E/A5394E.PDF>
- Brown, M. 1981. Presupuesto de fincas: del análisis del ingreso de la finca al análisis de proyectos agrícolas. Banco Mundial. Madrid, España. 142p.

- Calderon, D.; Solis, D. 2012. Cuantificación del carbono almacenado en tres fincas en tres estados de desarrollo del bosque de pino (*Pinus oocarpa*, L.) Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Universidad Nacional Agraria. 64p.
- Detlefsen, G.; Somarriba, E. 2012. Producción de madera en sistemas agroforestales en Centroamérica. Proyecto Finnfor, Bosques y Manejo Forestal en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. (Serie técnica. Manual técnico / CATIE; no, 109). 244p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2008. Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en Latinoamérica y el Caribe: Lecciones a partir de casos exitosos. Santiago, Chile. FAO. 101p.
- Holmann, F; Rivas, L. 2005. Los forrajes mejorados como promotores del crecimiento económico y la sostenibilidad: el caso de los pequeños productores de Centroamérica. Cali, Colombia. CIAT. 70p.
- Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Casasola, F.; Sepulveda, C.; Tobar, D. 2012. Potencial de producción sostenible de madera del sistema silvopastoril árboles dispersos en potreros en América Central (En línea). VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroforestales para a Produção Pecuária Sustentável (VII): 780-790p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/223/1/Ibrahim_Potencia_l.pdf
- ICF. 2009. Anuario Estadístico Forestal.2009 (1416563766). 23(23): 1-144p. Consultado 21 novi., 2014. Disponible en: <http://www.ICF.gob.hn/files/tramites/anuario%20estadistico%20forestal%202008%20VERSI%20ON%202.pdf>
- Kent, J.; Ammour, T. 2012. Análisis financiero y económico de la producción de madera en sistemas agroforestales. In Detlefsen, G.; Somarriba, E. E. eds. 2012. Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica. 91-111p. (Serie técnica. Manual técnico N° 109).
- Navarro, G. 2007. Distorsiones de la teoría de la economía clásica en relación al cálculo del valor del activo forestal y la escogencia de rotaciones óptimas. Tierra Forestal 3 (2): 261-272p.
- Paiz, M. 1994. Factores que afectan la regeneración natural de *Pinus oocarpa* Schiede, en un bosque seco de La Brea, Guatemala. Magister Scientiae. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-109 p.
- Pérez, E. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras (1412719944). Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Catie, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1-134 p. Consultado 06 octu., 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1305E/A1305E.PDF>.
- Sage, L.; Kent, J; Morales, J. 2013. Capítulo 11: Rentabilidad de las inversiones de teca. In de Camino, R.; Morales, J. eds. 2013. Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades. CATIE. FAO. 202-205p. (Serie técnica, Informe técnico N° 397).
- Suarez, J. 2009. Análisis de rentabilidad en los sistemas tradicionales de producción y la incorporación de los sistemas silvopastoriles en fincas de doble propósito, Matagalpa, Nicaragua. Tesis MSc. Turrialba Costa Rica. CATIE. 105p.
- Suarez, M. 2012. Comparación estadística de la tabla de volumen INFONAC y ajuste de una ecuación de volumen local para bosques de *Pinus oocarpa* Schiede bajo sistema de Raleo Arse en los municipios de El Porvenir y Cedros, Francisco Morazan, Honduras. Escuela Nacional de Ciencias (ESNACIFOR). Siguatepeque, Comayagua, Honduras. 80p.
- Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Haensel, G. 2010. Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles: estudios de caso en América Central, Costa Rica, CATIE. 82p. (Serie técnica. Manual Técnico N° 95).

