

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA
ÁREA DE POSTGRADO

**“EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE EL SISTEMA DE ASERRIO MANUAL
TRADICIONAL CON SIERRA DE VIENTO Y EL ASERRIO CON MOTOSIERRA
CON MARCO EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS**

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Estudios de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

por

Pablo Dubon Bardales

CATIE

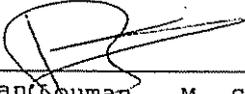
Turrialba, Costa Rica

1996

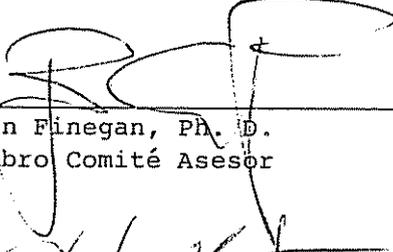
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

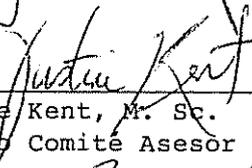
FIRMANTES:



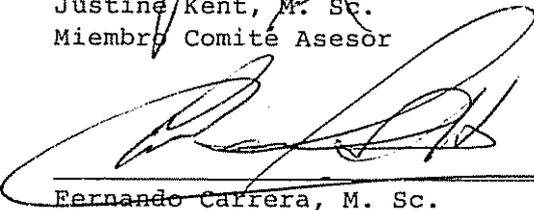
Bastian Guzman, M. Sc.
Profesor Consejero



Bryan Finegan, Ph. D.
Miembro Comité Asesor



Justine Kent, M. Sc.
Miembro Comité Asesor



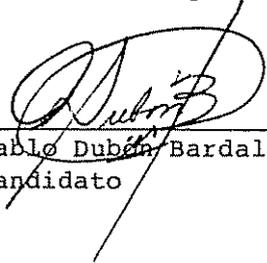
Fernando Carrera, M. Sc.
Miembro Comité Asesor



Juan Antonio Aguirre, Ph. D.
Jefe, Area de Postgrado



Pedro Ferreira, Ph. D.
Director, Programa de Enseñanza



Pablo Dubón Bardales
Candidato

DEDICATORIA

A mi esposa, Haydee Escobar con todo amor, por soportar mi ausencia y apoyarme en todo momento.

A mis hijos: Alexis Santiago, Pablo José y Paola Marieta, por tolerar las adversidades de mi ausencia.

A mis padres: Santiago Dubón y Concepción Bardales, con todo respeto, amor y admiración.

A mis queridos hermanos con fraternidad por mantener la unidad familiar.

A mi querida suegra y cuñados: Gretha, Carolina, manuel de Jesús y José manuel.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado sabiduría y entendimiento para superar obstáculos y lograr la meta propuesta.

A Paul Martins y Bastian Louman por las excelentes orientaciones brindadas como profesores consejero.

A Bryan Finegan, Fernando Carrera Gerardo Rodriguez y Justine Kent, por sus acertadas asesorías y valiosos aportes para el trabajo.

A Ruben Guevara Moncada por su colaboración y orientación brindada antes y durante mi estadía en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Al personal de la escuela de postgrado del CATIE, principalmente a "LUCY", por su colaboración y apoyo brindado en todo momento.

Al gobierno de Holanda, por el apoyo económico brindado, como País donante de mi beca.

A Angel Barcenas por su orientación, amistad y estímulo para seguir superándome académicamente.

Al personal del Proyecto de Desarrollo del Bosque Latifoliado (PDBL), principalmente a Medardo Castillo por su apoyo logístico brindado para la realización del trabajo.

A la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal por otorgarme el permiso para realizar estudios en el CATIE y permitirme realizar el trabajo en la unidad de gestión La Ceiba.

A Samuel Rodriguez y Lili Acosta por el apoyo logístico y aportes para el trabajo.

A La Sociedad Colectiva Varela y Asociados y la gente de la comunidad de El Recreo, principalmente a Luis, Ismael, Ramón y Estanly, por su apoyo al trabajo y hospitalidad brindada durante la realización del trabajo de campo.

A Martha Lastenia Garcia por su apoyo brindado como jefe de personal de la COHDEFOR, para la realización de mis estudios.

Al personal del Instituto Santa Cruz Del Oro por su amistad y apoyo moral brindado para culminar mis estudios.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	x
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xv
1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3. HIPOTESIS.....	6
4. REVISION DE LITERATURA.....	7
4.1. MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE.....	7
4.1.1. <i>Manejo forestal participativo</i>	8
4.1.2. <i>Aprovechamiento forestal</i>	9
4.2. TÉCNICAS DE ASERRÍO EN BOSQUES LATIFOLIADOS DE HONDURAS.....	10
4.2.1. <i>Uso de la sierra de viento</i>	10
4.2.2. <i>Uso de la motosierra</i>	10
4.3. TECNOLOGÍA APROPIADA.....	11
4.4. CAMBIOS DE TECNOLOGÍA.....	12
4.5. RENDIMIENTOS EN PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA.....	13
4.6. DAÑOS ECOLÓGICOS.....	15
4.7. ANÁLISIS FINANCIERO.....	17
4.8. ASPECTOS PARA DECISIONES SOBRE INVERSION SOCIAL.....	18
4.9. CÁLCULO DE COSTOS.....	19
5. MATERIALES Y METODOS.....	20
5.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	20
5.1.1. <i>Localización</i>	20
5.1.2. <i>Características biofísicas</i>	22
5.1.3. <i>Características socioeconómicas</i>	24
5.2. MATERIALES Y EQUIPO.....	25

5.2.1. Materiales y equipo del sistema de aserrío con sierra de viento.....	25
5.2.2. Material y equipo del sistema de aserrío con motosierra con marco.....	26
5.3. METODOLOGÍA.....	26
5.3.1. Selección de árboles.....	26
5.3.2. Medición de árboles.....	27
5.3.3. Apeo, desrame y troceo del árbol.....	29
5.3.3.1. Apeo, desrame y troceo del árbol en el sistema de aserrío con sierra de viento.....	29
5.3.3.2. Apeo, desrame, troceo en el sistema de motosierra con marco.....	30
5.3.4. Preparación del sitio y troza para aserrar.....	31
5.3.4.1. Preparación del sitio y troza para aserrío con sierra de viento.....	31
5.3.4.2. Preparación del sitio y troza para aserrío con motosierra con marco.....	33
5.3.5. Aserrío de la madera.....	34
5.3.5.1. Aserrío con sierra de viento.....	34
5.3.5.2. Aserrío con motosierra con marco.....	37
5.3.6. Mediciones para calcular la productividad en el aserrío.....	41
5.3.6.1. Medición del tiempo utilizado para las actividades del aserrío.....	41
5.3.6.2. Medición de la producción de madera aserrada.....	41
5.3.7. Rendimiento del proceso de transformación de madera en rollo a madera aserrada.....	43
5.3.8. Productividad.....	43
5.3.9. Utilización.....	44
5.3.9.1. Utilización en madera en rollo como parte del volumen bruto comercial potencial.....	44
5.3.9.2. Utilización en madera aserrada como parte del volumen bruto comercial potencial.....	45
5.3.10. Costos e ingresos del aserrío.....	45
5.3.11. Medición de efectos en el bosque.....	48
5.3.11.1. Medición de efectos en la vegetación.....	48
5.3.11.2. Medición de efectos en el suelo.....	49
5.3.12. Aceptación del sistema de aserrío de motosierra con marco.....	50
5.3.12.1. Medición del consumo de agua por los aserradores.....	50
5.3.12.2. Encuesta a participantes y técnicos.....	51
5.3.13. Análisis estadístico.....	51
6. RESULTADOS Y DISCUSION.....	53
6.1. APEO.....	53
6.2. DESRAME Y TROCEO.....	54
6.3. VARIABLES ANALIZADAS EN LOS SISTEMA DE ASERRÍO.....	56

6.3.1. Tiempo utilizado en el aserrio.....	56
6.3.2. Producción de madera aserrada.....	58
6.3.3. Rendimiento del aserrio.....	61
6.3.4. Productividad de los sistemas de aserrio.....	63
6.3.5. Utilización en madera en rollo (Vbca) del volumen bruto comercial potencial.....	64
6.3.6. Utilización en madera aserrada del volumen bruto comercial potencial.....	66
6.3.7. Evaluación financiera.....	67
6.3.7.1. Costos fijos en efectivo.....	67
6.3.7.2. Costos fijos no en efectivo.....	68
6.3.7.3. Costos variables en efectivo.....	69
6.3.7.4. Costos variables no en efectivo.....	71
6.3.8. Ingresos.....	72
6.3.9. Indicadores financieros.....	73
6.3.9.1. Flujo neto.....	73
6.3.9.2. Ingreso neto.....	74
6.3.9.3. Margen bruto.....	76
6.3.9.4. Punto de equilibrio.....	77
6.3.10. Efectos en el suelo.....	78
6.3.11. Efectos en la vegetación.....	79
6.3.11.1. Claros.....	79
6.3.11.2. Palmas eliminadas en el aprovechamiento.....	80
6.3.11.3. Brinzales eliminados en el aprovechamiento.....	80
6.3.11.4. Latizales eliminados en el aprovechamiento.....	81
6.3.11.5. Árboles y área basal eliminados en el aprovechamiento.....	82
6.3.11.6. Árboles en pie dañados en el aprovechamiento.....	84
6.3.12. Nivel de aceptación del aserrio con motosierra con marco.....	85
6.3.12.1. Agua consumida por los aserradores en el aserrio.....	85
6.3.12.2. Encuestas a los conocedores de los sistemas de aserrio.....	87
6.4. DISCUSIÓN GENERAL.....	87
7. CONCLUSIONES.....	92
8. RECOMENDACIONES.....	93
9. BIBLIOGRAFIA.....	94
10. ANEXOS.....	100

DUBON BARDALES, P. 1996. Evaluación comparativa entre el sistema de aserrío manual tradicional y el aserrío con motosierra con marco en la costa norte de Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 123 p.

Palabras claves: Motosierra con marco, sierra de viento, indicadores financieros, técnicas, ecológicas.

RESUMEN

- El objetivo del estudio es la determinación del sistema de aserrío que presenta los mejores efectos financieros, ecológicos y de aceptación para los participantes. Dicho estudio se realizó en el bosque comunal de El Recreo, La Masica, Atlantida, Honduras

El material y equipo más importante es la herramienta principal de cada sistema, que son: la sierra de viento, cortador y hacha, en el sistema de sierra de viento y la motosierra, marco, codal, escuadra en el sistema de motosierra con marco.

El aserrío es un proceso que inicia en el apeo del árbol y finaliza al momento de obtener una pieza de madera aserrada desarrollando actividades que fueron medidas su tiempo de realización, costos, ingresos, impactos en la vegetación y suelo. Además fueron realizadas mediciones de tamaños de troza y árboles, la producción y nivel de aceptación por los aserradores.

Para realizar el estudio fue evaluado el aprovechamiento de 12 árboles de la especie *Symphonia globulifera* (Varillo), distribuidos en dos clases diamétricas (50 - 70 cm y 75 - 95 cm), de los cuales cinco fueron aserrados con sierra de viento (Tres en clase de 50 - 70 cm y dos en clase 75 - 95 cm) y siete con motosierra con marco (Cuatro de la clase 50 - 70 cm y tres de la clase 75 - 95 cm).

La altura del tocón dejado cuando se usa hacha (sistema de sierra de viento) es de 55 cm en las dos clases diamétricas, mientras que cuando se usó motosierra las alturas fueron de 30 en los árboles pequeños y 37 cm en los árboles grandes.

El rendimiento del aserrío no presentó diferencias significativas entre los sistemas, ya que sus valores fueron de 211.49 y 225.78 pies tablares por metro cúbico (Pt/m³) en sierra de viento y motosierra con marco respectivamente. Sin embargo es mayor que el usado actualmente por la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, que es de 180 Pt/m³.

La productividad calculada para el sistema de sierra de viento fue de 6.31 Pt por hora - hombre (Pt/h-h) y en motosierra con marco fue de 12.76 Pt/h-h.

La utilización del volumen bruto comercial potencial en volumen bruto comercial actual, fue mayor cuando se usó motosierra con marco, presentando un valor de 134% mientras que cuando se usó sierra de viento fue de 89.3%.

El ingreso neto por día por persona fue de 40.62 Lempiras (L) en motosierra con marco y L. 19.08 en sierra de viento. Además se espera que estos ingresos mejoren después del primer año debido a la cancelación de la deuda realizada para la inversión inicial.

El bosque fue afectado por el aserrío de los árboles, siendo un daño mayor cuando se usó sierra de viento, causando la muerte de 14 árboles/cada árbol aserrado ó 0.316m² de área basal, los efectos al suelo fueron de 0.14m² con algún tipo de daño por cada árbol. Mientras que el aserrío con motosierra causó la muerte de cuatro árboles ó 0.111 m² de área basal y daños a 0.09 m² de suelo por cada árbol aserrado.

Los participantes en el aserrío manifestaron total aceptación del sistema de motosierra con marco. Por lo cual se propone su implementación.

Dubon Bardales, P. 1996. Comparative evaluation between the traditional manual sawing system and sawing with a Alaskan mill at the North coast of Honduras.

Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 123p.

Keywords: Alaskan mill, manual saw, financial technical and ecological indicators

SUMMARY

The purpose of this study was to determine the sawing system which shows the best financial and ecological effects and ensures and participants' acceptance. This research was conducted in the communal forest "El Recreo", La Masica, Atlantida, Honduras.

The main materials and equipment used in each system, were: a manual saw, cutter and ax for the manual sawing system and a chainsaw, frame, a horizontal strut and square for the Alaskan mill.

The sawing process starts at the moment of cutting a tree and finishes when the sawn pieces are obtained. Time, costs, inputs, production and impacts on vegetation and soils. Were measured for the different phases of the process. The sizes of trees and stem section were measured as well and an indication was obtained of the sawers' acceptance.

During the study, the harvesting and processing 12 *Symphonia globulifera* (Varillo) trees were evaluated. Trees were distributed into two diametrical classes (50 - 70 cm and 75- 95 cm). Five were sawn with the manual saw (three in the 50 - 70 cm class and two in the 75 -95 mc class) and seven with Alaskan mill (four in the 50-70 cm class and three in class 75-95 cm).

Felling trees with an ax left a stump height of 55 cm for both diametrical classes in the handsaw system, while using a chainsaw resulted in stumps of 30 cm (small trees) and 37 cm (big trees).

The sawing efficiency did not show a significant difference between the two systems since their values were 211.49 and 225.78 table feet per cubic meter (Pt/m³) for the manual saw and Alaskan mill respectively. It is however higher than the one used currently by the Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (180 Pt/m³).

The productivity calculated for the manual system was 6.31 Pt per manhour (Pt/manhour) and for the Alaskan mill 12.76 Pt/manhour.

The utilization rate (actual commercial gross volume as a % of potential commercial gross volume) was 134% with the Alaskan mill against 89.3% with the hand saw.

The net input per day per person was 40.62 Lempiras (L) with an Alaskan mill and L.19.08 with the manual saw. It is expected that these values will improve after the first year due to the cancellation of the debt incurred to make the initial investment.

The forest was affected by tree harvest. Damage was greater using a manual saw causing the death of 14 trees for each sawn tree or 0.316 m² of basal area. It also affected the 0.14m² of soil for each sawn tree. The Alaskan mill caused the death of four trees representing 0.111 m² of basal area, with 0.09 m² of soil affected per each sawn tree. For each m³ processed, 0.7 m² of basal area were lost using a manual saw while with the Alaskan mill the loss was 0.03 m².

The participants in the sawing process expressed their total acceptance of Alaskan mill its implementation is recommended.

