

## 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 Arévalo<sup>12</sup>

#### 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 (m<sup>2</sup>/ha), volumen (m<sup>3</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha), volumen total (327,25 m<sup>3</sup>/ha) y cobertura (265,28%) son mayores que el sistema silvopastoril (456.7 ind/ha, 18,875 m<sup>2</sup>/ha y 198,34 m<sup>3</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha) y volumen (7,50 m<sup>3</sup>/ha) que el sistema silvopastoril

---

<sup>1</sup> Autor para correspondencia. Correo electrónico: wilson.guerra@catie.ac.cr

<sup>2</sup> CATIE, Costa Rica

(880 ind/ha, 1,319 m<sup>2</sup>/ha y 4,87 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup> y madera aserrada, con 2.904,3 pt, respecto al SSP con 10,018 m<sup>3</sup> 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 (m<sup>2</sup>/ha), volume (m<sup>3</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha), total volume (327,25 m<sup>3</sup>/ha) and coverage (265,28%) are higher than the silvopastoral system (456,7 ind/ha, 18,875 m<sup>2</sup>/ha and 198,34 m<sup>3</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha) and volume (7,50 m<sup>3</sup>/ha) that the silvopastoral system (880 ind/ha, 1,319 m<sup>2</sup>/ha and 4,87 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup> and wood 2.904,3 pt sawn with respect to the SSP with 10,018 m<sup>3</sup> 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 km<sup>2</sup>, de los cuales 97.868 km<sup>2</sup> (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 m<sup>3</sup> 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

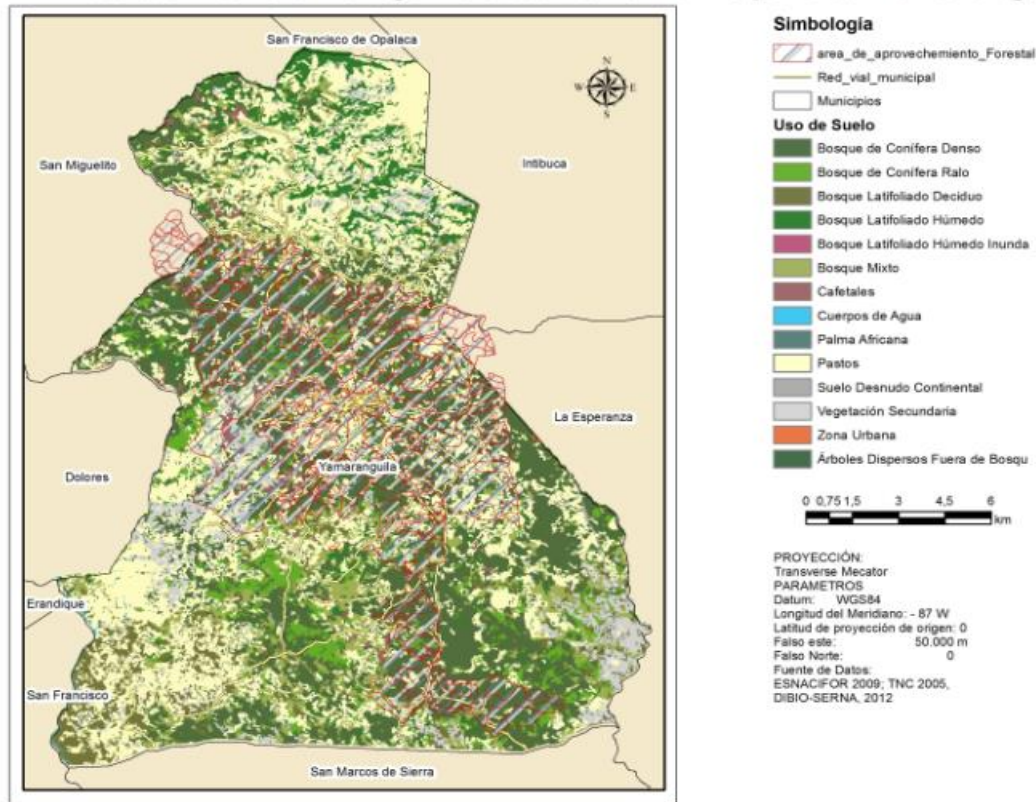
N : Tamaño de la población

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 <sup>2</sup> )	: 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.