TERCERA PARTE: RECOMENDACIONES GENERALES

- Establecer un régimen de manejo del bosque que prohíba cortar o exponer al pisoteo la regeneración natural. Se deben cercar las áreas con árboles juveniles y proteger, individualmente, los árboles adultos con condición de aprovechable.
- El productor deberá establecer el manejo adecuado de los componentes madera y ganado.
- La industria debe promover el manejo de los bosques en el terreno de los productores, aprovechando los árboles maduros y al conservar y proteger los individuos juveniles.
- El ICF (Instituto de Conservación Forestal) debe facilitar a los productores e industria el manejo y protección del bosque antes y después del aprovechamiento.
- La Municipalidad de Yamaranguila, a través del área ambiental, deberá contribuir en el manejo y protección del bosque así como en el control de las actividades extractivas, mediante la creación de programas contra incendios, rondas de vigilancia y controles contra la tala ilegal.
- El CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) debe apostar por estudios e investigación en la zona relacionados con buenas prácticas en sistemas silvopastoriles, implementar trabajos de extensión forestal con los productores, promover el agrupamiento de productores para mejorar el comercio de servicios y productos para la generación de valor agregado.
- Los trabajos de investigación del CATIE deberán relacionarse con: i) estudios de la capacidad de carga animal óptima de potreros bajo bosques naturales de *Pinus oocarpa*, ii) estudios sobre la utilización de especies forrajeras más adaptadas a las condiciones de la zona, iii) estudios sobre tiempo óptimo de pastoreo, iv) estudios sobre tiempo adecuado para la rotación de apartos, y v) estudios con cultivos de pastos mejorados, adaptados a la zona.
- La industria debe comprometerse con el manejo forestal y la protección del bosque, sobretodo, al apoyar a los productores de madera y ganado en sistemas silvopastoriles, debido a que estos constituyen la gran mayoría de los bosques de *Pinus oocarpa*.

ANEXOS

Anexo 1. Formulario para el inventario de parcelas en el estrato brinzal para bosque natural y SSP en los bosques de pino en Yamaranguila, Intibucá, Honduras.

Inventario de parcelas de Pinus oocarpa



N°

POA: CO-0311-004-00646-2014		Sector:		Municipio: Yamaranguila			
Plan de manejo: BE-CO-1016-0311-1998		Departamento: Intibucá		País: Honduras			
Evaluador: Wilson Guerra		Propietario:		Fecha: Mayo del 2015			
Parcela:		Pendiente:		Tamaño parcela: 7.5m x 12.5m			
Estrato: Brinzal		Tipo parcela:		Área parcela: 93.75 m ²			
Item	Especie	Nombre científico	Observaciones	Item	Especie	Nombre científico	Observaciones
1				40			
2				41			
3				42			
4				43			
5				44			
6				45			
7				46			
8				47			
9				48			
10				49			
11				50			
12				51			
13				52			
14				53			
15				54			
16				55			
17				56			
18				57			
19				58			
20				59			
21				60			
22				61			
23				62			
24				63			
25				64			
26				65			
27				66			
28				67			
29				68			
30				69			
31				70			
32				71			
33				72			
34				73			
35				74			
36				75			
37				76			
38				77			
39				78			
30 cm hasta 1,5 m de altura							

Anexo 2. Formulario para el inventario de parcelas en el estrato latizal para bosque natural y SSP en los bosques de pino en Yamaranguila, Intibucá, Honduras.

Inventario de parcelas de Pinus oocarpa



N°

POA: CO-0311-004-00646-2014						Sector:		Municipio: Yamaranguila		
Plan de manejo: BE-CO-1016-0311-1998						Depto: Intibucá		País: Honduras		
Evaluador: Wilson Guerra						Propietario:		Fecha:Mayo 2015		
Parcela:						Pendiente:		Tamaño parcela: 15m x 25m		
ESTRATO: Latizal						Tipo parcela: SSP		Área parcela: 375 m ²		
Item	Especie	Nombre científico	Dap (cm)	< Base	< Punta	Altura total (m)	Diam copa (m)	Calidad fuste	Estado fitosanitario	Observaciones
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
>1,5 m de altura y < 9,9 cm de dap										

Anexo 3. Formulario para el inventario de parcelas en el estrato fustal para bosque natural y SSP en los bosques de pino en Yamaranguila, Intibucá, Honduras.

Inventario de parcelas de Pinus oocarpa



N°

POA: CO-0311-004-00646-2014						Sector:			Municipio: Yamaranguila	
Plan de manejo: BE-CO-1016-0311-1998						Depto: Intibucá			País: Honduras	
Evaluador: Wilson Guerra						Propietario:			Fecha:Mayo 2015	
Parcela:						Pendiente:			Tamaño parcela: 30m x 50m	
ESTRATO: Fustal						Tipo parcela: SSP			Área parcela: 1500 m ²	
Item	Especie	Nombre científico	Dap (cm)	< Base	< Punta	Altura total (m)	Diam copa (m)	Calidad fuste	Estado fitosanitario	Observaciones
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
> 10 cm de dap										

Anexo 4. Formulario para el control de la producción y la calidad de la madera aserrada (BN y SSP) por turno de trabajo en la planta de transformación primaria de la Cooperativa Agroforestal El Palisal, Yamaranguila, Intibucá, Honduras.