LISTA DE CUADROS

	Página
1 Número de árboles por hectárea de todas las especies según estrato y clase diamétrica.....	23
2 Area basal y volumen por estrato de las especies comerciales actuales y potenciales con Dap mayor que 50.0 cm.....	23
3 Número de árboles, desviación estándar y promedio de altura del tocón, según clase diabética y sistema de aserto.....	53
4 Número de árboles, desviación estándar y longitud del bote (cm) según clase diamétrica y sistema de aserrío.....	53
5 Tiempo muerto y efectivo utilizado por los grupos de trabajo, para producir madera aserrada, según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm).....	56
6 Tiempo efectivo en horas utilizado por los grupos de trajo para el aserrío de los árboles, según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm).....	57
7 Producción de madera aserrada, clasificada por grosor y sistemas de aserrío.....	59
8 Materia prima, producto, rendimiento y utilización del aserrío según sistema de aserrío y clase diamétrica (cm).....	60
9 Producción de madera aserrada, según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm).....	60
10 Rendimiento del aserrío según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm).....	61
11 Productividad en Pt/h-h según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm).....	63
12 Comportamiento de la productividad por árbol aprovechado con motosierra con marco.....	64

13 Utilización (%) en madera en rollo del volumen bruto comercial potencial, según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm).....	65
14 Utilización (%) en madera aserrada del volumen bruto comercial potencial, según clases diamétricas (cm) y sistemas de aserrío.....	66
15 Cálculo en Lempiras de los costos fijos en efectivo según sistema de aserrío, mes, período estudiado y Pt elaborado considerados como amortización a un préstamo bancario.....	68
16 Costos de depreciación en Lempiras por sistema, Pt elaborado mes y período del estudio.....	68
17 Costos variables en efectivo (Lempiras) para la producción total y Pt elaborado según grupos y sistemas de aserrío.....	69
18 Cálculo de la mano de obra en Lempiras por día, período y Pt elaborado según sistema de aserrío.....	71
19 Resumen de costos totales en Lempiras por cada sistema.....	71
20 Cálculo del ingreso bruto en efectivo (Lempiras) en cada sistema por producción total, Pt y m ³ aserrado.....	72
21 Comparación del flujo neto total, persona, día trabajado y Pt elaborado según sistema de aserrío.....	73
22 Comparación entre sistemas del ingreso neto total e individual por Pt elaborado y día trabajado.....	75
23 Comparación del margen bruto total, por persona, día trabajado y Pt elaborado según sistemas de aserrío.....	76
24 Efectos en el suelo (m ²) por categoría y Pt, según sistemas de aserrío.....	78
25 Tamaño de claro (m ²), según clases diamétricas (cm) y sistemas de aserrío.....	79
26 Cantidad de palmas muertas según clase diamétrica (cm) y sistema de aserrío.....	80

27	Brinzales eliminados totales, promedio y desviación estándar según valor comercial y sistema de aserrío.....	80
28	Latizales muertos según valor comercial y sistema de aserrío.....	81
29	Latizales dañados total, promedio por árbol aprovechado desviación estándar, según valor comercial y sistema de aserrío.....	82
30	Arboles y área basal (m ²) eliminados por el aprovechamiento según valor comercial y sistema de aserrío.....	83
31	Arboles dañados totales, desviación estándar y promedio por árbol aprovechado según sistema de aserrío.....	84
32	Consumo de agua (Lt) por producción de madera aserrada y hora según sistema de aserrío y clase diamétrica (cm).....	85
33	Consumo de agua (Lt) en el aprovechamiento de los árboles según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm).....	86

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Ubicación del sitio del estudio.....	21
2 Aserrío manual con sierra de viento.....	36
3 Cortes con motosierra con marco.....	39
4 Motosierra con marco, codal y forma de uso.....	40

ANEXOS

	Página
1 Tiempo efectivo en cada sistema de aserrío y análisis de varianza.....	101
2 Tiempo por actividad en los sistemas de aserrío.....	102
3 Producción de madera aserrada según tamaño de piezas.....	104
4 Producción de madera aserrada y análisis de varianza.....	106
5 Rendimientos del aserrío y análisis de varianza.....	107
6 Productividad y análisis de varianza.....	108
7 Utilización en volumen bruto comercial actual y análisis de varianza.....	109
8 Utilización en volumen neto y análisis de varianza.....	110
9 Cálculo de la depreciación.....	111
10 Cálculo del costos de materiales de los dos sistemas de aserrío.....	112
11 Cálculo de los costos de legalización del aprovechamiento.....	113
12 Cálculo de los costos de transporte de la madera aserrada.....	114
13 Cálculo de margen bruto (Lempiras).....	115
14 Cálculo del flujo neto (Lempiras).....	117
15 Cálculo del ingreso neto (Lempiras).....	119
16 Tamaños de claros y análisis de varianza.....	121
17 Árboles dañados en el aprovechamiento.....	122
18 Consumo de agua por los aserradores.....	123

1. INTRODUCCION

El uso de la sierra de mano, viento o tiro para aserrar madera es una práctica que tradicionalmente es realizada en la costa norte de Honduras, desde que esta actividad forestal se convirtió en una alternativa de subsistencia, para centenares de familias campesinas. También la sierra de viento, ha sido la única alternativa para el aprovechamiento forestal de los campesinos, por falta de industrias, terrenos de difícil acceso para trabajar con maquinaria pesada y la prohibición de usar motosierra para aserrar madera, por parte de la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR), institución encargada de la administración forestal de Honduras (Sanchez y Del Gatto 1996).

La motosierra es considerada como una herramienta para corta y no para aserrar, sin embargo hoy en día es usada para aserrar madera acoplándole un marco de metal, con rodillos que sirven de guía para realizar cortes rectilíneos escuadrados y facilitar la operación.

Los dientes de la cadena de la motosierra son de 5/8 de pulgada (5/8") mientras que los de la sierra de viento miden 1/4" de ancho, lo que indica que al realizar el aserrío la motosierra desperdiciaría mayor cantidad de madera en aserrín por el ancho del corte provocado.

El Proyecto de Desarrollo del Bosque Latifoliado (PDBL), y la COHDEFOR están elaborando planes de manejo y brindando asistencia técnica a grupos agroforestales, para alcanzar mejorar sus condiciones de vida y hacer un manejo sostenible de los recursos naturales. Sin embargo, los esfuerzos realizados no han controlado el aprovechamiento ilegal de madera y las condiciones económicas de los campesinos no han alcanzado los niveles de mejoramiento esperados (Sanchez y Del Gatto 1996).

La falta de equipo, herramientas y tecnologías apropiadas para el aprovechamiento forestal, provocan un mal uso de los recursos forestales, lo cual obstaculiza el desarrollo forestal y comunitario en la costa norte de Honduras.

González (1992) manifiesta que los países del tercer mundo tiene bajo capital y altos crecimientos de la población, por lo cual es necesario aplicar tecnologías baratas y con uso intensivo de mano de obra, es decir, tecnologías adecuadas para los pobres. Sin embargo, un punto poco considerado en relación con las repercusiones a largo plazo, es la eficiencia económica de las mismas. "Una tecnología puede requerir de poco capital, ofrecer empleo abundante, pero producir poca cantidad de productos, por lo cual su aportación al desarrollo puede ser hacia el estancamiento en un círculo vicioso de bajos requerimientos iniciales e insuficiente productividad". (González 1992, p. 53).

El sistema de aserrío manual usa herramientas de baja tecnología, metodologías simples al alcance del campesino, genera trabajo, es ejecutable en áreas con poca madera disponible (Sanchez y Del Gatto 1996). Castañeda et. al. (1995), mencionan que el uso de motosierra con marco posibilita recuperar desperdicios de aprovechamientos anteriores, utiliza mas eficientemente la madera, pero requiere de recurso forestal disponible, capital inicial, mercado para el producto, capacitar y organizar a los usuarios.

Actualmente el uso de la motosierra está permitido por parte de la COHDEFOR únicamente para las actividades de tumba, desrame y troceo, cuando es debidamente justificado por el técnico encargado del área. Sin embargo, su uso para aserrío es común de manera ilegal y sin marco, debido al escaso control ejercido en el campo. Por consiguiente, hay desmotivación de las personas y grupos organizados a trabajar en el manejo del bosque, siguiendo todas las normas técnicas y reglamentarias emitidas por el Estado.

Sanchez y Del Gatto (1996) consideran que para disminuir la producción ilegal de madera en la costa norte de Honduras es necesario brindar apoyo a los grupos organizados, para mejorar la tecnología de aprovechamiento. Una de las cuales puede ser la aplicación de motosierra con marco en las operaciones post-aprovechamiento, con el objetivo de recuperar desperdicios del aserrío manual y realizar un aprovechamiento con menor esfuerzo y más rentabilidad.

Existen planes de manejo que fueron aprobados hace tres años y solamente ha sido posible realizar el aprovechamiento de aproximadamente el 32 % del volumen permisible incluido dentro del Area de Corta Anual (ACA) del primer año (Sanchez y Del Gatto 1996); en parte esta situación es debido a la lentitud de los aserradores usando el sistema tradicional de aserrío manual.

Rodriguez (1992), en un estudio realizado en el Parque Nacional Pico Bonito encontró que las tierras de la zona de amortiguamiento con capacidad de aprovechamiento forestal estaban siendo subutilizadas en un 80%. A pesar de lo anterior la mano de obra es absorbida por el aprovechamiento forestal principalmente el aserrío manual y transporte de madera.

Mendieta (1993) menciona que para obtener cambios positivos y duraderos en el manejo forestal en Honduras, el aprovechamiento debe ser atractivo en el aspecto económico y ejecutable para las poblaciones rurales y para la industria. Para lograr esto es necesario mejorar la eficiencia en los aprovechamientos.

Por otro lado, no existe un estudio que demuestre las bondades del uso de la motosierra con marco para aserrar madera, teniendo en cuenta las alteraciones ecológicas, efectos al bosque, rendimientos e ingresos económicos. Por tal razón es necesario hacer una evaluación comparativa del aserrío manual tradicional y el aserrío usando motosierra con marco, que brinde información suficiente y confiable demostrando porqué este o aquel sistema debe usarse, en concordancia con la

evolución tecnológica y los planes de desarrollo, tendientes a lograr un uso sostenible del bosque con máximos beneficios socioeconómicos y sin deterioro de los ecosistemas.

La presente tesis comprende una evaluación y comparación del sistema de aserrío manual tradicional con sierra de viento y el sistema de aserrío usando motosierra con marco. Para lograr este objetivo, se realizó un seguimiento de campo a aserradores en el bosque comunal de El Recreo, municipio de La Masica departamento de Atlántida, Honduras. Dicho bosque está comprendido en el área de amortiguamiento del Parque Nacional Pico Bonito.

El trabajo fue desarrollado con la participación activa de los miembros del grupo agroforestal; Sociedad Colectiva Varela y Asociados, quienes desarrollaron las actividades de ambos sistemas. Al final del trabajo de campo se levantó una encuesta a los participantes y técnicos forestales que trabajan en instituciones públicas, privadas y proyectos internacionales que observaron las actividades realizadas, para conocer la aceptación del sistema de motosierra con marco. El trabajo de campo de la investigación se realizó entre los meses de Abril y Septiembre de 1996, para recolectar los datos suficientes y realizar la evaluación entre los sistemas de aserrío.

2 . OBJETIVOS

2 . 1 . Objetivo general

Determinar cual de los sistemas utilizados para aserrar madera, ocasiona los mejores efectos en los aspectos financieros, técnicos y ecológicos, para un aprovechamiento racional del bosque conducente a un manejo sostenible y socialmente aceptable.

2 . 2 . Objetivos específicos

- 1) Determinar los rendimientos en madera aserrada utilizando sierra de viento y motosierra con marco, tomando en cuenta dos categorías de tamaño de árbol.
- 2) Evaluar la producción, productividad y utilización del aserrío de madera de cada uno de los sistemas en estudio.
- 3) Determinar los costos y beneficios de cada uno de los sistemas de aserrío y su contribución al mejoramiento de los ingresos de los productores.
- 4) Determinar los impactos al suelo y bosque remanente, provocados por cada uno de los sistemas de aserrío.
- 5) Conocer el nivel de aceptación del sistema de aserrío con motosierra con marco, de parte de los aserradores.

3. HIPOTESIS

Para el presente estudio se plantean las hipótesis siguientes:

- 1) El sistema de aserrío usando motosierra con marco ofrece mayores ventajas financieras que el sistema de aserrío manual tradicional con sierra de viento.
- 2) El sistema de aserrío usando motosierra con marco ofrece mayores ventajas ecológicas que el sistema de aserrío manual tradicional con sierra de viento.
- 3) El sistema de aserrío usando motosierra con marco ofrece las mayores ventajas técnicas de aprovechamiento de la madera que el sistema de aserrío manual tradicional con sierra de viento.
- 4) El sistema de aserrío usando motosierra con marco es aceptado por las personas participantes en aprovechamiento forestal.

4 . REVISION DE LITERATURA

Actualmente no existen estudios integrados que muestren las ventajas comparativas en términos de diferentes aspectos como: rendimiento, costos, beneficios e impacto ecológico, entre el sistema de aserrío manual y el aserrío de motosierra con marco.

4 . 1 . Manejo forestal sostenible

De Camino y Valerio (1992) mencionan que el manejo forestal es una planificación a mediano y largo plazo de una empresa forestal o unidad de manejo, esto incluye dos componentes fundamentales: la planificación silvícola y la planificación económica.

La planificación silvícola, es una forma de ordenación del bosque para la obtención permanente de bienes y servicios para la sociedad, considerando las limitaciones por las características ecológicas del sitio y de las técnicas silviculturales disponibles.

La planificación económica tiene como objetivo principal, permitir a la empresa forestal tomar decisiones viables entre varias alternativas de uso de recursos técnicos, mano de obra y capital.

El manejo sostenible de los bosques considera, que este debe asegurar la permanencia de la capacidad de producción y renovación, la diversidad biológica y ecológica de todos los ecosistemas (Maini, 1992).

Lamprecht (1990) manifiesta que la valorización económica de las formaciones naturales, puede producir efectos positivos para los bosques y la economía forestal. También un mayor rendimiento de aprovechamiento, facilita la

aplicación de métodos prometedores para convertir los bosques vírgenes, en bosques manejados de producción sostenida.

4.1.1. Manejo forestal participativo

En la medida que la comunidad se incorpore al logro de los objetivos comunes para solventar sus necesidades, así se impulsará el desarrollo comunitario. Esto implica identificar los problemas y organización del grupo para enfrentar dichos problemas.

Para efectuar un desarrollo comunitario es necesario brindar por parte de las instituciones de desarrollo, asistencia técnica y financiera, la cual debe ser versátil y accesible para los usuarios finales.

Huges (1985) señala que la ayuda financiera debe ser estructurada de modo que los beneficios se alcancen en el largo plazo, ya que, si solo funciona en base a subsidios lo más probable es la pérdida de recursos humanos y físicos.

Imbach y Godoy (1992), consideran que las zonas de amortiguamiento deben de usarse como sitios de experimentación y desarrollo de nuevos sistemas de producción, estructurados en procesos no tradicionales basados en la diversidad de productos. Para lograr esto es indispensable la participación activa de las comunidades, tanto en la identificación de los recursos, como en etapas posteriores a la investigación e implementación de tecnologías.

Las características culturales y socioeconómicas de las poblaciones locales de las áreas de amortiguamiento, constituyen la base de apoyo de las medidas dirigidas a promover el uso sostenible de los recursos naturales, disminuir la pobreza, mejorar la calidad de la vida humana y estimular el apoyo a las áreas protegidas (Mc neely 1994).