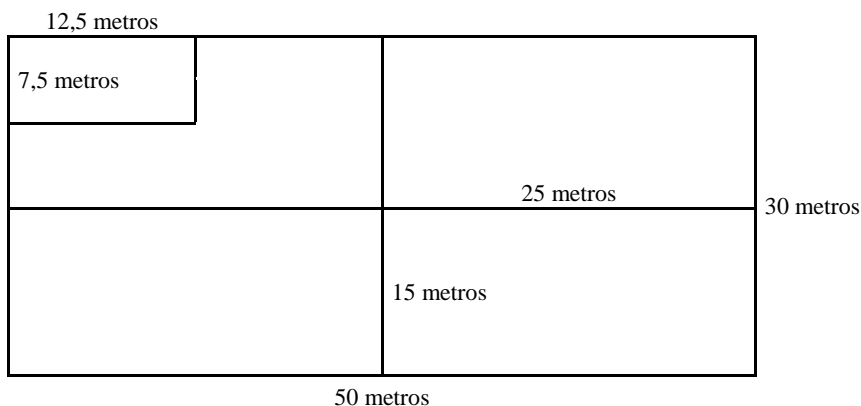
### **2.3. *Intensidad y porcentaje de muestreo***

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 m<sup>2</sup> (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 m<sup>2</sup>) y latizales (375 m<sup>2</sup>). 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 m<sup>2</sup>), (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
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>14</b>	<b>11</b>				

**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
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>9</b>				

### 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 (m<sup>3</sup>) 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<sub>></sub> : Diámetro mayor (m)

d<sub><</sub> : 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.

Variabes: 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:

H<sub>0</sub>:  $\mu_{BN} = \mu_{SSP}$

H<sub>1</sub>: 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<sub>ij</sub> = variable respuesta

$\mu$  = media general

B<sub>i</sub> = efecto del i-ésimo tipo de bosque

E<sub>ij</sub> = 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 <sup>3</sup> )	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 m<sup>2</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha, donde la especie pino predomina con 28,406 m<sup>2</sup>/ha, seguida por el encino con solo 0,114 m<sup>2</sup>/ha, el roble blanco con 0,042 m<sup>2</sup>/ha y la suma de otras especies con 0,070 m<sup>2</sup>/ha. Respecto del sistema silvopastoril (Total = 18,875 m<sup>2</sup>/ha), el pino registra 18,724 m<sup>2</sup>/ha y, finalmente, el roble blanco con 0,152 m<sup>2</sup>/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 (m<sup>2</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha, cuyo valor es de aproximadamente 9,757 m<sup>2</sup>/ha mayor que el sistema silvopastoril (18,875 m<sup>2</sup>/ha). En ambos tipos de bosque, el pino es la especie dominante con 99,2%.

#### **3.1.1.6. Volumen (m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/ha, cuyo valor es 129,97 m<sup>3</sup>/ha mayor que el sistema silvopastoril (198,34 m<sup>3</sup>/ha). En el cuadro 4, se observa que el volumen del pino en bosque natural representa el 99,7% (326,16 m<sup>3</sup>/ha) y las otras 09 especies solo el 0,3% (1,09 m<sup>3</sup>/ha). Para los SSP, solo se registraron dos especies, de las cuales el pino representa el 99,47% (197,28 m<sup>3</sup>/ha) y roble blanco 0,53% (1,06 m<sup>3</sup>/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).