CONTROL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE MADERA ASERRADA



Fecha: _____ Aserrador: _____ Hora inicio: _____ Hora final: _____
 Especie: _____ Turno: _____ Observaciones: _____ horas

MADERA EN ROLLO		MADERA ASERRADA																								
(Materia prima)		N° Pieza	Medidas				Defectos en (%)														Calidad					
Troza	N°		Esp (pulg)	Ancho (pulg)	Largo (pie)	Vol. (pt)	Nudos	Bolsas de resina	Entrecascos	Pudrición	Fendas	Medidas no respetadas	Humedad	Manchas por hongos	Madera de compresión	Desviación de la fibra	Madera	Gemas	Grietas	Médula	Defectos	A	B	Otro		
Medidas																						N°				
	Diam < (m)	1																								
		2																								
	Diam > (m)	3																								
		4																								
	Longitud (m)	5																								
		6																								
		7																								
	Diam < (pulg)	8																								
		9																								
	Largo (pie)	10																								
		11																								
	Vol (m3)	12																								
		13																								
	Defectos (%)	14																								
	Nudos	15																								
	Médula	16																								
	Quemadura	17																								
	Torcedura	18																								
	Rajadura	19																								
	Pudrición	20																								
	Otros	21																								
		22																								
		23																								
	Total	0%				Total	0.0																			

Médula: madera de corazón

Calidades: A = 0 a 20% de defectos; B = 21 a 100% de defectos y Otros = madera completamente defectuosa e inservible.

Anexo 5. Formulario de encuesta realizada a los productores de BN y SSP en el Municipio de Yamaranguila, Intibucá, Honduras.

Encuesta Propietarios bosques de Pino



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA "CATIE"
DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO**

I. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA FINCA

- 1.1 Finca N° _____
Coordenadas GPS: x _____ y _____ z _____
- 1.2 Fecha de la entrevista: _____ Hora inicio: _____ Hora final: _____
- 1.3 Nombre del entrevistado (s): _____ Edad: _____
Teléfono: _____ Rol familiar: _____ N° hijos: _____
- 1.4 Sector: _____ Barrio: _____ Municipio: _____ Dpto: _____
- 1.5 Responsable o administrador: _____

II. CAPITAL HUMANO

- 2.1 Tipo de mano de obra que utiliza:
Familia: _____ Horas/día
Contratados permanentes N°: _____ Temporales N°: _____ Horas/día: _____
Tiempo de contrato al año: _____ Costo por jornal/hora: _____ Lps hora-1

III. CAPITAL SOCIAL

- 3.1 Cuenta con asistencia técnica:
a) SI: _____
Quienes lo visitan: _____
b) NO: _____
- 3.2 ¿Cuándo recibe asistencia técnica y cuáles son los temas en que se le capacita?
a) Ganadería sostenible
b) Alimentación de los animales
c) Manejo de pasturas
d) Infraestructura
e) Nuevas tecnologías
f) Acceso a mercados
g) Control sanitario de los animales
h) Otros: _____
- 3.3 ¿Cuáles han sido las estrategias que usted realiza para mejorar la actividad ganadera?
a) Comprar más terrenos
b) Sembrar pastos mejorados. Cuáles _____

- c) Sembrar cultivos. Cuáles _____
- d) Sembrar árboles o plantaciones forestales. Especies _____
- e) Comprar animales
- f) Mejorar infraestructura
- g) Buscar financiamiento
- h) Vender parte de la finca
- i) Otro. Cuál _____

3.4 Servicios públicos con los que cuenta:

- a) Carretera destapada: SI _____ NO _____
- b) Carretera pavimentada: SI _____ NO _____
- c) Acueducto y alcantarillado: SI _____ NO _____
- d) Escuela y colegio: SI _____ NO _____
- e) Electricidad: SI _____ NO _____
- f) Centro de salud: SI _____ NO _____
- g) Telefonía: SI _____ NO _____
- h) Agua potable: SI _____ NO _____
- i) Otro: _____

IV. CAPITAL NATURAL

- 4.1 Área total de la finca: _____ Mz.
- 4.2 Topografía de la finca: Plana _____, Ondulada _____, Quebrada _____, Otro _____
- 4.3 N° de potreros: _____
- 4.4 Área total de pasturas: _____ Mz.
- 4.5 Potreros con presencia de árboles maderables: _____ Mz.
- 4.6 Bosques de pino bajo pastoreo "SSP" _____ Mz.
- 4.7 Bosques de pino natural _____ Mz. Edad _____
- 4.8 Reforestación con pino _____ Mz. Edad _____
- 4.9 Especies de árboles predominantes en su bosque _____