4 . 1. 2 . Aprovechamiento forestal

La explotación comercial de los bosques requiere de importantes insumos de capital, mano de obra y tecnología, que permitan su uso racional y sostenido a la vez que aseguren el fomento y conservación del recurso (Gutierrez. et. al. 1988).

Un aprovechamiento ejecutado con todas las consideraciones técnicas constituye la actividad forestal más importante, en la obtención de ingresos para realizar un plan de manejo y para brindar ganancias a los dueños del bosque. También es importante el aprovechamiento para reducir la competencia por recursos, principalmente por luz, a través de la apertura del dosel, aunque en algunas ocasiones las aperturas son irregulares y provocan una reacción inadecuada de los árboles de futura cosecha.

El aprovechamiento forestal es una de las operaciones silviculturales más importantes aplicadas en bosques húmedos tropicales (Hutchinson, 1992a), pero si no se aplica cuidadosamente, resulta ser una de las actividades más destructivas de la explotación forestal de los trópicos.

El aprovechamiento de maderas comerciales es de interés para las comunidades, ya que por medio de ello se generan nuevas fuentes de trabajo en el bosque y también en las industrias procesadoras cercanas. Este tipo de acciones desatan reacciones en cadena y mejoran todas las condiciones de vida locales (Lamprecht 1990).

4.2. Técnicas de aserrío en bosques latifoliados de Honduras

4.2.1. Uso de la sierra de viento

El uso de la sierra manual de viento o relámpago para aserrar madera, es parte de un sistema de aprovechamiento forestal de origen antiguo, que debido a su bajo costo de inversión y operación, es utilizado por pequeños productores de escasos recursos en las comunidades rurales. Algunas veces es combinado con el uso de la motosierra para las actividades de apeo, desrame y troceo.

Blanco (1993), en trabajos con hacha y sierra de dos manos determinó que la primera consume mucha energía y desperdicia bastante madera, la otra sigue consumiendo bastante energía pero no desperdicia tanta madera.

En Honduras con la implementación del sistema social forestal en 1976 COHDEFOR comenzó a organizar y a capacitar a los habitantes de las comunidades que viven en el bosque, en aspectos de aserrío manual con sierra de viento.

4.2.2. Uso de la motosierra

La motosierra con marco en la costa norte de Honduras, no es conocido su funcionamiento en el aserrío. Sin embargo, sin marco es usada para aserrío de manera ilegal.

La motosierra es una herramienta mecanizada que debe de manejarse con mucho cuidado para evitar accidentes, porque es peligrosa y las heridas que causa son serias y pueden provocar hasta la muerte del operador, por ello es importante conocer los aspectos de su manejo, como evitar accidentes y como disminuir los riesgos (Not. Forestal, 1993).

Se podrá decir que el operador de una motosierra la domina plenamente cuando, cumpliendo totalmente con las disposiciones relativas a su propia seguridad, es capaz de realizar la mayor cantidad de trabajo posible, con mínimo esfuerzo y desgaste de los elementos cortantes (Not. Forestal, 1993).

Blanco (1993) manifiesta que la motosierra se originó para suplantar herramientas como el hacha y la sierra de dos manos, por lo que sus objetivos fueron: mejorar substancialmente la capacidad de corte, desperdiciar la menor cantidad de madera en el corte y, por sobre todo, reducir el esfuerzo físico del operador.

Fonseca (1995) manifiesta que la motosierra con marco presenta ventajas comparativas con respecto a otros equipos mecanizados, usados para aprovechamiento forestal, ya que es altamente versátil requiere de poco personal (un operario y un ayudante), su costo de inversión y operación es relativamente bajo. Además ayuda a recuperar no solo un alto volumen de madera que fue considerada para el pago de impuestos del permiso de extracción, sino también permite un aprovechamiento más integral del recurso.

4.3. Tecnología apropiada

La tecnología apropiada es un medio básico para lograr el desarrollo con escasos recursos y debe cumplir los siguientes requisitos:

Debe ser amistosa con el usuario, ayudar a generar nuevas fuentes de empleo, utilizar con sensatez los recursos renovables y contribuir a la consecución de mayores niveles de calidad de vida y un desarrollo con escasos recursos (Ramirez, 1992).

La tecnología forestal básica no implica que siempre debe ser primitiva. Los métodos tradicionales utilizan herramientas viejas y equipo que no incorporan las

mejoras disponibles de las tecnologías modernas. Las herramientas y equipo simples deben adaptarse con el objetivo de disminuir el esfuerzo del hombre o energía humana requerida para realizar las tareas forestales (Segerstrom, 1982).

También la Segerstrom, (1982) menciona que la tecnología es apropiada cuando toma en cuenta las condiciones locales combinadas a los efectos en producción, cantidad y calidad de empleo, aspectos agronómicos, seguridad y higiene de trabajo, condiciones socioeconómicas, ecología, energía y disponibilidad de herramientas y equipo.

4.4. Cambios de tecnología

Frykman (1982) menciona que algunos finqueros forestales pueden usar sierra manual para la tala de un árbol como una herramienta tradicional, sin embargo existe para ello la motosierra, como una herramienta moderna, pero esta es usada por compañías grandes.

El Instituto Internacional de Arroz (1986) manifiesta que el desarrollo depende grandemente de la innovación tecnológica y del proceso de transferencia los cuales están influenciados por precios, escasez e incentivos. Lo moderno puede contribuir substancialmente al desarrollo económico. Cuando hay oportunidades de inversión e incentivos en efectivo los finqueros responden rápidamente y aplican la tecnología mejorada. Todo nivel de tecnología tiene diferentes consecuencias en aspectos técnicos, financieros, económicos y sociales, por lo tanto la mecanización es compleja y su impacto positivo o negativo depende del tipo de tecnología seleccionada para una situación específica en una localidad en particular. Los aspectos negativos son disminución de empleo, dependencia de energía comercial y advierte un cambio social.

Ciertas características del proceso de producción pueden obstaculizar el cambio de tecnología. Una es la existencia de economías de escala que puede afectar grandemente obstaculizando el reemplazo entre los factores de producción. Ciertos procesos, tal como aquellos que incluyen material complejo y pesado pueden ser operados eficientemente solamente en producciones grandes. Otros procesos bien definidos en trabajo, maquinas y formas pueden operarse con sistemas de capital intensivo. Ellos pueden actuar como obstaculos para la sustitución de trabajo por capital.

Las economías de escala reducen los costos por unidad producida por las razones siguientes:

La baja división del producto y la ejecución de las actividades en grandes producciones, disminuye los costos por unidad. Al aumentar la producción, la mano de obra, el equipo y las actividades de manejo pueden ser mejor utilizadas.

Gonzalez (1992) menciona que las tecnologías eficientes proporcionan productos competitivos, pero las tecnologías tradicionales mejoradas pueden ser mejor para la ecología y sistemas integrados de producción. Una combinación de tecnologías para que sea beneficiosa debe armonizar aspectos socioeconómicos y técnicos ajustados regionalmente para satisfacer las necesidades de la población mayoritaria de un país.

4 . 5 . Rendimientos en producción de madera aserrada

El término rendimiento significa la relación entre el volumen de madera en rollo y el volumen que resulta en productos aserrados, este constituye un indicador de la tasa de utilización en el proceso de aserrío.

Mejorando el rendimiento de los procesos de extracción y transformación de la madera y otros productos forestales subiría su valor en el mercado y paralelamente, el precio de la madera en pie (Kierman et. al. 1992).

Según Quiros (1990) la conicidad, densidad y dureza son determinantes fundamentales en el rendimiento y productividad.

Mejorando la calidad del producto se puede tener acceso a mejores mercados a nivel nacional e internacional y principalmente aumentar la rentabilidad del aserradero, a través de mejorar la conversión y aprovechamiento de la madera (Instituto Forestal Chile 1991).

Castañeda, Carrera y Flores (1995) realizaron un estudio sobre aprovechamiento de madera con motosierra con marco encontrando que el rendimiento de aserrío en troza a "timber" fue de 56 % y en tablas de una pulgada fue de 44.15 % del volumen bruto.

En otro estudio, Fonseca (1995) observó que la diferencia que existe en el rendimiento del aserrío entre especies, depende entre otras cosas de la dureza de la madera de cada una de ellas, aumentando el rendimiento cuando la dureza es menor.

Quiros (1995) determinó un rendimiento promedio de 52 % obteniendo todas las dimensiones posibles y utilizando varias especies. Dicho rendimiento aumentó a mayor dimensión de piezas, debido a que al aserrar piezas de dimensiones menores se realiza mayor número de cortes, que aumenta el área de exposición a la cadena y que será convertida en aserrín.

4.6. Daños ecológicos

Como efectos ecológicos se consideran las alteraciones que sufren los ecosistemas en cualquiera de sus componentes, por la acción de agentes internos o externos a ellos. En el manejo de bosques tropicales cuando las actividades de aprovechamiento forestal son realizadas en forma empírica o irracional, los daños que recibe el ecosistema son severos, principalmente en los suelos y vegetación. Sin lugar a dudas el hombre ha sido el mayor causante del deterioro de los ecosistemas, a través de la aplicación de prácticas de uso de los recursos sin principios que conduzcan a la sostenibilidad. Los aprovechamientos de madera en la actualidad han sufrido transformaciones para disminuir el impacto negativo al ecosistema, incorporándoles medidas de protección, como tala dirigida y diseño óptimo de caminos, procurando también una eficiente utilización de cada árbol cortado.

Las consideraciones económicas, sociales y políticas son decisivas para determinar si seguirán existiendo los bosques tropicales. No obstante, si bien se pueden resolver los problemas asociados con estos factores, los métodos inadecuados de explotación pueden degradar tanto el bosque que quede sustancialmente reducida su riqueza maderera y no maderera (Dykstra y Heinrich 1992).

La intensidad de los daños a la vegetación remanente está relacionada directamente con la intensidad del aprovechamiento. Es evidente que cualquiera que sea el método de aprovechamiento, éste causará daños a la vegetación remanente; sin embargo, la intención debe ser minimizar los daños o dirigirlos a especies sin valor comercial.

Un árbol al ser derribado causará daños a la vegetación aledaña en proporción directa con su tamaño, siendo más severo cuando esta vegetación es pequeña.

Un estudio realizado por Carrera (1994) en un sitio de aprovechamiento mecanizado, encontró que el área en claros ocasionada por el derribo de árboles mayores a 80 cm de Dap eran superiores a 350.0 m². Los árboles de futura cosecha comprendidos entre 55 y 60 cm recibieron daños que fueron evaluados con variables cualitativas de intensidad, ubicación del daño y causa. Los árboles mayores de 20 cm que fueron seriamente afectados por los árboles cortados fueron cuatro por cada árbol derribado.

El efecto del aprovechamiento sobre el suelo según Cordero (1992), es cuantificado con base al tipo de disturbio después del arrastre, para lo cual codificó los daños en cuatro categorías: sin disturbar, algo disturbado, muy disturbado y compactado.

También Carrera (1994), observó que los daños al suelo según la clasificación de Cordero y Meza (1992), en porcentaje del área total aprovechada fue de 89%, 5.4%, 4.7%, 0.8%, para suelo sin disturbar, algo disturbado, muy disturbado y compactado respectivamente.

4.7. Análisis financiero

La formulación de un proyecto de innovación tecnológica debe comenzar por determinar que la propuesta tenga validez práctica y económica. Esto quiere decir que al ejecutarse, debe proporcionar algún tipo de resultado económico: un producto, un mercado, un cliente, un uso final. Los productos deben satisfacer un mercado y lograr el objetivo de mayor productividad de su principal recurso (el árbol). (Jimenez 1992)

Schmidt (1986) indica que el manejo forestal debe justificar las inversiones en términos de su efectividad, para aumentar los beneficios futuros.

Según Reiche (1992) la tarea fundamental de la economía y principalmente la economía forestal, es contribuir en asignar adecuada y eficientemente los recursos escasos, entre diferentes alternativas para producir bienes y servicios tangibles e intangibles. Estos deben satisfacer las necesidades de la sociedad de productos, servicios, ambiente y generar ganancias para el productor.

Bagachwa (1991) menciona que las tecnologías deben estar en armonía con los recursos disponibles de la población y la economía del país. Por lo tanto, una tecnología compleja, no debe implementarse en economías de bajos ingresos.

Los bajos costos de inversión en pequeñas tecnologías tradicionales se deben a que el costo de la tierra en áreas rurales es bajo. También los costos de construcción de vivienda son bajos, debido al uso de mano de obra familiar y estructuras simples. Mientras en tecnologías mecanizadas se requieren lugares estratégicos y caros, necesitando también construcciones sofisticadas. En todas las categorías de tecnologías, el número de trabajadores cambia en relación a la escala.

Bagachwa (1991) también manifiesta que un importante criterio para el cambio de tecnología apropiada es usar los recursos localmente disponibles; usar totalmente la mano de obra y otros recursos domésticos, reducir el gasto de recursos como, capital, equipo, divisas y mano de obra especializada, asegurar la utilización de la capacidad total, fomentar la armonía de efectos y reducir los costos de operación. La ocupación de mano de obra baja sistemáticamente con el incremento del tamaño, generalmente una pequeña escala tecnológica necesita más trabajo por hora de operación. Una alta tecnología requiere mayor inversión de capital, el equipo es más difícil de operar, presentan mayor incidencia de desperfectos y baja utilización de la capacidad total.

4.8. Aspectos para decisiones sobre inversión social

Godoy (1993) menciona que los finqueros de las áreas rurales donde la productividad es baja, tecnología rústica y la producción es destinada para el uso de la familia, usan contabilidad tradicional para medir los beneficios. Estos finqueros también miran como un costo solamente el gasto que sacan de su bolsillo, y tienen economías de subsistencia y monetaria. Además ellos producen para su propio uso y no incluyen el costo de oportunidad de los recursos usados.

También Godoy (1993) determinó que algunos factores que afectan los beneficios son la tasa de cambio, tasa de descuento y capital, dependiendo de los aspectos incluidos, así se medirán los beneficios. Los banqueros, gobierno central y finqueros incluyen diferentes aspectos en sus cálculos de beneficios y definen sus aspectos de manera diferente. Como consecuencia la medida del beneficio de una actividad puede variar dependiendo del cambio de punto de vista.

Este mismo autor manifiesta que una alta tasa de descuento induciría a los finqueros a preferir inversiones con rápida recuperación y evitar proyectos con largas recuperaciones, una rápida depresión en la tasa de cambio en el mercado negro, induciría a pequeños poseedores a contrabandear cosechas, que podrían de otra manera fundar su forma de mercado domestico o despensa familiar. Si diferentes personas e instituciones tienen formas diferentes de definir y medir las cosas como: beneficios, equipo y precios, entonces podría desarrollarse un grupo de herramientas y un lenguaje para cada uno. En el presente estudio el enfoque de los factores influyentes se realizan desde el punto de vista del finquero o aserradores.

4.9. Cálculo de costos

La determinación de los costos de las actividades que comprende el manejo del bosque, es necesaria para analizar su rentabilidad económica y financiera.

En el uso de maquinaria existen varias metodologías para la determinación de costos unitarios, teniendo en cuenta que los factores que intervienen de manera más significativamente en la realización de las operaciones de un aprovechamiento son, las personas involucradas y las maquinas (Campos, 1983). Campos sugiere que para el análisis los costos se agrupen en: costos de posesión, costo de operación y costos de personal.

Jiménez (1993) menciona que los costos hombre y maquina, se pueden calcular en un total por unidad de tiempo y esta suma es fácil de relacionarla con la producción de cada operación y obtener el costo por unidad de producción.