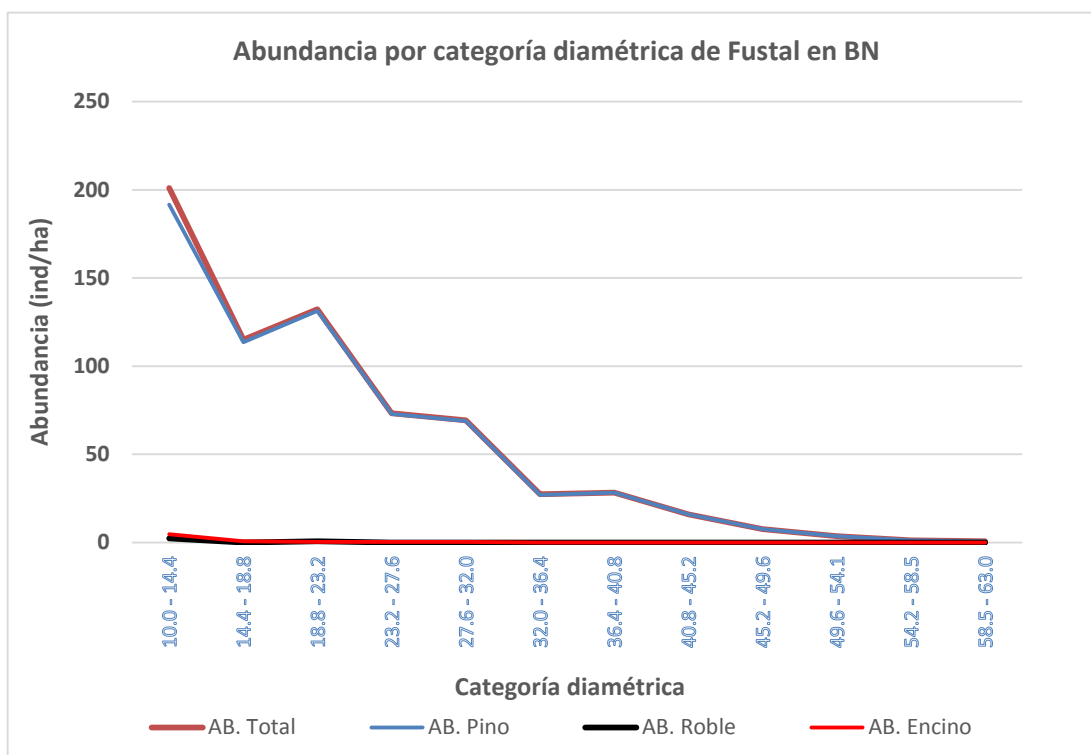
En el bosque SSP, el ganado bajo pastoreo impide la existencia de especies >10 cm de dap. Estas se reducen solo a dos especies (pino y el roble blanco), lo cual genera un fuerte impacto sobre la regeneración natural. La escasez de otras especies en el SSP (que si se encuentran en el BN), puede estar 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 (m <sup>2</sup> /ha)	Domin. relativa (%)	Frecue. absoluta n/N (%)	Frecue. relativa (%)	IVI (%)	Cobert (%)	Vol. (m <sup>3</sup> /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>Virola 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	
<b>Total general BN</b>		<b>676,0</b>	<b>100,00</b>	<b>28,632</b>	<b>100,00</b>	<b>225,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>265,28</b>	<b>327,25</b>	<b>2.002</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>2.028</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
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
<b>Total general SSP</b>		<b>456,7</b>	<b>100,00</b>	<b>18,875</b>	<b>100,00</b>	<b>120,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>196,31</b>	<b>198,34</b>	<b>962</b>	<b>111</b>	<b>297</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>1.301</b>