- 4.10 Cultivos permanentes: _____ Mz. Edad _____
- 4.11 Cultivos temporales: _____ Mz. Edad _____
- 4.12 Cultivos anuales: _____ Mz. Edad _____
- 4.13 Pastos mejorados: _____ Mz. Edad _____
- 4.14 Bancos forrajeros: _____ Mz. Edad _____
- 4.15 Km. de cercas vivas: _____
- 4.16 Tenencia de la tierra: propia ____ renta _____ titulada: si ____ no ____
- 4.17 Costo de alquiler _____ Lps Mz-1
- 4.18 ¿Cuál es el precio de venta de la tierra en la zona por tipo de uso? Lps Mz-1

Tipo de uso de suelos	Costo Lps Mz-1
Pastizales o potreros	
Zonas con bosques bajo pastoreo	
Zonas agrícolas	
Sistemas agroforestales con cultivo de café	
Sistemas agroforestales con cultivo de papa	
Sistemas agroforestales con cultivo de maíz	
Sistemas agroforestales con otros cultivos	
Zonas con bosques de coníferas	
Zonas con bosques de latifoliado	

4.19 En los últimos tres años ha sembrado árboles o los ha dejado de la regeneración natural en su finca:

a) SI

Siembra: _____ Regeneración: _____

Especies: _____

b) NO

4.20 ¿Por qué son importantes los árboles en los potreros?:

a) Madera

b) Leña

c) Postes para cercas vivas

d) Alimento para el ganado (follaje, frutos)

e) Sombra para los animales

f) Refugio de animales silvestres, aves, etc.

g) Belleza del paisaje

h) Cultura y tradición

i) Espiritualidad

j) Otro: _____

4.21 ¿Posee nacientes de agua y ríos o quebradas que pasan por la finca?

a) SI

¿Cuántos? _____

b) NO

4.22 ¿Protege las nacientes de agua, ríos o quebradas?

a) SI

¿Cómo los protege? _____

b) NO

4.23 ¿Realiza quemas en su finca?

a) SI

b) NO

4.24 ¿Ha sembrado nuevos cultivos, pastos, árboles en los últimos años?

a) SI

¿Cuáles? _____

b) NO

4.25 ¿Usted realiza ensilajes para los animales de su finca?

a) SI ¿Con que lo hace? _____

b) NO

V. CAPITAL FÍSICO

5.1. La finca es accesible:

a) Todo el año

b) En época seca

c) En época lluviosa

5.2 ¿Qué tipo de energía utiliza en la finca?

a) Electricidad (KW)

b) Gas (Litros ó galón)

c) Diésel (Litros)

d) Leña (Carretas)

¿Cuánto? _____ Lps Mes-1

5.3 ¿Qué tipo de cercas utiliza en su finca?

a) Eléctrica. Consumo kW: _____ por mes o costo de electricidad: _____

b) Poste muerto. Especie: _____

c) Cerca viva. Especies: _____

5.4 Maneja sistema de riego en su finca:

a) SI

Tipo de riego: Aspersión: _____, Gravedad: _____, Otro: _____

Tipo de combustible (electricidad/diesel/gasolina) _____

Manzanas: _____, Consumo electricidad/combustible: _____

Cantidad (litros): _____, Horas/día/riego: _____

Costo electricidad: _____ Lps hora-1, Costo combustible: _____ Lps litro-1,

b) NO

5.5 ¿Cuántos apartos maneja en su finca?

5.6 ¿Maneja rotación de apartos? Cuántos potreros tiene y cuánto tiempo los mantiene ocupados con ganado y cuánto tiempo los hace descansar.

a) SI

Días de ocupación: _____

Días de descanso: _____

b) NO

5.7 Instalaciones con que cuenta:

a) Corral: SI _____ NO _____

b) Manga: SI _____ NO _____

c) Cargadero: SI _____ NO _____

d) Saladero: SI _____ NO _____

e) Abrevadero: SI _____ NO _____

f) Canoa para comida: SI _____ NO _____

g) Otro: _____

5.8 Maquinarias y equipo menor con que cuenta:

a) Vehículo: SI _____ NO _____ Consumo _____ (litros/mes, kw)

b) Motocicleta: SI _____ NO _____ Consumo _____ (litros/mes, kw)

c) Motosierra: SI _____ NO _____ Consumo _____ (litros/mes, kw)

d) Moto guadaña: SI _____ NO _____ Consumo _____ (litros/mes, kw)

e) Bomba motor: SI _____ NO _____ Consumo _____ (litros/mes, kw)

f) Tractor : SI _____ NO _____ Consumo _____ (litros/mes, kw)

g) Picadora pasto: SI _____ NO _____ Consumo _____ (litros/mes, kw)

h) Generador eléctrico: SI _____ NO _____ Consumo _____ (litros/mes, kw)

i) Bomba de agua: SI _____ NO _____ Consumo _____ (litros/mes, kw)

j) Ordeñadora: SI _____ NO _____ Consumo _____ (litros/mes, kw)

g) Otro: _____

5.9 El transporte de insumos a la finca lo realiza con su propio vehículo o contrata transporte.

a) Vehículo propio

Cuanto combustible gasta por viaje: _____ litros Distancia: _____ Km.