5 . MATERIALES Y METODOS

5 . 1 . Descripción del área de estudio

5 . 1 . 1 . Localización

El área donde fue realizado el experimento está ubicada en el sitio Yema de Huevo, El Recreo, municipio de La Masica, departamento de Atlántida, Honduras; forma parte del área de amortiguamiento del Parque Nacional Pico Bonito, entre las coordenadas $15^{\circ}33'7''$ de latitud norte y $87^{\circ}4'21''$, $87^{\circ}5'17''$ de longitud oeste, en la hoja cartográfica # 2762-I serie E 752. El sitio en mención esta incluido en la zona de bosque comunal de la aldea El Recreo y se encuentra en el Área de Manejo Integrado (AMI) Río Cuero, dentro de la unidad de gestión La Ceiba, en la región forestal Atlántida, según la división forestal de Honduras. La superficie correspondiente al bosque comunal es de 621.08 ha, de las cuales fueron seleccionadas cinco para realizar el experimento.

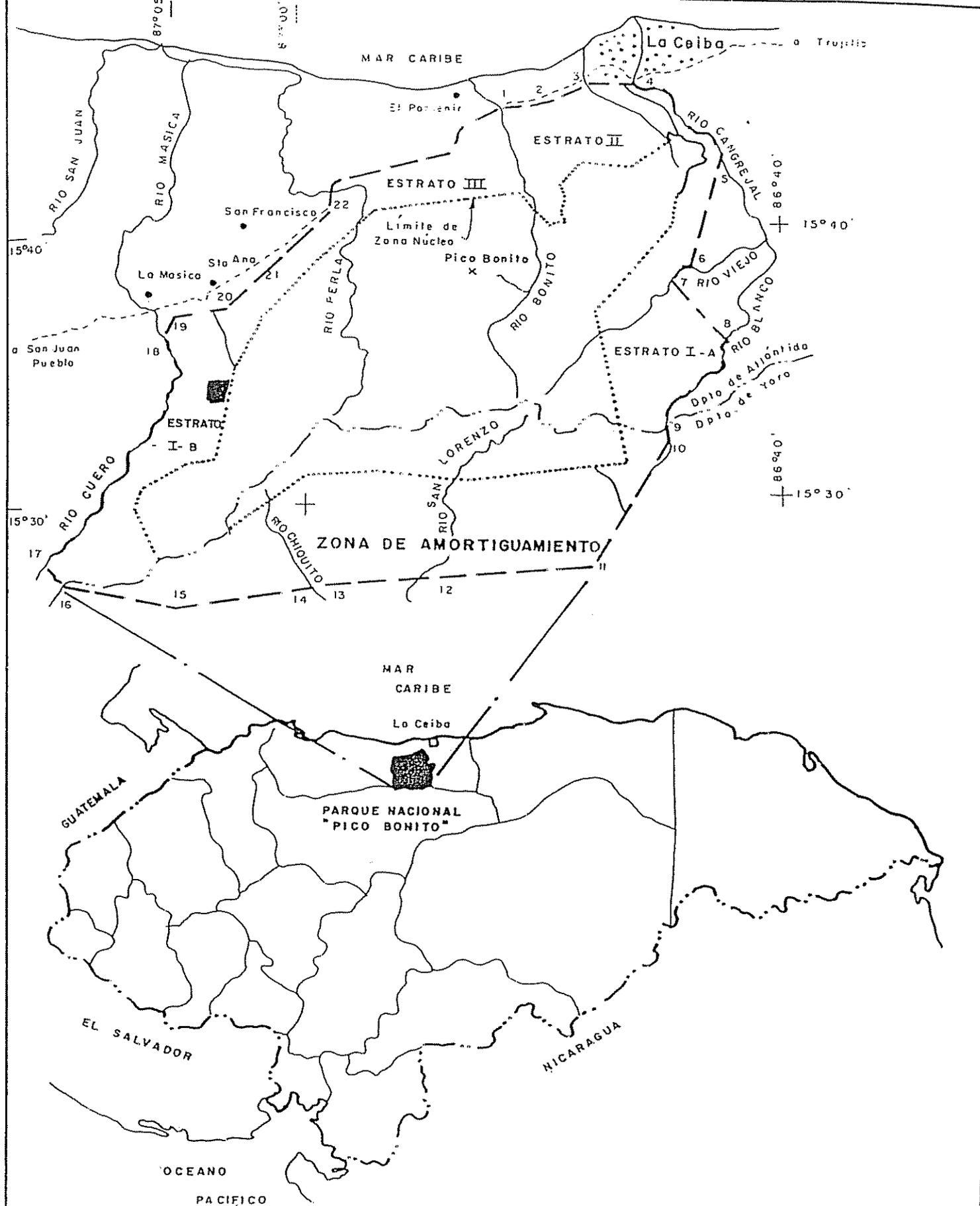


Figura 1. Ubicación del sitio del estudio
(fuente: Rodríguez 1992)

5.1.2. Características biofísicas

La topografía del área es accidentada, con pendiente promedio de 62% aumentando en las orillas de quebradas hasta un 100%. Los suelos son limosos de serie Choloma, profundos con alta cantidad de materia orgánica.

El acceso al sitio de la investigación es malo, ya que después de la carretera que atraviesa la comunidad de El Recreo existen tres Kilómetros de los cuales dos son transitables en bestias y el otro solamente a pie, ambos en pendiente pronunciada.

La temperatura promedio del lugar es de 26°C, con precipitación promedio anual de 3198 milímetros (mm), con un período de menor precipitación de cinco meses, siendo más marcado en Abril y Mayo con 140 y 125 mm de precipitación respectivamente.

La zona de vida del sitio entre 200 y 800 metros sobre el nivel del mar (msnm) según la clasificación de Holdridge corresponde a un bosque muy húmedo subtropical (bmh - st) y abajo de los 200 msnm, corresponde a un bosque húmedo tropical (bh - t).

Según Cáceres (1992), el área comunal de la Sociedad Colectiva Varela y Asociados comprende 410.52 ha. de bosque primario, (12.50 ha para protección y 398.02 ha para producción); 120.72 ha, de bosque secundario (4.00 ha para protección y 116.72 ha para producción) y 89.84 ha, de agricultura, guamiles y ganadería.

Cuadro 1. Número de árboles por hectárea de todas las especies según estratos y clases diamétricas

Estrato	Area (ha)	Clases diamétricas (cm)				Total
		5.0 - 9.9	10.0 - 19.9	20.0 - 49.9	≥ 50.0	
Bosque primario	398.02	83	75	372	56	586
Bosque secundario	116.72	286	192	56	8	628

Fuente: Caceres (1992)

Cuadro 2. Area basal y volumen por estrato de las especies comerciales actuales y potenciales con Dap mayor que 50.0 cm

Estrato	Area de producción (ha)	Area basal (m ² /ha)		Volumen (m ³ /ha)		Volumen total (m ³) en área de producción	
		Actuales	Potenciales	Actuales	Potenciales	Actuales	Potenciales
Bosque primario	398.02	8.59	8.74	64.1	56.3	25513.1	22408.5
Bosque secundario	116.72	1.24	0.66	9.0	2.69	1050.5	314.0
Total	514.74					26563.6	22722.5

Fuente: Caceres (1992)

Según Caceres (1992) el ciclo de corta del bosque es de 30 años con una posibilidad silvícola o cuota de corte permisible por año de 885.45 m³ de las

especies comerciales actuales, entre las cuales se encuentran con mayor abundancia el Sangre (*Virola koschnyi*) y el Varillo (*Symphonia globulifera*).

En el área se encuentran tres quebradas denominadas; Doña Mencha Chinchilla y Los Gutiérrez, También existe el Río Cuero, el cual abastece al Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado.

5.1.3. Características socioeconómicas

En la comunidad de El Recreo existe un grupo agroforestal organizado denominado Sociedad Colectiva Varela y Asociados, dedicado dentro de otras actividades al aserrío manual. Este grupo agroforestal esta compuesto por 10 miembros activos, quienes se organizan en subgrupos de trabajo de dos o cuatro personas para realizar el aserrío manual, cuyos ingresos dependen de la producción obtenida. A dicha organización la COHDEFOR, a través del PDBL brinda asistencia técnica en el manejo de los recursos naturales. Esta organización cuenta con una tienda de consumo, que vende al público productos de primera necesidad a precios de mercado, con trato preferencial para los socios. Además del grupo agroforestal existe un patronato de desarrollo que se encarga de realizar actividades de desarrollo comunal,

A la actividad de aserrío manual se dedica únicamente el 1% de la población de la comunidad y el resto se dedica al cultivo de granos básicos, cacao, café y crianza de ganado vacuno (Caceres 1992).

Existe una alta presión sobre la tierra por parte de ganaderos de la zona y personas que llegan del occidente del país en busca de tierras para practicar agricultura migratoria. Sin embargo el terreno del bosque es de tenencia nacional y se encuentra bajo plan de manejo quinquenal (1993 - 1997) y un convenio de

usufructo entre la Sociedad colectiva Varela y Asociados y la COHDEFOR, por un periodo de 30 años.

En la actividad forestal el grupo permanece por un periodo de nueve meses por año, creando además empleo para el resto de la población en la actividad de transporte de madera aserrada. Estos meses son de Febrero a Abril y de Julio a Diciembre, ya que en los otros meses, se dedican a actividades agrícolas.

Según Caceres (1992) la comunidad tiene un ingreso entre L. 10.00 y 30.00 diarios provenientes de las actividades de aserrío manual. También la comunidad obtiene ingresos por actividades de jornalería en agricultura, ganadería de L. 25.00 por día.

5 . 2 . Materiales y equipo

5 . 2 . 1. Materiales y equipo del sistema de aserrío con sierra de viento

El aserrío con sierra de viento fue realizado con el equipo que los aserradores rutinaria y tradicionalmente emplean en todas las actividades.

El equipo y materiales utilizados fueron los siguientes:

Hachas de 4 libras, cortador, sierra de viento, limas planas de seis pulgadas machetes, ropos de 50 pies, lazos de 10 pies, cambiador, recipientes de un galón cintas métricas de tres metros, cronometro, cáñamo, plomada, baterías y lápices.

5 . 2 . 2 . Material y equipo del sistema de aserrío con motosierra con marco

Los materiales y equipo utilizado fue el siguiente:

Motosierra Stihl D51 y cadenas, marco de 44 cm, codal de 10 pies, escuadra de 12 pulgadas, lápiz, cinta métrica de tres metros, machetes, ropos de 50 pies lazos de 10 pies, limas planas y cilíndricas, cronometro, recipientes de un galón gasolina, aceite SAE 40 y aceite dos tiempos.

5 . 3 . Metodología

Para alcanzar los objetivos propuestos se realizó seguimiento del trabajo de campo de los aserradores, para calcular indicadores financieros y ecologicos, que muestren las ventajas y desventajas comparativas de cada una de los sistemas utilizados.

5 . 3 . 1 . Selección de árboles

La investigación fue realizada en aprovechamiento de 12 árboles de la especie Varillo (*Symphonia globulifera*) de la familia Clusiaceae, seleccionados dentro de dos clases diamétricas; la primera de 50 a 70 cm de Dap y la segunda de 75 a 95 cm de Dap (Dap = diámetro a la altura del pecho = 1.3 m arriba del suelo). Dichas clases fueron determinadas considerando que, el diámetro mínimo de corta permitido es 50 cm y el diámetro promedio de los árboles comerciales es 83 cm. Fueron aserrados siete con el sistema de aserrío con motosierra, cuatro en la clase pequeña y tres de la clase grande. Con el sistema de aserrío con sierra de

viento fueron aserrados cinco árboles; tres en la clase pequeña y dos en la clase grande.

La razón de usar estas clases diamétricas es por la probabilidad que existe de haber un cambio en los resultados de rendimiento, productividad, costos y daños cuando se presenten tamaños diferentes en los árboles. Por ejemplo, el rendimiento de un sistema puede ser mayor en la clase pequeña pero superar al otro sistema cuando el árbol es más grande, por el esfuerzo que se requiere cantidad de cortes u otros requerimientos.

La especie seleccionada es abundante y comercializada de manera regular; su densidad básica es de 0.58 g/cm^3 y dureza media.

Para evitar sesgos por características diferentes los árboles fueron seleccionados considerando similitud en tamaño y forma, dentro de un área asignada por COHDEFOR que se encuentra bajo un plan de manejo elaborado para el bosque comunal. Además se consideraron las condiciones de pendiente pedregosidad y presencia de vegetación cercana al pie de los árboles a cortar para realizar todas las actividades, principalmente el apeo en situaciones similares. Posteriormente, de los árboles considerados aptos para incluirlos en el estudio, se escogieron al azar los árboles a los cuales se les aplicaría cada sistema de aserrio y el orden de su aprovechamiento.

5.3.2. Medición de árboles

Después de talado cada árbol, fue medido el largo total del fuste comercial; largo, diámetro menor y mayor sin corteza de cada troza que fue procesada para obtener las piezas aceptables.

Cuando los árboles tenían defectos físicos, gambas, u otras deformaciones (huecos, pudrición, rajaduras), fue medida primero la parte libre de defectos como hacen cuando usan sierra de viento, posteriormente se midió la parte defectuosa adicional que fue aprovechada usando el sistema con motosierra. Con estos datos se calculó el volumen bruto comercial potencial y el volumen bruto comercial actual. El primero, es el volumen de madera en rollo sin corteza que un árbol posee al momento de hacer un inventario, considerando como altura comercial la distancia desde el tocón hasta el final del fuste liso pensando en una aprovechamiento tradicional con sierra de viento. Para la estimación de este volumen se utilizó la ecuación de Smalian. El segundo es el volumen de madera en rollo sin corteza que se encuentra en cada una de las trozas ó partes de trozas que proporcionó el árbol después de eliminar o considerar partes de éste que inicialmente no se consideraron en el volumen comercial bruto potencial. El cálculo del volumen comercial bruto actual también se realizó utilizando la formula de Smalian.

Formula Smalian

$$V_{cbp} = (G_1 + G_2) / 2 \times L$$

$$V_{bca/Troza} = (G_1 + G_2) / 2 \times L$$

Donde:

V_{bcp} = Volumen bruto comercial potencial.

$V_{bca/Troza}$ = Volumen comercial bruto actual de una troza en metros cúbicos.

G_1 = Area basal mayor sin corteza.

G_2 = Area basal menor sin corteza.

L = Largo en metros.

La fórmula para el área basal es la siguiente:

$$G = \pi d^2 / 4$$

Donde:

G = Área basal en metros cuadrados

d = Diámetro en metros.

5.3.3. Apeo, desrame y troceo del árbol

5.3.3.1. Apeo, desrame y troceo del árbol en el sistema de aserrío con sierra de viento

El apeo se efectuó utilizando hacha, además fue necesario hacer una limpieza de dos metros alrededor de la base del árbol para facilitar la operación esta limpieza fue realizada con machete, y en algunas ocasiones con hacha por la presencia de arbustos o árboles de gran dureza y tamaño. El personal participante fueron cuatro personas alternando en el uso del hacha para hacer menos esfuerzo físico por cada uno de ellos.

La caída de cada árbol se realizó considerando la importancia de la vegetación vecina, la caída natural y las condiciones del terreno que más favorecieran la construcción del banco para aserrío. Siempre la caída de los árboles se realizó procurando que el fuste quedará en forma paralela a la pendiente del terreno, ya que cuando el fuste cae en forma perpendicular a la pendiente las actividades siguientes para el aserrío se dificultan grandemente y los daños ecológicos en el bosque son mayores, trayendo como consecuencia efectos técnicos y económicos negativos.

El desrame del fuste y limpieza del terreno se realizó con machete y hacha para facilitar el troceo del fuste, con la participación de cuatro personas.