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

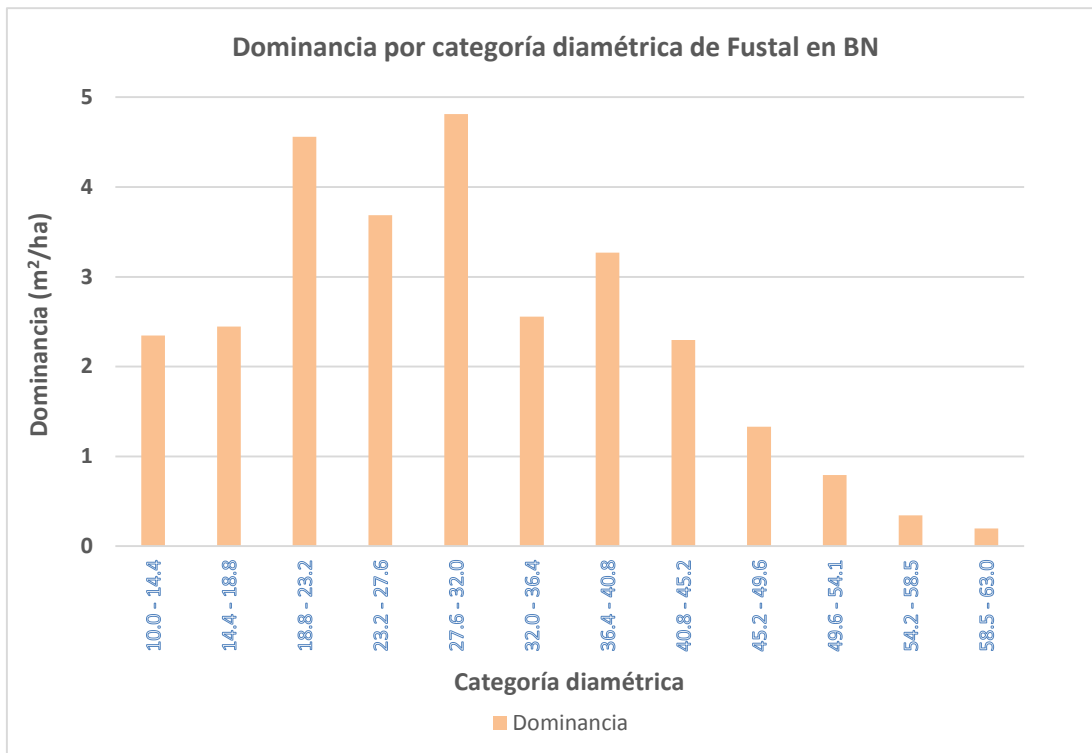


**Figura 3.** Abundancia de los fustales en el Bosque natural (BN).

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).

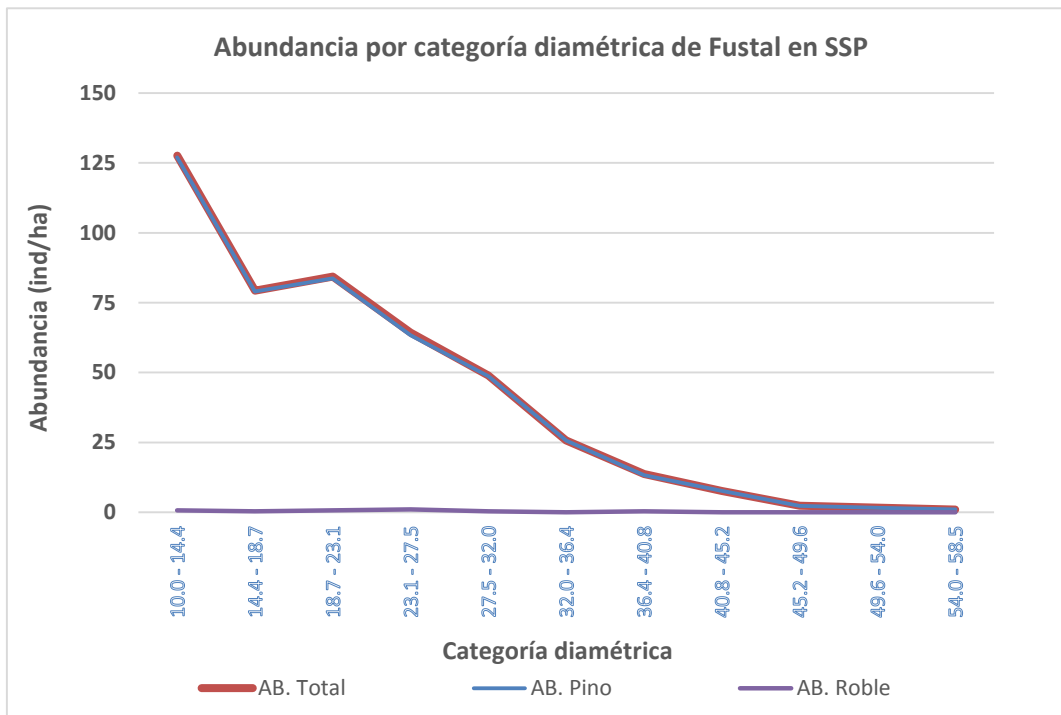
Chavarría (2010) señala una tendencia bastante similar, que describe como una correlación negativa muy marcada entre el número de individuos por clase diamétrica a medida que aumentan las clases diamétricas. El autor asocia esta tendencia, en primer lugar, a la reducción de cobertura que efectúan los 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 m<sup>2</sup>/ha). Las categorías diamétricas de 18,8-23,2 (4,56 m<sup>2</sup>/ha) y 27,6-32,0 (4,81 m<sup>2</sup>/ha) presentan los mayores valores, seguidos de 23,2-27,6 (3,69 m<sup>2</sup>/ha) y 36,4-40,8 (3,27 m<sup>2</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha. Este representa el 99,21% de toda el área, en contraste con otras especies que, juntas, suman 0,226 m<sup>2</sup>/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.