b) Contrata

Que vehículo contrata: _____ Distancia: _____ Km.

c) Otro

VI. CAPITAL FINANCIERO

6.1 Sistema de explotación de ganadería:

a) Lechería tradicional o medianamente especializada

b) Lechería especializada

c) Doble propósito

d) Carne ciclo completo

e) Carne - producción de crías

f) Carne desarrollo – engorde

6.2 ¿Cuáles son las razas o cruces de animales bovinos que le gusta manejar en su finca?

6.3 Lista de especies de forrajes/leguminosas que tiene en los potreros y mencione cuál produce más durante el año:

Nombre del pasto	Área en manzanas

6.4 Lista de agroquímicos que aplica durante el año:

Producto (herbicida, insecticida, fungicida, fertilizante, otros)	Cantidad (litros, sacos, bolsas por año)	Área en manzanas

6.7 ¿Qué manejo le da a los residuos sólidos (boñiga, basura) y líquidos de la finca?

- a) No hay manejo, quedan esparcidas
- b) Hay recolección y se aplican a las pasturas
- c) En pilas para producción de abono orgánico
- d) Fabricación de biofertilizantes
- e) Lagunas de oxidación
- f) Biodigestor
- g) Otro: _____

6.8 Inventario del hato:

Categoría	Número de animales	Razas predominantes
Vacas > 3 años		
Hembras 2-3 años		
Hembras 1-2 años		
Hembras 0-1 año		
Toros > 3 años		
Bueyes		
Machos 0-1 año		
Machos 1-2 años		
Machos 3-4 años		
TOTAL DEL HATO		

6.9 Registros que utiliza

- a) Productivos
- b) Reproductivos
- c) Sanitarios
- d) Contables

e) Otros: _____

f) Ninguno

6.10 Suplementos alimenticios usados en la finca en la época seca / época lluviosa:

Época seca		Época lluviosa	
Nombre	Cantidad animal / día	Nombre	Cantidad animal / día

6.11 ¿Realiza ordeño de sus vacas?

a) SI

¿Qué tipo de ordeño realiza? Manual: _____, Mecánico: _____, Consumo de electricidad o combustible: _____

b) NO

6.12 ¿Con que frecuencia ordeña al día?

a) Una vez al día

b) Dos veces al día

6.13 ¿Cuántas vacas maneja en producción?

a) Época seca: _____

b) Época lluviosa: _____

6.14 ¿Cuál es la producción promedio de leche en kg/día/animal?

a) Época seca: _____

b) Época lluviosa: _____

6.15 ¿Qué productos derivados de la leche produce en su finca? ¿Cuánto lb/día ó lt/día?

a) Época seca:

Queso _____, mantequilla _____, natilla _____, cuajada _____, otros _____

b) Época lluviosa:

Queso _____, mantequilla _____, natilla _____, cuajada _____, otros _____

6.16 ¿A qué edad desteta los terneros en su finca?

6.17 ¿Cuánto tiempo se demora el proceso de engorde de los animales hasta que están listos para la venta? _____

IV. APROVECHAMIENTO

1. ¿Cuál es el objetivo del aprovechamiento?: Madera _____ Leña _____ Postes _____ Venta _____

2. ¿Cuántos árboles aprovecha al año? _____ Madera _____ pt, Leña _____ Cargas, Postes _____ N° y longitudes otros (especificar) _____

3. ¿Qué especie (s) es la que se aprovecha? _____ ¿por qué? _____

4. ¿Cómo lo vende? Árboles en pie _____ Trozas _____ Madera cuadrada _____ Tablas _____ Tablones _____