El troceo fue realizado usando una sierra cortadora tirada por dos personas haciendo cortes diametrales a distancias según el largo de la troza requerida y que el fuste produjera, tratando de hacer una óptima utilización del árbol.

Simultáneamente al troceo, la troza a cortar y el fuste restante eran amarrados y sujetos a un árbol en pie vecino, ubicado en la parte superior de la pendiente, para evitar el rodamiento o deslizamiento de cualquiera de las dos partes, creando una condición favorable para realizar el embancado de la troza. El troceo no fue realizado en todo el fuste después de la caída, sólo después que se aserraba una troza se comenzaba el troceo de la siguiente, para evitar su rodamiento.

De acuerdo a la posición en que quedaba el fuste se comenzaba a trocear es decir que algunas veces se iniciaba el troceo por la punta delgada del fuste y otras por la base. Además de las trozas normales se cortó o troceó el "bote", que es la eliminación de la parte de la base del fuste, que por los cortes de caída tiene forma irregular y cuya eliminación con cortador produce un corte regular o parejo, a partir del cual se puede iniciar la medida de una troza normal.

5.3.3.2. Apeo, desrame, troceo en el sistema de motosierra con marco

El apeo se realizó con motosierra sin marco cuya cadena tenía sus dientes cortadores afilados con un ángulo de 35° para hacer el corte mas efectivo. El operador de la motosierra orientaba la caída del árbol considerando las condiciones del terreno que favorecieran las actividades siguientes, procurando no dañar las especies arbóreas de valor, además de tener en cuenta la caída natural del árbol es decir, se trató de realizar una tala dirigida.

El desrame fue realizado con motosierra, la limpieza del fuste para el troceo se realizó con machete dependiendo del tamaño y dureza de la vegetación.

El troceo fue realizado con motosierra con la misma cadena usada para el apeo y desrame, algunas veces fue factible el troceo completo del fuste, pero en otras ocasiones no fue posible, por la fuerte pendiente y las trozas no se podían sujetar a ningún árbol provocando así el rodamiento de las mismas.

Cuando las actividades de apeo, desrame y troceo terminaban, la cadena de la motosierra se cambiaba por otra, con el filo correspondiente para realizar la siguiente actividad que era el aserrío.

5 . 3 . 4 . Preparación del sitio y troza para aserrar

Cuando se usa cualquier herramienta para aserrar madera, siempre es necesario construir estructuras o preparar el área donde será procesada cada troza, con el objetivo de facilitar el trabajo y brindar seguridad a las personas participantes.

5 . 3 . 4 . 1 . Preparación del sitio y troza para aserrío con sierra de viento

Una actividad fundamental en el aserrío con sierra de viento es la construcción del banco, el cual consiste en una estructura de madera rolliza que requiere de tres o cuatro postes con gancho incrustados en forma vertical en el suelo hasta 50 centímetros (cm).

Estos postes tienen un diámetro de 12 a 15 cm dependiendo del tamaño de las trozas que se aserrarán y la dureza de la especie utilizada, con un largo de 2 a 2.5 m; también está provista de una viga que se coloca sobre los ganchos, con un

diámetro de 15 a 20 cm y un largo de 3.5 a 4.5 m. Sobre ella y en forma perpendicular son colocadas cuatro vigas de 15 a 20 cm de diámetro y de 3 a 4.5 m de largo dependiendo de la distancia que existe entre los ganchos y el terreno donde debe colocarse el extremo de las vigas, de tal forma que quede lo mas horizontal posible para colocar la troza. Este banco es construido en sentido contrario a la pendiente del terreno. Abajo de donde estará la troza se hace una excavación para nivelar el terreno por donde caminará el aserrador de abajo. Esta excavación es de 20 a 50 cm de profundidad dependiendo de la inclinación del terreno, el ancho es de 50 a 70 cm y el largo es de 2.5 a 4.0 m. Obviamente para la construcción del banco debe realizarse una limpieza de las malezas, arbustos y árboles en una área de 12 a 20 m².

Para el aserrío de un árbol se requirió de la construcción de uno a cuatro bancos, ya que, el aserrío se realizó algunas veces con un banco para dos parejas y en otras ocasiones, se usó un banco por cada pareja. Sin embargo después de el primero o segundo banco los demás eran un traslado de estos, es decir que no se requería de madera nueva, en la construcción del banco.

Participaron en esta actividad las cuatro personas que conformaban el grupo de aserrío.

Antes de iniciar el aserrío propiamente dicho es necesario embancar la troza, hilarla y plomearla. La embancada consiste en movilizar la troza desde el fuste hasta la parte superior del banco. Esta actividad se realiza amarrando la troza y sujetándola a un árbol en pie cercano en la parte superior del terreno y se comienza suavemente a rodar usando dos o tres palancas de madera rolliza de 10 a 15 cm de diámetro y de 2 a 2.5 m de largo. Para esto es necesario la participación de cuatro personas, una persona esta manejando el ropo en el árbol

donde está amarrada la troza y los otros tres participan rodando la troza con las palancas.

Cuando la troza está en la parte superior del banco es necesario inmovilizarla colocando cuatro cuñas de madera llamadas "sapos" entre la troza y las vigas de los extremos. Posteriormente a esto se realiza la hilada que consiste en marcar la parte central de la troza, usando un cáñamo humedecido con "tinaco" elaborado con agua y carbón de baterías. El cáñamo se coloca en la parte central de los dos extremos de la troza y sostenido por una persona en cada extremo una de ellas lo levanta y lo suelta regresando a la troza, dejando una línea negra a lo largo de la troza. La plomada se coloca en un extremo de la troza colgando del hilo marcado y servirá para realizar un corte vertical, correcto y hacer dos piezas iguales con el aserrío.

5.3.4.2. Preparación del sitio y troza para aserrío con motosierra con marco

Para preparar la troza y someterla al proceso de aserrío debido a la elevada pendiente del terreno, fue necesario construir un pequeño banco para aserrío. Este consistió en una estructura de madera rolliza que requirió de dos ganchos de 10 a 15 cm de diámetro y de 0.5 a 1.0 m de largo, los que fueron incrustados en forma vertical en el suelo hasta 30 cm; también se colocaron dos vigas sobre los ganchos y el otro extremo sobre el terreno de tal manera que quedaran en forma horizontal las que medían de 10 a 20 cm de diámetro y de 1.0 a 2.0 m de largo, de madera con dureza suave. Por cada árbol aserrado se construyeron de dos a seis pequeños bancos, pero solamente el primero requirió de madera porque los demás eran una movilización de éste. El área que fue limpiada para construir los bancos

era de 6 a 8 m², aunque algunas veces no fue necesario construcción de banco para aserrar las trozas, sino solamente colocar una pieza de madera en los dos extremos de la troza.

La embancada se realizó de la misma manera que cuando se aserró con sierra de viento.

Debido a que el tamaño del marco no era suficiente para aserrar trozas de diámetros mayores se tuvo que partir algunas trozas por la mitad con motosierra a pulso, es decir, sin el marco, siendo necesario hilar la trozas con lápiz.

5.3.5. Aserrío de la madera

Cada árbol fue procesado para obtener el mayor volumen de madera aserrada en piezas de dimensiones determinadas previamente.

Principalmente se produjeron piezas en bloques de 16, 20 y 24 pies tablares que son fácilmente vendidos en el mercado local y reaserrados en las industrias secundarias de la ciudad de La Ceiba; además, fueron aserradas otras dimensiones menores que los aserradores estimaron factible, pretendiendo aprovechar el máximo de volumen posible por árbol. Básicamente se trató de elaborar piezas lo más grande posible que se pudieran transportar en las espaldas de las personas, desde el bosque hasta el patio de acopio, donde llega el camión.

5.3.5.1. Aserrío con sierra de viento

El aserrío con sierra de viento es ejecutado por dos personas que estando la troza sobre un banco, se colocan una sobre la troza y la otro debajo de ella, tiran o halan una sierra de cada extremo, es decir, subiendo y bajando la sierra cortando

las fibras de la madera (Figura 2). Este proceso de aserrío consiste en realizar un primer corte longitudinal por el centro de la troza para obtener dos piezas o tapas iguales. Después se colocaron las dos tapas con la cara lisa hacia arriba, para realizar mediciones, hiladas y plomeadas, de acuerdo al tamaño y cantidad de piezas de madera que cada tapa puede producir. El aserrío de estas piezas que hasta ese momento tienen tres caras lisas se llama tabloneo. Posteriormente se realiza el menudeo, para lo cual se miden y se hilan las piezas, pero no es necesario plomear porque la hilada o marcación se realiza por los dos lados de la pieza por donde pasa la sierra. Cuando es realizado el aserrío propiamente dicho en cualquiera de las fases, las personas requieren de colocar cuñas de madera en el corte para facilitar el paso de la sierra, además constantemente necesitan revisar el corte y hacer paradas de descanso.

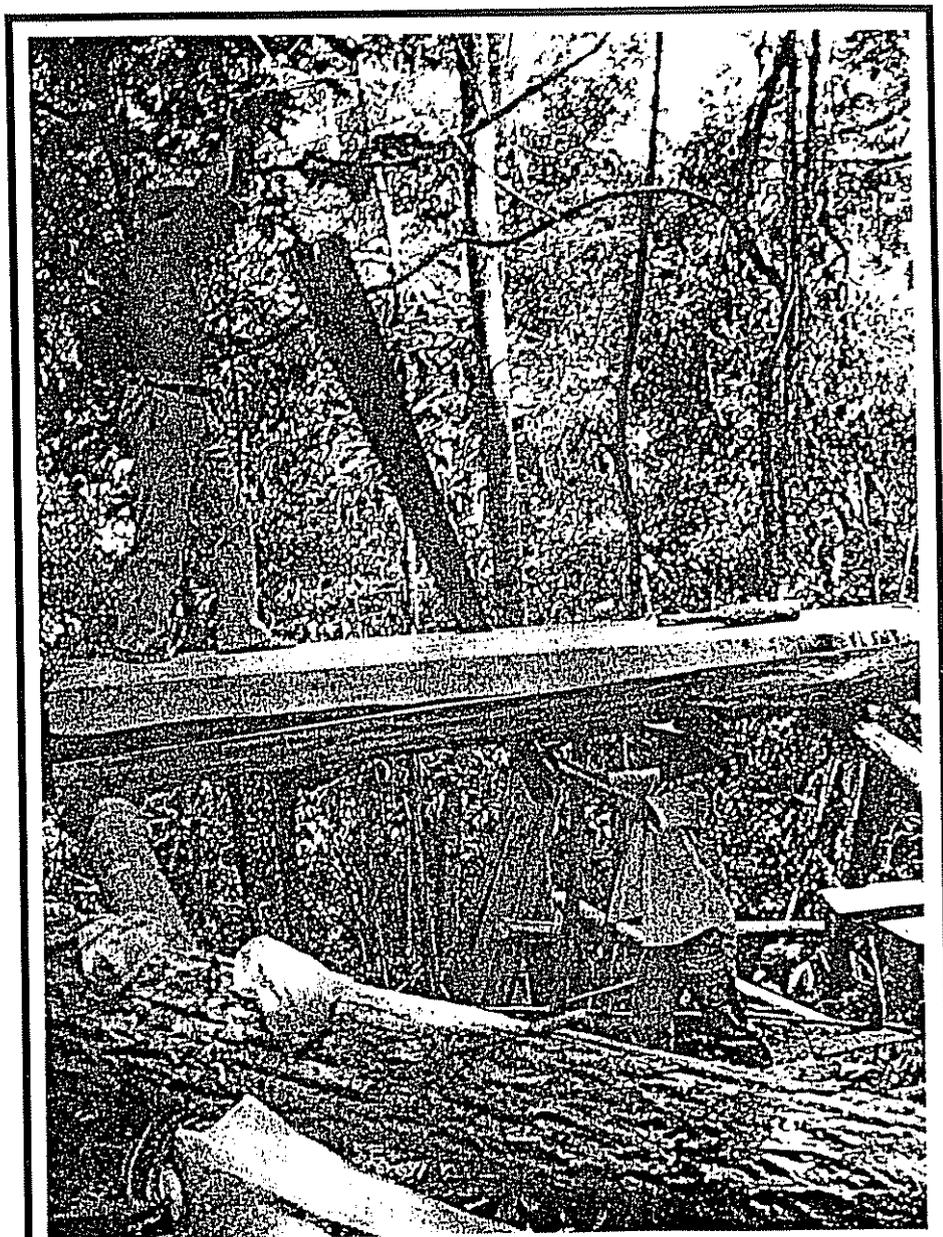


Figura 2. Aserrio manual con sierra de viento.
(fuente: Pavón 1995 PDBL-COHDEFOR)

5.3.5.2. Aserrió con motosierra con marco

Para realizar el aserrió con motosierra con marco se utilizó una motosierra Stihl 051 con una cadena cuyos dientes cortadores fueron afilados con un ángulo de 10° , lo cual exigió utilizar una cadena para apeo, tumba y desrame y otra cadena para aserrar, para evitar realizar afiladas constantes y desgastar los dientes en menor tiempo, por lo tanto se efectuaban cambios de cadena cada vez que se aserraba.

El marco de hierro que se adaptó a la motosierra fue de 44 cm de ancho lo que se convirtió en una limitante para aserrar trozas con diámetros mayores. Esto se debió a que marcos más grandes exigen motosierras más grandes y potentes las cuales no es posible encontrar en el mercado local y el costo de adquisición en otro lugar sería demasiado alto.

Cuando el diámetro excedía el tamaño del marco el primer corte se realizó sin él, es decir a pulso. Este corte se realizó por el centro de la troza como cuando se realiza el aserrió con sierra de viento. Cuando el marco se usó para el primer corte, dicho marco se calibró al ancho necesario para que en todo lo largo de la troza se produjera un lado liso considerando el tamaño del codal. Generalmente se calibró el marco con una abertura de 4.5 pulgadas y este corte se realizó en una orilla de la troza para eliminar un costado o lomo de ella, utilizando un "codal" o guía de 21 cm de ancho, 4.0 pulgadas de alto y 3.15 m de largo, por sobre el cual pasan los rodillos horizontales del marco y mantiene uniforme el movimiento de la espada de la motosierra, produciendo de esa manera un corte plano y a nivel (Figura 3). El segundo corte se realizó dando un cuarto de vuelta a la troza de tal forma que los rodillos verticales corrieran por la cara lisa de la troza, siempre usando el codal pero colocando una escuadra en el primer corte y sobre el codal,

para lograr un escuadre correcto, demandando para ello la colocación de cuñas de madera entre el codal y la corteza de la troza. Este requerimiento dependió de la forma que presentó cada troza. El tercer corte se realizó sin codal, colocando la troza de tal forma que los rodillos horizontales y verticales pasaran por los cortes anteriores y así sucesivamente se aserraron todas las piezas quedando hasta ese momento con tres caras lisas. El último corte se realizó colocando la parte con corteza de cada pieza hacia abajo y calibrando el marco de acuerdo a la madera requerida y posible, se pasaba la motosierra de un extremo a otro.

En la zona del estudio no existía conocimiento sobre el aserrío con motosierra con marco, por lo que fue necesario realizar una etapa de capacitación a las tres personas que participaron.