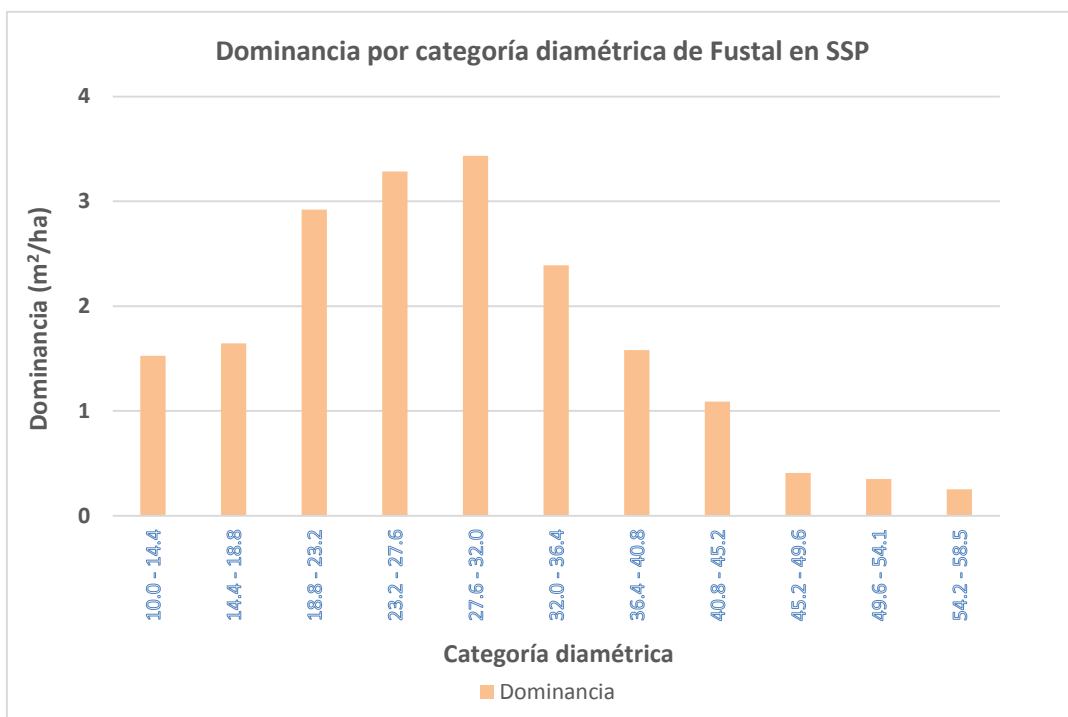


**Figura 5.** Abundancia de los fustales en el Sistema silvopastoril (SSP).

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 m<sup>2</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha, el cual representa el 99,2% de toda el área, y el roble de 0,152 m<sup>2</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha. Aquí, la especie *Pinus oocarpa* (pino) predomina con 1,627 m<sup>2</sup>/ha con 70.8%, seguido por *Quercus sapotifolia* (encino) con 0,177 m<sup>2</sup>/ha, luego *Pithecellobium dulce* (cola de venado) con 0,119 m<sup>2</sup>/ha, *Naucleopsis naga* (palo amargo) con 0,075 m<sup>2</sup>/ha y 0,298 m<sup>2</sup>/ha la suma de otras especies. En el sistema silvopastoril (Total = 1,319 m<sup>2</sup>/ha), el pino registra 1,088 m<sup>2</sup>/ha con el 82,47%, cola de venado 0,099 m<sup>2</sup>/ha (7,54%), roble blanco 0,06 m<sup>2</sup>/ha (4,53%), encino 0,05 m<sup>2</sup>/ha (3,78%) y, finalmente, otras especies suman con 0,022 m<sup>2</sup>/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 (m<sup>2</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha, cuyo valor es mayor que el de sistema silvopastoril (1,319 m<sup>2</sup>/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 (m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/ha, cuyo valor que es mayor que el sistema silvopastoril (4,87 m<sup>3</sup>/ha). En el cuadro 5, se observa que, en el bosque natural, el volumen del pino