5. ¿Cuál es la tenencia del bosque?: Privada _____ Ejidal _____ Municipal _____

Otro _____

6. ¿Cuál es la modalidad en que aprovecha su bosque?: Directa _____ Municipal _____
7. ¿Existe un Plan de Manejo Forestal del Bosque?: Sí _____ No _____
 La modalidad es: Privada _____ Ejidal _____ Municipal _____ Otro _____
8. ¿A nombre de quién se encuentra el PMF?:
 Propietario _____ Municipalidad _____
9. ¿Quién realiza el aprovechamiento? Propietario: _____ Municipio: _____
 Empresa cooperativa: _____
10. ¿Cuál es la modalidad en que se realiza el aprovechamiento? POA _____ Permiso ó autorización _____ Otro _____
11. ¿Existe algún tipo de acuerdo para el aprovechamiento?: Sí _____ No _____ Entre quienes:
 Propietario-Municipalidad _____ Propietario-Empresa cooperativa _____
 Municipalidad-Empresa cooperativa _____
12. ¿Cuánto percibe por el aprovechamiento de árboles de su bosque?:
 a) De empresa Cooperativa: _____ Lps m³-1
 b) Municipalidad: _____ Lps m³-1
13. ¿Cuánto percibe la Municipalidad por el aprovechamiento de árboles en el área de manejo?:
 a) De empresa Cooperativa: _____ Lps m³-1
 b) Del propietario: _____ Lps m³-1
14. ¿Quién ejecuta el aserrío? Empresa _____ Municipio _____
15. ¿Dónde se realiza el aserrío primario? Planta industrial cooperativa _____ Bosque _____

VII. COSTO DE PRODUCCIÓN

1. Costos sistema ganadero

N°	TIPO	Cantidad	Unidad	Costos (Lps año-1)	Familiar	
					Si	No
Mano de obra						
1	Chapias					
2	Ordeño					
3	Transporte de leche					
4	Mantenimiento de cercas					
5	Manejo del ganado (control de plagas y enfermedades, desparasitación, vacunas, etc.)					
6	Corte y repartición de pasto al ganado					
7	Herrado					
8	Mantenimiento de corrales					
9	Manejo de árboles					
10	Manejo de pastos					
11	Aprovechamiento de leña					
12	Aprovechamiento de madera					
13	Preparación de postes					
14	Transporte					

N°	TIPO	Cantidad	Unidad	Costos (Lps año-1)	Familiar	
					Si	No
15	Procesamiento					
SUB TOTAL						
Insumos						
1	Concentrado					
2	Melazas					
3	Sales minerales					
4	Vitaminas					
5	Desparasitantes					
6	Fertilizantes					
7	Herbicidas					
8	Bombas de mochila					
9	Semillas de pasto					
10	Picadora de pasto					
11	Equipo de riego					
SUB TOTAL						
Servicios						
1	Veterinario					
2	Inseminación artificial					
5	Otros gastos					
6	Renta					
SUB TOTAL						
GRAN TOTAL						

2. Costos en otros sistemas de producción

Sistema de producción	Cantidad	Unidad	Costos (Lps unidad- 1)	% de MO familiar	Costo aproximado (Lps año-1)
Cultivo de maíz					
Cultivo de frijol					
Cultivo de manzana					
Cultivo de durazno					
Cultivo de naranja					
Cultivo de zanahoria					
Cultivo de cebolla					
Cultivo de papa					
Cultivo de brócoli					
Cultivo de coliflor					
Cultivo de remolacha					
Cultivo de apio					
Cultivo de repollo					
Cultivo de lechuga					

Sistema de producción	Cantidad	Unidad	Costos (Lps unidad-1)	% de MO familiar	Costo aproximado (Lps año-1)
Cultivo de café					
Zona forestal					
Peceras					
Plantaciones					

VIII. INGRESOS (en potreros)

1. Producción de leche por día

Estación	Número de vacas en ordeño	Producción / animal (Litro día-1)	Precio de venta (Lps litro-1)	Destino	
				Familiar	Venta
Verano					
Invierno					
Promedio					

2. Producción de carne o venta de animales por año

Tipo	N° / año	Precio de venta (Lps unidad-1)	Peso promedio (Libra)	Precio total (Lps año-1)	Observaciones
Toretas o novillas					
Vacas					
Promedio					

3. Producción maderable por año o venta de volumen maderable en pie

Tipo	Cantidad	Precio unitario (Lps m ³ -1)	Precio total (Lps)	Observaciones
Madera (pt ó m ³)				
Leña (cargas)				
Postes				
Otros				

4. Ingresos por otros sistemas de producción

Sistema de producción	Cantidad	Unidad	Precio (Lps unidad-1)	% de ingreso familiar	Ingreso aproximado (Lps año-1)
Cultivo de maíz					
Cultivo de frijol					
Cultivo de manzana					
Cultivo de durazno					
Cultivo de naranja					