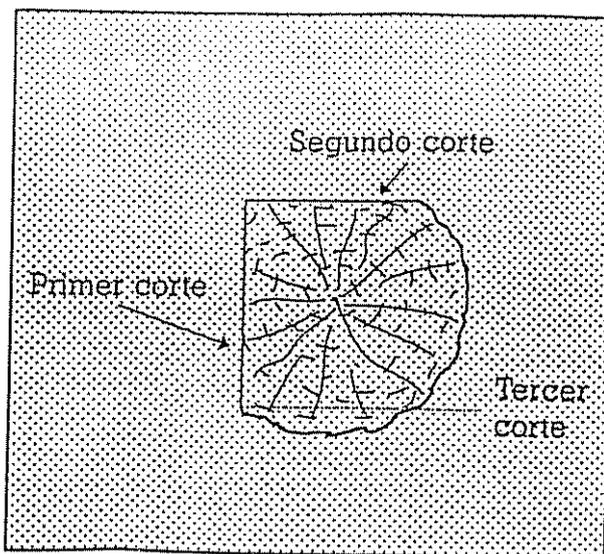
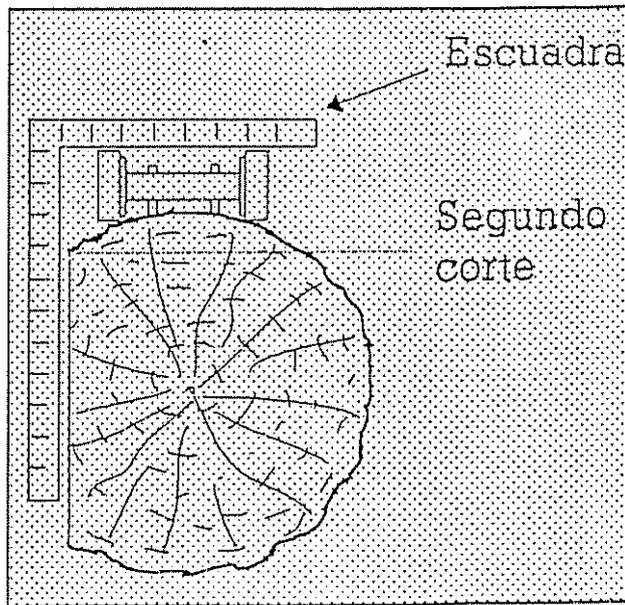
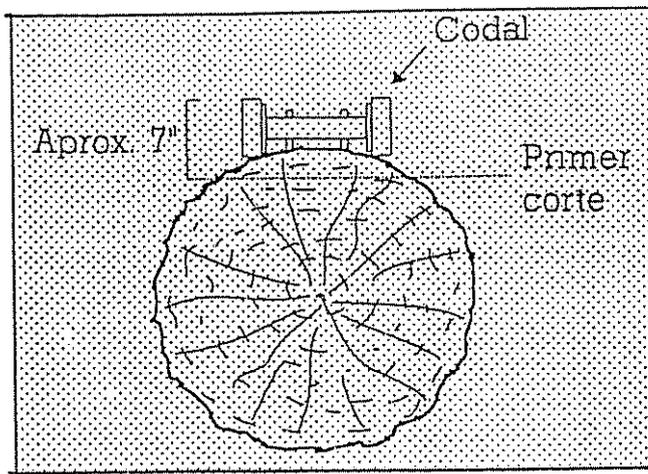


Figura 3. Cortes con motosierra con marco.
(fuente: Fonseca 1995)

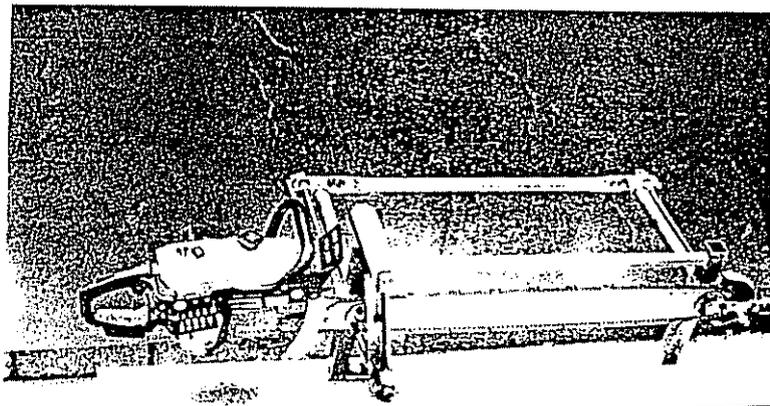
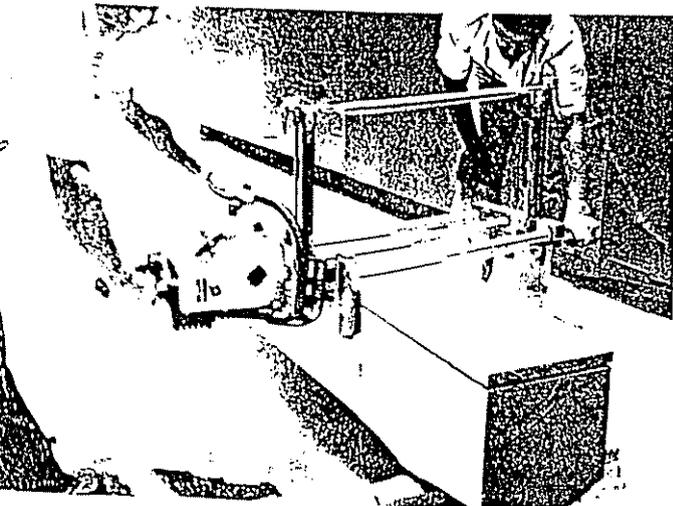
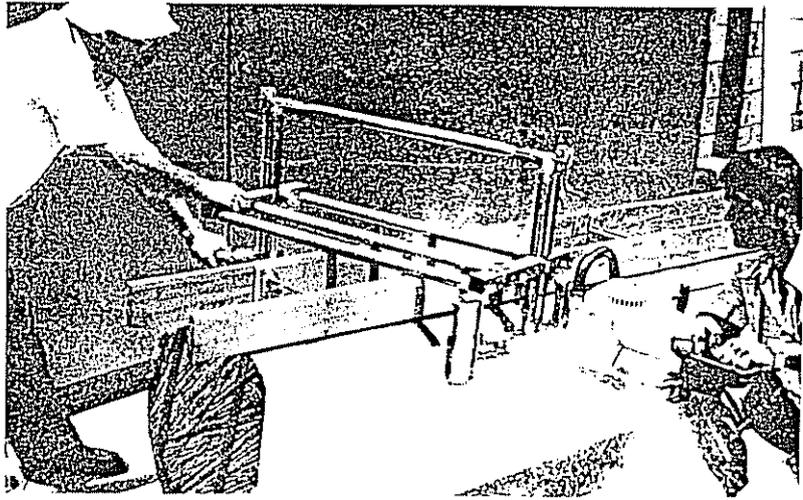
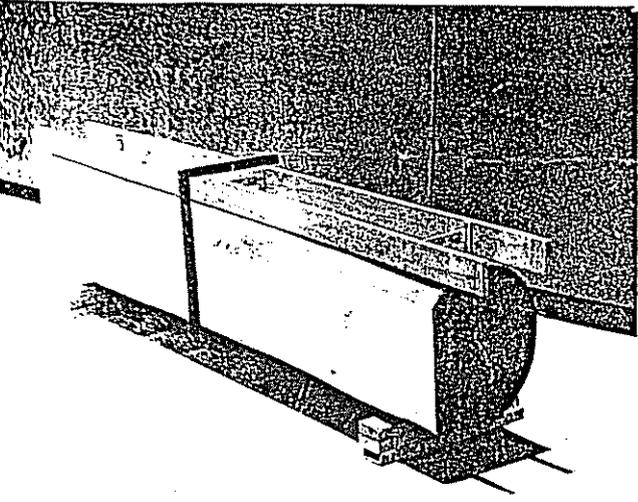
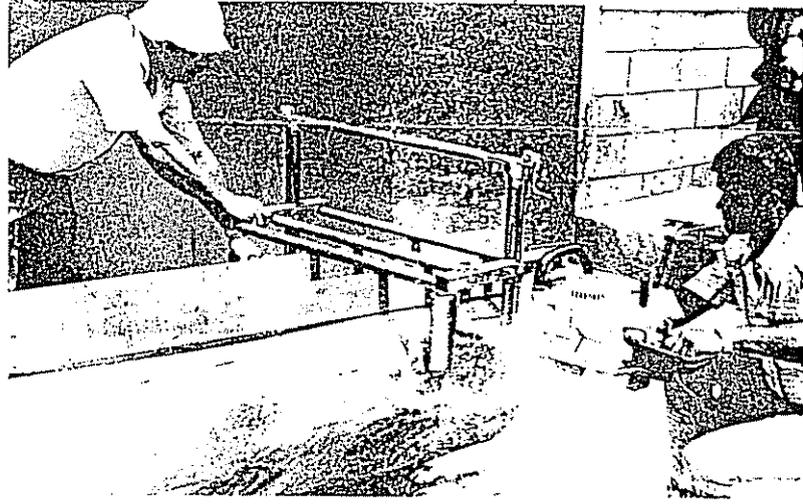
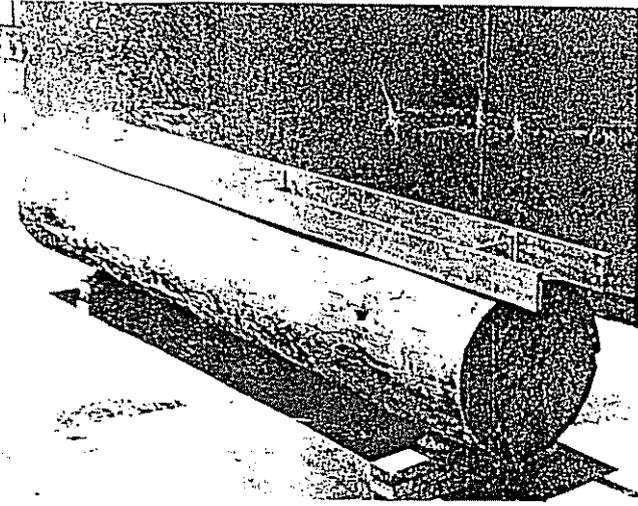


Figura 4. Motosierra con marco, codal y forma de uso.
(fuente: Vedova y Obando 1996)

5.3.6. Mediciones para calcular la productividad en el aserrío

5.3.6.1. Medición del tiempo utilizado para las actividades del aserrío

Para registrar el tiempo invertido en cada una de las actividades se utilizó el método de tiempos y movimientos, a través de la observación continua del trabajo y el uso de un cronómetro (Cordero 1989).

Este método fue usado por la posibilidad de estar en el sitio observando cada actividad. Además, considera todo el tiempo invertido en las actividades y por lo tanto brinda mayor confiabilidad en la información recogida. Los demás métodos existentes requieren de registros anteriores o estimaciones que ofrecen menor detalle y objetividad de cada actividad.

5.3.6.2. Medición de la producción de madera aserrada

El producto extraído es la madera aserrada. En Honduras se asierra con un aumento de media pulgada en el grosor y ancho, mientras que en el largo el aumento es de cuatro pulgadas. Esto es para asegurar que las piezas alcancen el tamaño comercial deseable después de secadas y cepilladas. Entonces, existe una medida para la comercialización, que es nominal y de mayor interés mercantil y la medida real de la pieza, que considera el aumento de tamaño. Sin embargo, este aumento no es considerado en la cubicación de la madera, es decir, que en la comercialización el aumento no es pagado.

El volumen de madera aserrada se mide en Pies tablares (Pt), que resulta de multiplicar las tres dimensiones de la pieza de madera y ese producto es dividido entre 12.

Fórmula para calcular volumen aserrado:

$$V = (g \times a \times l) / 12$$

V = Volumen aserrado en Pt.

Pt = Pies tablares de una pieza.

g = Grosor en pulgadas.

a = Ancho en pulgadas.

l = Largo en pies.

Las piezas producidas del aserrío tanto con sierra manual de viento como con motosierra con marco, fueron principalmente bloques de dimensiones que regularmente extraen los productores, de acuerdo con la demanda actual del mercado local y principalmente que sean factibles de transportar. Estas oscilan entre 16 y 24 Pt nominales.

Además se extrajeron piezas de dimensiones menores o mayores que las anteriores, para procurar un máximo aprovechamiento de cada árbol, algunas veces obtenidas de secciones defectuosas.

La suma del volumen de todas las piezas obtenidas en cada árbol considerando sus dimensiones reales, producen el volumen comercial neto por árbol. Para convertir Pt a m³ se utiliza la relación de 424 Pt/m³.

Para determinar los precios de la madera, dimensiones de piezas y requerimientos de calidad se realizó un sondeo rápido en dos centros de compra seleccionándose la industria Reproducciones Victorianas, con la cual los aserradores desde un año atrás mantienen buenas relaciones comerciales.

5.3.7. Rendimiento del proceso de transformación de madera en rollo a madera aserrada

El rendimiento se obtuvo calculando el volumen de madera en rollo en m³ (volumen bruto comercial actual) de cada troza por árbol, con la fórmula de Smalian, usando medidas reales de diámetros sin corteza y longitud. Este valor se relacionó con el volumen aserrado en Pt obtenido de cada troza por árbol. Para estimar el volumen aserrado fueron utilizadas las medidas nominales de cada pieza debido a que es un aspecto técnico y económico, por lo tanto, es importante conocer la proporción de madera transformada en tablas, tablones o bloques y cuanto representa en ingresos para los productores.

El rendimiento en porcentaje se estima dividiendo el rendimiento absoluto en Pt/m³, entre 424 Pt que tiene un m³ en madera aserrada sin considerar cortes
(%R = (R/424) x 100).

$$R = Vn/Vbca$$

Donde:

R = Rendimiento en Pt/m³.

V = Volumen aserrado en Pt, usando medidas nominales o comerciales.

Vbca = Volumen bruto comercial actual en m³.

5.3.8. Productividad

La productividad en Pt por horas por hombre fue calculada relacionando el tiempo utilizado, personas participantes y el volumen o producción obtenida de trozas normales y secciones defectuosas por cada árbol.

$$P = v/a/t$$

Donde:

P = Productividad en Pt/h-h

v = Volumen en Pt.

a = Aserradores participantes (personas).

t = Tiempo efectivo en horas.

5.3.9. Utilización

La utilización es el porcentaje de volumen aprovechado como parte del volumen comercial bruto potencial, en cualquiera de las etapas del aprovechamiento que se quiera analizar. En el presente trabajo se calculó la utilidad en volumen bruto comercial actual (V_{bca}), es decir el volumen troceado. También se estimó la utilidad en madera aserrada con medidas reales o volumen neto (V_n).

5.3.9.1. Utilización en madera en rollo como parte del volumen bruto comercial potencial

El volumen bruto comercial potencial es la cantidad de madera que se estima que puede ser aprovechada, usando sierra de viento, este volumen es el que se estima en los inventarios. En esta oportunidad dicho volumen fue calculado con la fórmula de Smalian, para lo cual las mediciones se realizaron cuando el árbol estaba derribado, observando sus características físicas y la posibilidad de aprovechamiento con sierra de mano, lo cual determinó el total (100%) de volumen comercial bruto potencial.

$$U_r = (V_{bca}/V_{bcp}) \times 100$$

Donde:

U_r = Utilización en madera en rollo como % del V_{bcp} .

V_{bcp} = Volumen bruto comercial potencial en m^3 .

V_{bca} = Volumen bruto comercial actual en m^3 .

5.3.9.2. Utilización en madera aserrada como parte del volumen bruto comercial potencial

El volumen neto es la cantidad de madera aserrada, estimado usando las medidas reales de cada pieza elaborada. Para calcularlo se realizó la cubicación en Pt, dividiendo ese valor entre 424 para convertirlo en m^3 . Ese valor se relacionó con el volumen bruto comercial potencial multiplicándolo posteriormente por 100.