representa el 79,27% (5,95 m<sup>3</sup>/ha) y las otras 24 especies solo el 20,73%. En el caso de los SSP, el pino representa el 89,58% (4,369 m<sup>3</sup>/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 <sup>2</sup> /ha)	Dom. relativa (%)	Frec. absoluta n/N (%)	Frec. relativa (%)	IVI (%)	Vol. (m <sup>3</sup> /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 siliqua</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
<b>Total general BN</b>		<b>1.528,0</b>	<b>100,00</b>	<b>2,298</b>	<b>100,00</b>	<b>775,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,0</b>	<b>7,5042</b>
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 <sup>2</sup> /ha)	Dom. relativa (%)	Frec. absoluta n/N (%)	Frec. relativa (%)	IVI (%)	Vol. (m <sup>3</sup> /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
	<b>Total general SSP</b>	<b>880,00</b>	<b>100,00</b>	<b>1,319</b>	<b>100,00</b>	<b>335,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>4,8773</b>

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.

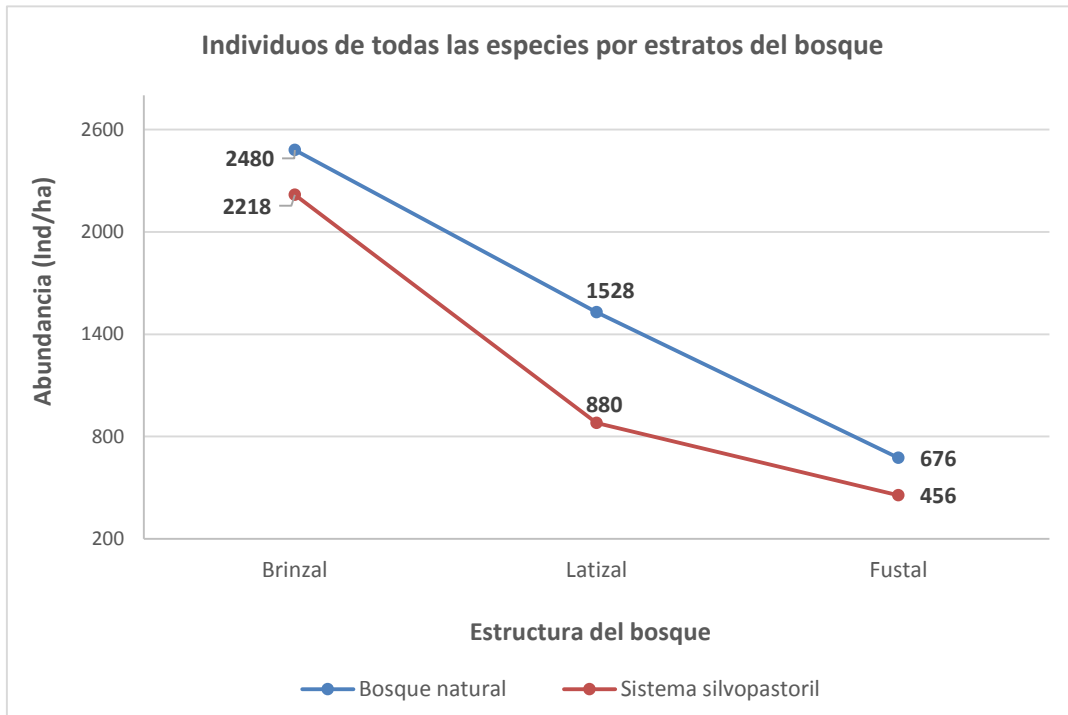
El número total de individuos del BN es mayor en 262 individuos respecto del SSP. Sin embargo, al comparar específicamente la especie pino en brinzales, existen en SSP (266) más individuos que en el BN (176), a diferencia de los resultados en latizales y fustales donde el BN posee mayor abundancia. La 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	
<b>Total general BN</b>		<b>465</b>	<b>2.480,0</b>	<b>100,00</b>
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>Huerte 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	
<b>Total general SSP</b>		<b>416</b>	<b>2.218,7</b>	<b>100,00</b>