Sistema de producción	Cantidad	Unidad	Precio (Lps unidad-1)	% de ingreso familiar	Ingreso aproximado (Lps año-1)
Cultivo de zanahoria					
Cultivo de cebolla					
Cultivo de papa					
Cultivo de brócoli					
Cultivo de coliflor					
Cultivo de remolacha					
Cultivo de apio					
Cultivo de repollo					
Cultivo de lechuga					
Cultivo de café					
Zona forestal					
Peceras					
Plantaciones					

5. Otros ingresos

Venta (Tipo)	Cantidad	Unidad	Precio (Lps unidad-1)		Observaciones
Queso					
Cuajada					
Mantequilla					

Responsable de encuesta

Anexo 6. Resumen de aserrío de madera con trozas provenientes de sistemas silvopastoriles, con el equipo Wood-mizer LT-15 en la Cooperativa Agroforestal El Palisal, Yamaranguila, Intibucá, Honduras.

Troza N°	Bosque Tipo	Parcela N°	Coordenadas		Vol Troza	Vol Aserrado	Rend	Productividad	Volu Calidad "A"	Volu Calidad "B"	Defectos
			Este	Norte	pt	pt	%	pt/h	pt	pt	N°
1	SSP	1	363125	1583190	174.81	46.50	26.60	122.25	6.00	40.50	14
2	SSP	1	363067	1583148	204.57	173.17	84.65	122.25	25.67	147.50	64
3	SSP	2	363057	1583098	72.92	39.67	54.40	122.25	4.67	35.00	34
4	SSP	2	363051	1583057	62.76	32.50	51.79	122.25	0.00	32.50	26
5	SSP	3	363051	1583057	44.04	30.33	68.88	122.25	0.00	30.33	30
6	SSP	3	363035	1583015	44.04	32.67	74.17	122.25	4.67	28.00	19
7	SSP	4	363034	1582959	198.61	86.50	43.55	122.25	0.00	86.50	35
8	SSP	4	363033	1582907	103.79	69.33	66.80	122.25	0.00	69.33	36
9	SSP	5	363024	1582884	114.12	81.67	71.56	122.25	41.67	40.00	22
10	SSP	5	363024	1582884	68.11	38.00	55.79	122.25	14.00	24.00	17
11	SSP	6	362971	1582829	103.79	52.50	50.58	122.25	0.00	52.50	28
12	SSP	6	362954	1582758	234.62	128.33	54.70	96.44	51.00	77.33	44
13	SSP	7	363004	1582746	122.35	71.00	58.03	96.44	23.00	48.00	26
14	SSP	7	363004	1582746	122.35	59.00	48.22	96.44	17.00	42.00	31
15	SSP	8	362951	1582707	57.56	31.00	53.85	96.44	4.50	26.50	17
16	SSP	8	362949	1582663	38.77	17.67	45.57	165.50	7.00	10.67	5
17	SSP	9	362974	1582613	198.61	113.33	57.06	165.50	10.00	103.33	23
18	SSP	9	362974	1582613	139.66	82.33	58.95	165.50	8.67	73.67	29
19	SSP	10	363033	1582561	117.10	53.33	45.54	165.50	14.00	39.33	29
20	SSP	10	363022	1582602	79.32	41.00	51.69	165.50	0.00	41.00	20
21	SSP	11	363016	1582867	44.04	23.33	52.98	165.50	4.67	18.67	12
22	SSP	11	362972	1582821	147.40	100.00	67.84	214.00	17.33	82.67	33
23	SSP	12	362972	1582821	117.10	53.00	45.26	214.00	0.00	48.00	26
24	SSP	12	362945	1582760	129.36	61.00	47.15	214.00	0.00	61.00	36
25	SSP	13	362996	1582751	91.20	35.00	38.38	208.67	0.00	35.00	13
26	SSP	13	362996	1582751	57.56	18.67	32.43	208.67	0.00	18.67	12
27	SSP	14	362947	1582696	236.70	134.33	56.75	208.67	44.33	90.00	29
28	SSP	14	362954	1582654	231.78	119.67	51.63	208.67	21.00	98.67	39
29	SSP	15	362954	1582654	109.14	51.33	47.03	208.67	0.00	51.33	26
30	SSP	15	362979	1582594	147.40	75.67	51.34	208.67	9.33	66.33	27
31	SSP	16	363044	1582553	204.57	132.00	64.53	208.67	0.00	132.00	80
32	SSP	16	363044	1582553	320.61	112.00	34.93	208.67	10.00	102.00	27
33	SSP	16	363025	1582617	109.14	51.67	47.34	208.67	23.67	28.00	18

Anexo 7. Resumen de aserrío de madera con trozas provenientes de Bosque natural, con el equipo Wood-mizer LT-15 en la Cooperativa Agroforestal El Palisal, Yamaranguila, Intibucá, Honduras.