El cálculo de la utilidad en volumen neto fue de la manera siguiente:

$$U_a = (V_n/V_{bcp}) \times 100$$

Donde:

U_a = Utilización de madera aserrada como % del V_{bcp} .

V_n = Volumen neto o aserrado calculado con medidas reales (m^3).

V_{bcp} = Volumen bruto comercial potencial.

5.3.10. Costos e ingresos del aserrío

Los costos e ingresos que se presentaron con la ejecución de los dos sistemas de aserrío fueron registrados durante el proceso de seguimiento utilizando en el caso de los costos la clasificación siguiente: costos en efectivo y no en efectivo, y a su vez dependiendo de la duración, pueden ser fijos o variables. En

este caso se considera costo fijo a los que permanecen más que el período del estudio o más que un año y que no dependen del volumen de producción.

Los costos no en efectivo son los que se producen sin ninguna transacción monetaria, mientras que los costos en efectivo tienen un movimiento monetario real.

La depreciación es la pérdida de valor de un activo debido a su uso o envejecimiento. Permite deducir una parte del costo inicial del equipo durante su vida útil, para reemplazarlo por uno nuevo sin recurrir a otras fuentes de capital.

Existen varios métodos para su cálculo, de los cuales fue utilizado el de línea recta.

$$D = (CI - R)/VU$$

Donde:

D = Depreciación.

CI = Costo inicial del equipo.

R = Valor de rescate del equipo.

VU = Vida útil del equipo.

Para calcular los pagos del préstamos se utilizo la formula siguiente:

$$a = Vo \frac{[(1+i)^w - 1](1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

a = Pago mensual.

Vo = Cantidad prestada.

i = Interes mensual.

w = Período entre pagos consecutivos (meses).

n = Cantidad de meses de pago.

Por tratarse de un estudio parcial sobre la comparación de dos sistemas de aserrío en los cuales los costos de plan de manejo y operativo son iguales, estos no causarían ningún efecto importante, por lo tanto dichos costos fueron excluidos.

En este caso solamente se calcularon ingresos en efectivo ocasionados por la venta de madera aserrada.

Con todos los datos de costos e ingresos se realizó la evaluación financiera a través del cálculo de las ganancias y los indicadores financieros de margen bruto flujo neto, ingreso neto, a nivel de grupo de aserradores e individual, como también por unidad de producción y de tiempo.

Los indicadores representan las ganancias en distintas situaciones ó momentos y reflejan la realidad del movimiento financiero de las actividades forestales a nivel de subsistencia, donde se trabaja dentro y fuera del mercado, es decir, existe una economía monetaria y no monetaria. Los indicadores como valor actual neto y tasa interna de retorno no son utilizados, porque el período de tiempo analizado es corto y se realiza una comparación del comportamiento de dos sistemas diferentes, el cual en el tiempo se asume que será igual.

Cálculo de los indicadores financieros:

Flujo neto = Ingresos totales en efectivo - Costos totales en efectivo.

Ingreso neto = (Flujo neto + Ingresos no en efectivo) - Costos no en efectivo

Margen bruto = Ingresos totales - Costos variables en efectivo.

Punto de equilibrio = Costos totales/Precio unitario.

5.3.11. Medición de efectos en el bosque

5.3.11.1. Medición de efectos en la vegetación

A pesar de todas las medidas conservadoras tendientes a disminuir el impacto ecológico del aprovechamiento forestal, siempre suceden alteraciones o impactos imposibles de evitar, cuya magnitud depende en parte del sistema de aprovechamiento usado. En este caso se determinó la especie, tamaño y cantidad de árboles, latizales, brinzales y palmas cortados o dañados después de la tumba y los que sirvieron para realizar actividades complementarias del aserrío o que fueron dañados por éstas, en el aprovechamiento de los 12 árboles evaluados. También se determinó el tamaño de los claros ocasionados por el aprovechamiento de cada árbol, midiendo las longitudes de los lados que formaba la figura del claro cuando penetraba la luz solar y calcular su superficie en metros cuadrados, agregándole el área de su copa cuando estaba en el dosel superior. Para conocer la importancia de la vegetación eliminada o dañada se clasificó de acuerdo a su importancia comercial en: comercial actual, comercial potencial y no comercial. Se calculó el área basal de los árboles, dañados y muertos.

Para el presente estudio se define brinzal como toda planta leñosa que mide de 0.30 m. a 1.5 m de altura, los latizales son toda planta leñosa a partir de 1.5 m de altura a 9.9 cm de Dap y un árbol se define como toda planta leñosa cuyo Dap es igual o mayor que 10 cm. Para la evaluación de daños se utilizó los códigos propuestos por Cordero (1992) los cuales son:

Sin daño: no existe evidencia de daño.

Daño ligero: pérdida de algunas ramas o daños leves a la corteza.

Daño moderado: pérdida de parte de la copa o raspaduras en el fuste.

Daño severo: pérdida de más del 75% de la copa o fuste dañado severamente.

Muerto: árboles caídos, que murieron o que fueron cortados .

Para el presente estudio no fue considerada la primera categoría (sin daño) debido a que los árboles que se midieron fueron los que presentaron evidencias de haber sido afectados por las operaciones de cada sistema, en cada árbol evaluado (árboles dañados o muertos por cada árbol utilizado).

Las palmas cortadas o dañadas fueron contadas, su especie e importancia comercial fueron identificadas.

Los brinzales cortados y dañados fueron contados, su altura total medida, la especie y su importancia comercial identificadas.

Los latizales cortados y dañados fueron su Dap y altura comercial medidos también su especie e importancia comercial fueron identificadas.

Para calcular el área basal se midió el Dap de los árboles muertos y dañados, por la caída de los árboles aprovechados o por la corta de árboles para ejecutar las actividades del aprovechamiento. También fue identificada la especie y valor comercial.

5 . 3 . 11 . 2 . Medición de efectos en el suelo

Se calculó el área afectada por cada uno de los 12 árboles aprovechados haciendo una medición completa en metros cuadrados de la superficie total afectada por cada árbol aprovechado ($m^2/\text{árbol aprovechado}$), la cual se determinó observando el área donde cae el árbol y el área donde se desarrollan las actividades de los aserradores; relacionándolo posteriormente por pie tablar de madera producido, clasificándolos en las siguientes categorías de daños presentadas por Cordero (1992).

Sin disturbar: materia orgánica en su lugar.

Algo disturbado: materia orgánica removida hasta suelo mineral.

Muy disturbado: suelo removido y exposición de horizontes inferiores.

Compactado: Capa superior del suelo comprimida por soporte de peso de personas (Pisoteo) o madera.

5 . 3 . 12 . Aceptación del sistema de aserrió de motosierra con marco

5 . 3 . 12 . 1 . Medición del consumo de agua por los aserradores

Las personas que ejecutan las actividades en los dos sistemas de aserrió necesitaron beber agua, para hidratarse y reducir el cansancio. Este líquido es transportado al sitio de trabajo en recipientes plásticos con capacidad para un galón (3.78 Litros). Se midió la cantidad consumida por cada día de trabajo, a través del contéo de recipientes consumidos, o midiendo con una regla graduada, la fracción remanente cuando no se consumía un recipiente completo.

El agua es importante por la necesidad que las personas tienen de consumirla, para recuperarse del cansancio y poder continuar con el desarrollo del trabajo. También representa una actividad y un costo, por la necesidad de transportarla al sitio en recipientes usados para ese fin.

5.3.12.2. Encuesta a participantes y técnicos

Después de terminado todo el trabajo de campo se realizó una encuesta a los participantes y técnicos forestales que observaron el trabajo y que trabajan en instituciones públicas y privadas de la zona.

5.3.13. Análisis estadístico

Dentro del grupo de árboles considerados aptos para el estudio se realizaron los tratamientos al azar con arreglo factorial (2^2), donde los dos factores son los sistemas de aserrío y las clases diamétricas, cada factor con dos niveles. El procesamiento de los datos de producción, tiempo, consumo de agua, productividad, rendimiento, utilización, tamaño de claros, se realizó usando Statistical Analysis System (SAS), realizando análisis de varianza, prueba de medias ajustadas y análisis de residuos. La probabilidad usada fue del 95%

Factor : Clases diamétricas = 2 niveles (50 - 70 y 75 - 95 cm).

Factor : Sistemas de aserrío = 2 niveles (Sierra de viento, motosierra con marco).

Interacción : Sistema de aserrío x Clases diamétricas

El modelo estadístico es:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + C_j + (SC)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

μ = Media general.

S_i = Efecto del sistema.

C_j = Efecto de las clases diamétricas.

$(SC)_{ij}$ = interacción sistema - clase diamétrica.

E_{ijk} = Error.

k = Repeticiones.

También se probaron los supuestos en cada modelo, mediante el análisis de residuos (Homogeneidad de varianzas y normalidad) utilizando los procedimientos `proc glm` y `univariate` del SAS.

6 . RESULTADOS Y DISCUSION

6 . 1 . Apeo

Un 50% de los árboles apeados presentaron presencia de termitas en distintas partes del fuste, lo cual produce pudrición y hueco interno a lo largo del fuste, esto ocasionó mayores dificultades en el proceso de aserrío y pérdida de volumen. La mayor incidencia se presentó en los árboles más grandes (Dap > 80.0 cm).

Cuadro 3. Número de árboles, desviación estándar y promedio de altura del tocón, según clase diamétricas y sistemas de aserrío

Sistema	Clase 50.0 - 70.0 cm			Clase 75.0 - 95.0 cm		
	N	Alt.	D.E.	N	Alt.	D.E.
S. Viento	3	55	27.84	2	55	14.14
Motosierra	4	30	21.45	3	37	23.69

Cuadro 4. Número de árboles, desviación estándar y longitud del bote (cm) según clase diamétricas y sistemas de aserrío

Sistema	Clase 50.0 - 70.0 cm			Clase 75.0 cm - 95.0 cm		
	N	Long.	D.E.	N	Long.	D.E.
S. Viento	3	43	7.64	2	68	16.97
Motosierra	4	23	7.27	3	33	5.77

La altura del tocón se considera que debe ser 30 cm, utilizando los criterios de tala dirigida. Sin embargo, en el apeo realizado usando hacha la altura promedio

del tocón fue de 55.0 cm en los diámetros pequeños y grandes, mientras que cuando se utilizó motosierra los resultados fueron de 30.0 cm y 37.0 cm de altura en pequeños y grandes respectivamente. Además la longitud del bote en el sistema de sierra de viento fue de 43.0 cm en los diámetros pequeños y de 68.0 cm en los diámetros grandes, mientras que con motosierra estas longitudes fueron de 23.0 y 33.7 cm.

La razón para que se presente esta situación, es que los cortes que son realizados con hacha son más irregulares y difíciles de realizar, lo que obliga a efectuar un saneamiento o emparejamiento de corte en el fuste más distante a la punta desprendida del tocón, también la altura del tocón es más alta cuando se usa hacha por la dificultad de realizar el apeo.

En San Ramón, Jutiapa, Atlántida, Lobo (1995) determinó que la altura del tocón se presenta entre 3.0 y 9.0 pies y longitudes del bote de 2.0 a 3.5 pies usando hacha, estos datos son mayores, debido a que los árboles aprovechados en esa ocasión eran de mayor tamaño.

6 . 2 . Desrame y troceo

El trabajo en desrame fue mayor cuando se usó motosierra, por la recuperación de desperdicios o secciones defectuosas del árbol, en comparación a un aprovechamiento con sierra de viento.

El troceo con cortador utilizado en el sistema de aserrío con sierra de viento presentó dificultades, por trabado de dicha herramienta en los cortes realizados. En los árboles que se usó motosierra en escasas ocasiones presentó ese tipo de problema, además requirió de menor trabajo en preparación del sitio y fuste para el troceo.

Las longitudes principales de trozas que fueron elaboradas fue de 8.33 pies obteniéndose algunas veces longitudes de 6.33, 7.33 y 9.33 pies. Estas equivalen a 8.0, 6.0, 7.0 y 9.0 pies en medida nominal o comercial. El diámetro menor de la troza más pequeña fue de 16.5 cm y el diámetro mayor de la troza más grande fue de 80.0 cm, considerando el troceo con las dos herramientas (cortador y motosierra).

Los cinco árboles aprovechados con el sistema de sierra viento, produjeron 39 trozas de las cuales la más pequeño tenía un diámetro menor de 26.7 cm y el diámetro mayor de la más grande era 80.0 cm. Mientras que los siete árboles aprovechado con el sistema de motosierra con marco produjeron 71 trozas de las cuales el diámetro menor de la más pequeña era 16.5 cm y la más grande tenía un diámetro mayor de 71.0 cm. Lo importante de estos resultados es el diámetro mínimo que fue utilizado o troceado, el cual es menor cuando se usó motosierra, lo que indica que se aprovechó más madera del total disponible del árbol, porque estas trozas fueron elaboradas pensando en la factibilidad de poderse aserrar dependiendo de la herramienta que se utilizaría (Sierra de viento o motosierra con marco).

En San Ramón, Lobo (1995) encontró diámetro mínimo de utilización de 45.0 cm, que es menos beneficioso para el aprovechamiento. probablemente fue debido a las exigencias de calidad del mercado que no permitía madera con nudos u otros defectos.

6.3. Variables analizadas en los sistemas de aserrío

6.3.1. Tiempo utilizado en el aserrío

El tiempo es una variable muy importante para observar las ventajas de cada sistema, dado a su papel determinante en la estimación de costos y productividad en cualquier actividad que se realice.

Cuadro 5. Tiempo muerto y efectivo utilizado por los grupos de trabajo, para producir madera aserrada, según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm)

Sistema	Clase	Personas	Prod (Pt)	Prod (m ³)	Tiempo efectivo (Horas)			Tiempo muerto (Horas)		
					T. Total	T/Pt	T/m ³	T Total	T/Pt	T/m ³
S Viento	50 - 70	4	1961.31	4.63	71.9	0.073	31.560	23.95	0.012	5.173
	75 - 95	4	2663.99	6.28	111.8	0.084	35.560	141.97	0.053	22.607
Motosierra	50 - 70	3	2439.30	5.75	73.977	0.030	12.866	37.74	0.015	6.563
	75 - 95	3	4322.40	10.19	107.175	0.025	10.518	76.35	0.018	7.490

Cuadro 6. Tiempo efectivo en horas utilizado por los grupos de trabajo para el aserrío de los árboles, según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm)

Descripción	Sierra de viento			Motosierra con marco		
	50 - 70	75 - 95	Total	50 - 70	75 - 95	Total
Nº Árboles	3	2	5	4	3	7
Tiempo total	71.8	111.8	183.7	74.0	107.2	181.2
T Promedio	23.9	55.9	36.8	18.5	35.7	25.9
T Máximo	33.7	61.3	61.3	29.7	41.4	41.4
T Mínimo	10.3	50.6	10.3	9.5	26.6	9.5

Grupo de sierra de viento = 4 personas

Grupo de motosierra con marco = 3 personas

Para el análisis estadístico se utilizó el tiempo utilizado por los grupos mínimo para ejecutar cada sistema de aserrío (dos personas en sierra de viento y tres en motosierra con marco). Dicho análisis mostró que existe interacción entre sistemas de aserrío y clases diamétricas ($P=0.0332$), es decir que el tiempo consumido no solamente depende de la clase diamétrica sino, también del sistema de aserrío utilizado, lo que equivale a efectos conjuntos de ambos en la duración de las actividades en cada árbol. Además el análisis de los residuos indica que los supuestos del análisis de varianza se cumplen. La tabla del análisis de varianza se presenta en el anexo 1.

El tiempo efectivo usado en sierra de viento fue 2.45 y 3.38 veces mayor que el usado con motosierra con marco, en las clases 50 - 70 cm, y 75 - 95 cm respectivamente, (Ver cuadro 5).