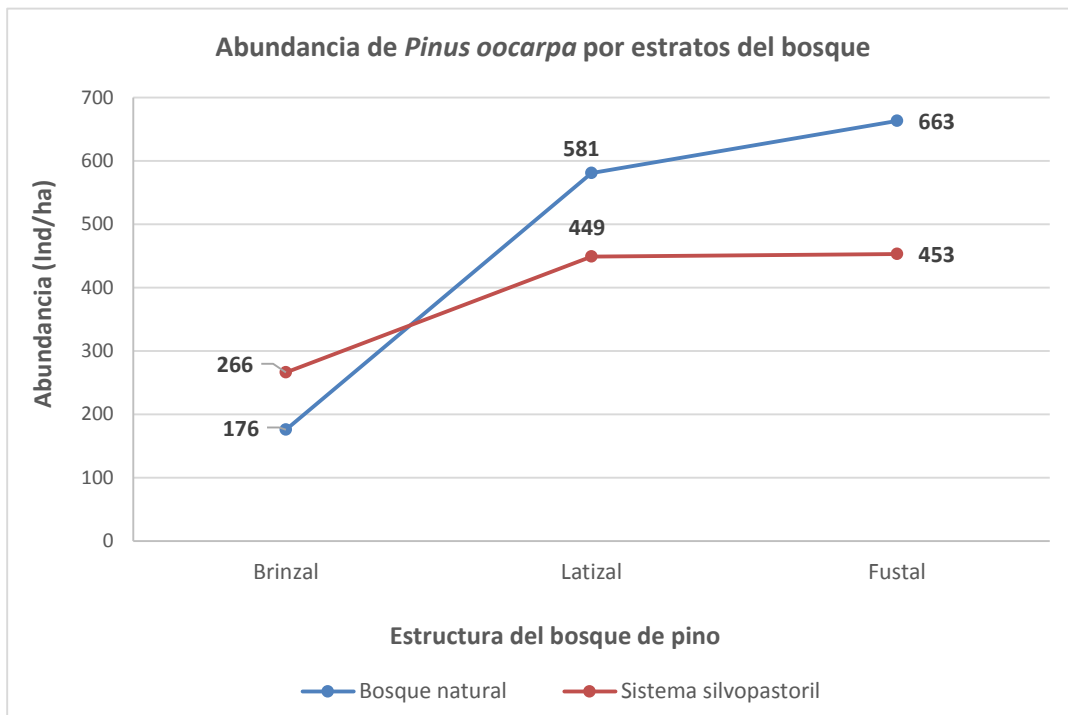
Brinzal: 0.30 m a 1.5 m de altura.

(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 <sup>3</sup>	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)

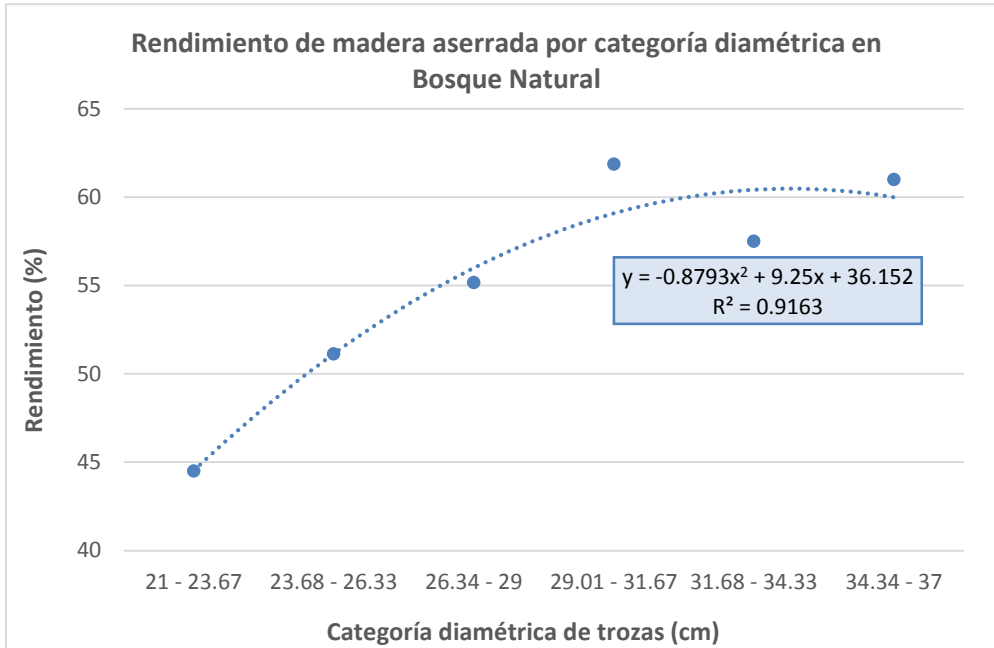
No existen diferencias estadísticas ( $p=0,9379$ ) en cuanto al volumen de trozas en los tipos de bosque (BN=129,77pt y SSP=128,72pt), con un 95% de confianza. Estos resultados corresponden a las medias del volumen de cada troza. Aunque en estas condiciones se visualizaron algunos defectos como torcedura 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.