Troza	Bosque	Parcela	Coordenadas		Vol Troza	Vol Aserrado	Rend	Productividad	Volu Calidad "A"	Volu Calidad "B"	Defectos
Nº	Tipo	Nº	Este	Norte	pt	pt	%	pt/h	pt	pt	Nº
1	BN	1	362415	1582894	74.19	36.67	49.42	133.81	36.67	0.00	7
2	BN	1	362415	1582894	75.15	40.00	53.22	133.81	40.00	0.00	8
3	BN	1	362428	1582970	152.69	93.33	61.12	133.81	28.00	65.33	37
4	BN	2	362428	1582970	85.93	37.33	43.45	133.81	37.33	0.00	9
5	BN	2	362393	1582958	167.83	80.00	47.67	133.81	36.67	43.33	27
6	BN	2	362393	1582958	105.84	45.33	42.83	133.81	37.33	8.00	10
7	BN	3	362384	1583031	91.26	59.00	64.65	133.81	16.00	43.00	29
8	BN	3	362395	1583148	198.61	128.33	64.62	133.81	35.00	93.33	25
9	BN	3	362395	1583148	145.39	54.00	37.14	133.81	24.00	30.00	31
10	BN	4	362359	1583134	177.22	109.67	61.88	133.81	53.67	56.00	20
11	BN	4	362312	1583035	177.22	109.67	61.88	133.81	86.33	23.33	18
12	BN	4	362312	1583035	171.43	112.00	65.33	133.81	22.00	90.00	46
13	BN	5	362372	1582954	109.14	56.00	51.31	133.81	37.33	18.67	16
14	BN	5	362245	1583143	300.46	165.00	54.92	133.81	49.33	115.67	54
15	BN	5	362245	1583143	145.39	78.00	53.65	133.81	64.00	14.00	16
16	BN	6	362236	1583271	152.69	70.00	45.84	190.63	46.67	23.33	16
17	BN	6	362002	1583185	91.20	26.67	29.24	190.63	13.33	13.33	18
18	BN	6	362002	1583185	85.93	53.33	62.07	190.63	32.00	21.33	33
19	BN	7	362037	1583133	99.65	45.00	45.16	190.63	45.00	0.00	17
20	BN	7	362384	1583154	139.66	66.67	47.73	190.63	31.67	35.00	25
21	BN	7	362384	1583154	74.19	45.00	60.65	190.63	36.67	8.33	4
22	BN	8	362353	1583142	145.39	80.00	55.02	190.63	6.00	74.00	40
23	BN	8	362094	1583053	72.92	28.00	38.40	190.63	14.00	14.00	19
24	BN	8	362094	1583053	139.66	84.67	60.62	190.63	84.67	0.00	23
25	BN	9	361948	1583092	145.39	72.00	49.52	190.63	38.00	34.00	37
26	BN	9	361925	1583009	109.14	72.33	66.28	190.63	7.00	65.33	40
27	BN	9	361925	1583009	130.00	85.33	65.64	190.63	6.00	79.33	16
28	BN	10	362236	1583099	130.00	72.33	55.64	190.63	16.33	56.00	38
29	BN	10	362223	1583156	139.66	63.67	45.59	190.63	53.67	10.00	11
30	BN	11	362223	1583156	223.38	131.67	58.94	190.63	52.33	79.33	34
31	BN	11	362234	1583273	129.36	51.33	39.68	190.63	45.33	6.00	17
32	BN	12	362011	1583177	127.84	53.33	41.72	190.63	32.00	21.33	9
33	BN	12	362011	1583177	88.76	56.67	63.84	190.63	25.00	31.67	27
34	BN	13	362011	1583177	128.20	84.00	65.52	190.63	74.00	10.00	19
35	BN	13	362141	1583042	75.15	46.00	61.21	190.63	8.00	38.00	20
36	BN	14	362141	1583042	109.14	78.17	71.62	190.63	12.83	65.33	10
37	BN	14	362086	1583078	130.00	79.33	61.03	200.30	44.33	35.00	15
38	BN	15	362086	1583078	176.83	76.33	43.17	200.30	28.33	48.00	43
39	BN	15	361948	1583102	99.65	48.50	48.67	200.30	0.00	48.50	31
40	BN	16	361926	1582995	90.11	60.67	67.32	200.30	16.33	44.33	34
41	BN	16	361926	1582995	108.95	69.00	63.33	200.30	49.00	20.00	18