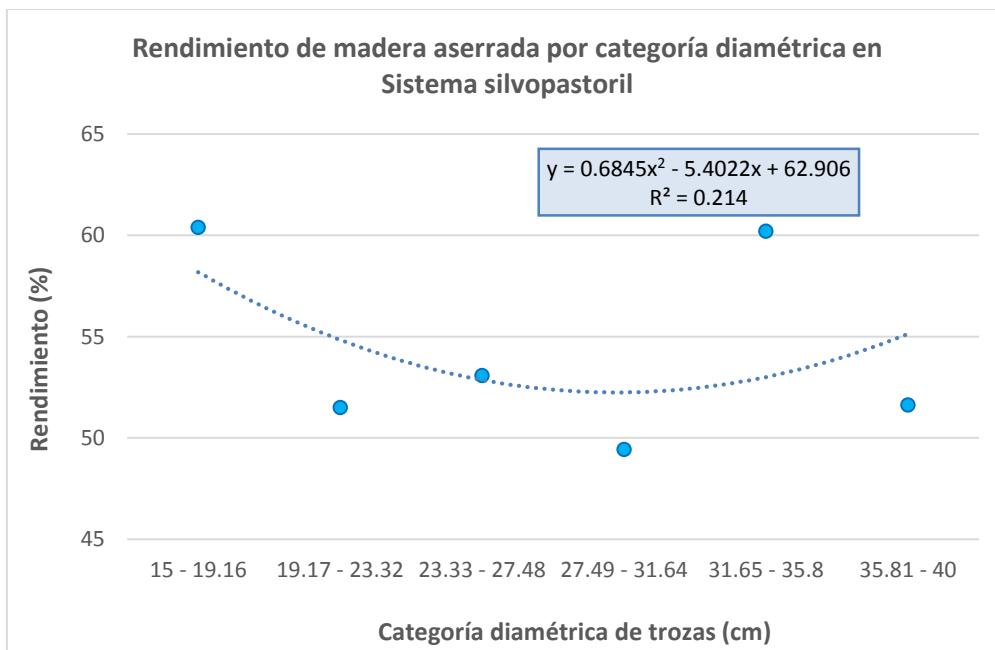
Al respecto, Coronel de Renolfi *et al* (2012), determinaron que la pérdida de volumen en el aserrío se relaciona con el sistema utilizado, como el espesor de hoja de sierra, estado fitosanitario de la troza y escuadría final del producto, como tablas, listones, reglas, timber, etc. Finalmente, se determina 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 m<sup>2</sup>/ha de área basal y el SSP 18,875 m<sup>2</sup>/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 m<sup>3</sup>/ha y en el SSP es de 198,34 m<sup>3</sup>/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 m<sup>2</sup>/ha y 7,50 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente, en comparación con el SSP (con 17 especies) con 880 ind/ha, 1,319 m<sup>2</sup>/ha y 4,877 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup> y madera aserrada = 2.904,3 pt, respecto del SSP (troza = 10.018 m<sup>3</sup> 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](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 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\\_Potencia1.pdf](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.