La causa de las diferencias fue la dificultad presentada en las actividades cuando se usa sierra de viento, principalmente en apeo, troceo, construcción de banco y aserrío (Ver anexo 2).

Cuando se usa el sistema de sierra de viento, existen diferencias altamente significativas en el tiempo entre las clases diamétricas ($P=0.0018$) siendo mayor en la clase diamétrica grande, mientras el uso de motosierra con marco no presenta diferencias significativas entre las clases diamétricas evaluadas ($P=0.1772$).

Las diferencias encontradas en el aserrío con sierra de viento, cuando es aplicado a distintos tamaños de diámetros de trozas, se deben a que la dificultad de las actividades aumenta proporcionalmente al aumento del tamaño de las trozas. Sin embargo, el uso de la motosierra por ser mecanizado acelera la ejecución de las actividades en cualquier tamaño de troza.

En la clase diamétrica pequeña el sistema de sierra de viento consume significativamente mayor cantidad de tiempo que el sistema que usa la motosierra con marco ($P=0.0354$). En la clase más grande estas diferencias fueron altamente significativas ($P=0.0006$), lo que indica que cuando los diámetros son mayores el sistema de sierra de viento comparativamente se muestra más lento.

6.3.2. Producción de madera aserrada

La producción obtenida es el producto final que generan los procesos de transformación de madera en rollo a madera aserrada. La cantidad de madera en rollo procesada con el sistema de sierra de viento fue de 21.47 m^3 que produjeron 4625.30 Pt, en madera aserrada. Con el sistema de motosierra con marco la cantidad procesada fue de 29.72 m^3 que produjeron 6761.70 Pt. La venta de la producción de madera aserrada, ocasionó los ingresos en cada uno de los sistemas.

El producto final que se obtuvo con el procesamiento de los árboles fueron bloques, tablones, cuarterones y tablas, procurando la optimización del

aprovechamiento de cada troza, considerando también el tipo de transporte (Hombro humano) y el peso de la madera verde.

Las piezas más abundantes en ambos sistemas de aserrío fueron las que cubicaban 16.0 y 20.0 Pt nominales. La calidad de la madera en relación a cortes y medidas cumplen cualquier exigencia del mercado, mostrando leve inferioridad al usar sierra de viento. Para observar la madera según tamaño de piezas obtenidas ver el anexo 3).

Cuadro 7. Producción de madera aserrada, clasificada por grosor y sistemas de aserrío

Grosor (Pulgadas)	Sierra de viento		Motosierra	
	Piezas	Volumen (Pt)	Piezas	Volumen (Pt)
1	18	114.33	6	25.33
2	31	372.00	83	571.91
3	63	1034.00	62	864.00
4	144	2850.01	139	2409.34
5	11	255.00	101	2028.76
6			35	810.54
7			1	51.33
Total	267	4625.3	427	6761.8

Cuadro 8. Materia prima, producto, rendimiento y utilización del aserrío según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm)

Sistema	Clase	Insumo		Producto			Rendimiento		Utilización del Vbcp	
		Vbcp	Vcba	(Pt) nominal	(m ³) nominal	Vn (m ³)	nominal (Pt/m ³)	nominal (%)	Vbca (%)	Vn (%)
S Viento	50 - 70	10 88	9 23	1961 31	4 63	5 47	212 52	50 16	84 80	50 32
	75 - 95	13 54	12 71	2663 99	6 28	8 03	209 54	49 41	93 87	59 31
Motosierra	50 - 70	11 54	11 32	2439 30	5 75	7 41	215 38	50 80	98 05	64 25
	75 - 95	10 87	18 04	4322 40	10 19	12 69	239 65	56 48	165 93	116 75

Vbcp = Volumen bruto comercial potencial

Vbca = Volumen bruto comercial actual

Vn = Volumen neto

Cuadro 9. Producción de madera aserrada, según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm)

Descripción	Sierra de viento			Motosierra con marco		
	50 - 70	75 - 95	Total	50 - 70	75 - 95	Total
Nº Árboles	3	2	5	4	3	7
M Total	1961 3	2664 0	4625 3	2439 3	4322 4	6761 7
M Promedio	653 8	1332 0	925 1	609 8	1440 8	965 9
M Máximo	1045 6	1369 0	1369 0	1023 6	1549 4	1549 4
M Mínimo	252 7	1295 0	252 7	390 8	1360 4	390 8

En el análisis realizado la producción mostró diferencias altamente significativas entre las clases diamétricas ($P=0.0017$), siendo la clase grande la que reportó mayor producción, mientras que las diferencias entre los sistemas no fue significativa ($P=0.8475$), es decir, que la madera aserrada que se obtiene no depende del sistema de aserrío sino del tamaño de cada árbol procesado, siendo

mayor la producción cuando los árboles son más grandes. Ver tabla de análisis de varianza en el anexo 4.

A pesar que los totales muestran diferencias, al comparar las medias ajustadas estas diferencias no son significativas, exceptuando las que ocurren entre clases diamétricas, ya que la cantidad de árboles en cada sistema es diferente.

6.3.3. Rendimiento del aserrío

El rendimiento es una variable que relaciona la cantidad de madera en rollo procesada y la cantidad de madera aserrada producida, es decir, el volumen comercial bruto actual con la producción. Para el cálculo de rendimiento solo se utilizaron trozas que fue calculado su volumen en rollo.

Cuadro 10. Rendimiento del aserrío según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm)

Descripción	Sierra de viento			Motosierra con marco		
	50 - 70	75 - 95	Total	50 - 70	75 - 95	Total
N° Arboles	3	2	5	4	3	7
Rend Promedio	212.51	209.94	211.49	215.38	239.65	225.78
Rend Máximo	237.26	216.79	237.26	224.94	245.86	245.86
Rend Mínimo	173.51	203.10	203.10	200.25	228.80	200.25

En el análisis realizado el rendimiento no presentó diferencias significativas en clases ni sistemas de aserrío ($P=0.3736$ y $P=0.1948$ respectivamente), lo que significa que es indiferente para fines de rendimiento usar cualquier sistema de

aserrío en diferentes tamaños de árboles. La tabla de análisis de varianza se muestra en el anexo 5.

También se observó un aumento del rendimiento cuando los diámetros de las trozas son mayores, sin embargo al observar el árbol entero y obtener un promedio, dicho aumento no es importante.

Los promedios de los rendimientos aunque estadísticamente no muestran diferencias significativas, sus valores en los dos sistemas, son mayores que el usado actualmente por la COHDEFOR, el cual es de 180.0 Pt/m^3 (42.45%).

En San Ramón, Lobo (1995) reportó rendimientos en madera de *Symphonia globulifera* con sierra de viento de 163 Pt/m^3 (38.44%), que es un factor mucho menor.

En las Area de Demostración e investigación de La Lupe y Los Filos, en Rio San Juan, Nicaragua. Carrera, Castañeda y Flores (1994) usando motosierra con marco, encontraron un rendimiento de 187.20 Pt/m^3 (44.15%), al extraer tablas de una pulgada de grosor de distintas especies de árboles, este dato es menor que el encontrado debido a la variación de la especie y la mayor cantidad de cortes realizados para elaborar tablas. También reportaron un rendimiento de 237.44 Pt/m^3 (56%) cuando la madera fue elaborada en tamaños de " timber ", este valor superior al presentado en este estudio es debido a la realización de menor cantidad de cortes para obtener el producto.

6.3.4. Productividad de los sistemas de aserrío

La productividad relaciona la producción con el tiempo efectivo y las personas participantes en el proceso, expresándose en pies tablares por hora por hombre (Pt/h-h).

Cuadro 11. Productividad en Pt/h-h según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm)

Descripción	Sierra de viento			Motosierra con marco		
	50 - 70	75 - 95	Total	50 - 70	75 - 95	Total
Nº Árboles	3	2	5	4	3	7
P Promedio	6.61	6.00	6.31	11.69	13.84	12.76
P Máxima	7.76	6.40	7.76	13.89	17.03	17.03
P Mínima	5.94	5.59	5.94	8.52	12.02	8.52

En el análisis realizado la productividad mostró diferencias altamente significativas entre los sistemas de aserrío ($P=0.0008$), siendo mayor en el sistema de motosierra con marco. Las clases diamétricas no presentaron diferencias significativas ($P=0.5465$). Esto demostró que cuando una persona asierra un árbol de cualquier tamaño con motosierra con marco produce más madera aserrada por unidad de tiempo. La tabla de análisis de varianza se presenta en el anexo 6.

Por el desconocimiento del uso de la motosierra con marco la productividad reportó cantidades bajas, las cuales fueron aumentando a medida que los aserradores fueron experimentándose en el trabajo.

Cuadro 12. Comportamiento de la productividad por árbol aprovechado con motosierra con marco

Arbol	Clase diamétrica (cm)	Productividad (Pt/h-h)
1	50 - 70	8.524
2	50 - 70	11.423
3	50 - 70	12.858
4	50 - 70	13.889
5	75 - 95	12.017
6	75 - 95	12.485
7	75 - 95	17.032

En el orden en que son presentados los árboles, así ocurrió el aprovechamiento y se puede observar el aumento progresivo en la productividad.

6 . 3 . 5 . Utilización en madera en rollo (Vbca) del volumen bruto comercial potencial

Al practicar el análisis estadístico en los porcentajes de utilización, o cantidad de volumen comercial bruto potencial actual que será aserrado, se encontró diferencias significativas entre los sistemas de aserrío ($P=0.0423$) siendo menor en el aserrío con sierra de viento. Entre las clases de tamaño no existieron diferencias significativas ($P=0.0611$), lo que equivale a decir que de un árbol a partir de 50 cm de Dap se obtiene más madera en rollo en trozas para el aserrío, cuando se usa el sistema de aserrío con motosierra con marco. Para conocer la tabla de análisis de varianza ver anexo 7.

Algunos árboles presentaron nudosidad y pudrición en el fuste, lo que provocó que el total de madera que se logró obtener con sierra de viento fuera menor, y la motosierra sirviera para rescatar ese volumen que estaría perdiéndose

por dificultades en las operaciones, cuando son usadas las herramientas del sistema de sierra de viento.

Cuando aparecen valores mayores al 100% significa que ese árbol ha aportado más madera que la estimada en el inventario o la que podría procesarse con sierra de viento. En San Ramón, Jutiapa. Lobo (1995) encontró porcentaje de utilización mucho más bajo con sierra de viento en la misma especie (35%).

Cuadro 13. Utilización (%) en madera en rollo del volumen bruto comercial potencial, según sistemas de aserrió y clases diamétricas (cm)

Descripción	Sierra de viento			Motosierra con marco		
	50 - 70	75 - 95	Total	50 - 70	75 - 95	Total
N° Árboles	3	2	5	4	3	7
Ua. Promedio	84.80	93.87	89.33	98.05	165.93	131.99
Ua. Máxima	95.49	95.57	95.57	113.47	200.00	200.00
Ua. Mínima	77.05	92.17	77.05	86.35	100.30	93.32

6.3.6. Utilización en madera aserrada del volumen bruto comercial potencial

Cuadro 14. Utilización (%) en madera aserrada del volumen bruto comercial potencial, según clases diamétricas (cm) y sistemas de aserrió

Descripción	Sierra de viento			Motosierra con marco		
	50 - 70	75 - 95	Total	50 - 70	75 - 95	Total
N° Árboles	3	2	5	4	3	7
Un. Promedio	50.32	59.30	54.81	64.24	116.75	90.49
Un. Máxima	59.14	59.46	59.46	77.59	153.40	115.49
Un. Mínima	37.11	59.15	37.11	52.95	72.58	52.95

Las diferencias significativas se presentaron entre las clases y entre los sistemas ($P=0.0482$ y $P=0.0269$ respectivamente). Considerando mayor utilización en clase grande y en el sistema de aserrió con motosierra con marco, lo que indica que en los árboles más grandes la cantidad de madera aserrada que se obtiene es mayor, en cualquier sistema de aserrió. Además cuando se comparan los dos sistemas; el de motosierra con marco utiliza mayor cantidad de volumen bruto comercial potencial, debido entre otras cosas a la posibilidad de recuperar desperdicios y secciones de fuste defectuosas o dañadas en la caída del árbol. La utilización es mayor en árboles adultos, porque a mayor edad del árbol existe mayor presencia de defectos, principalmente pudrición y daños por plagas o enfermedades, lo que hace difícil y algunas veces imposibles, la ejecución de las actividades del aprovechamiento con el sistema de sierra de viento. La tabla de análisis de varianza se presenta en el anexo 8.

6.3.7. Evaluación financiera

6.3.7.1. Costos fijos en efectivo

Los costos fijos en efectivo representan el valor del equipo y herramientas utilizadas, y que no varían según la producción. En el presente estudio estos costos fueron asumidos por el PDBL y el CATIE, pero en la realidad estos subsidios no existen y la forma de obtener el equipo y materiales sería mediante un préstamo en efectivo en el Banco Nacional de Desarrollo Agrícola (BANADESA) con plazo de un año, a una tasa de interés de 36%, pagadero mensualmente.

Como se puede observar en el cuadro N° 15, la inversión inicial para el aserrío usando motosierra con marco es más de cuatro veces mayor que cuando es aplicado el sistema de sierra de viento.

El monto representa el dinero que se necesita para comprar el equipo y materiales. El préstamo es pactado para pagar mensualmente, lo que representa un costo de L. 263.13 por mes al usar sierra de viento y cuando es usada la motosierra, ésta cuota asciende a L. 1214.72/mes, durante 12 meses. Sin embargo como el período analizado es de cinco meses, los costos se calculan solamente para ese período.

Cuadro 15. Cálculo en Lempiras de los costos fijos en efectivo según sistema de aserrió, mes, período estudiado y Pt elaborado considerados como amortización a un préstamo bancario

Sistema	Producción total (Pt)	Monto	Tasa de interes (%)	Pago mensual	Pago/período (5 meses)	Pago por Pt
S viento	4625.30	2594.20	36	263.13	1315.65	0.28
Motosierra	6761.70	11979.50	36	1214.72	6073.60	0.90

Tasa de cambio: 1 Dólar U. S. = 11.50 Lempiras

Plazo del préstamo: Un año

6.3.7.2. Costos fijos no en efectivo

Los costos fijos pagados de manera no en efectivo están representados por la depreciación de los materiales y equipo utilizados, la cual para calcularla se utilizó el sistema de línea recta, considerando la vida útil que los aserradores manifestaron y sin valor de rescate, debido a que el equipo y material es usado hasta que se vuelve inservible. El tiempo utilizado fue de cinco meses, en los cuales fue desarrollado el estudio.

Cuadro 16. Costos de depreciación en Lempiras por sistema, Pt elaborado mes y período del estudio

Sistema	Producción (Pt)	Dep./mes	Dep./período	Dep./Pt
S. viento	4625.30	104.60	523.00	0.11
Motosierra	6761.70	442.45	2212.25	0.33

Los costos por depreciación son mayores en el sistema de motosierra con marco, por el uso de equipo de mayor valor económico. Por cada Pt de madera producido con sierra de viento los aserradores tienen un 33% menos que el costo de producirlo usando motosierra con marco. Los cálculos de la depreciación se muestran en el anexo 9.

6.3.7.3. Costos variables en efectivo

Estos costos son los que varían con la producción a los cuales corresponden los gastos realizados por transporte, compra de materiales, insumos y los pagos de impuestos a la COHDEFOR y corporación municipal de La Masica, Atlántida.

Cuadro 17. Costos variables en efectivo (Lempiras) para la producción total y Pt elaborado según grupos y sistemas de aserrió

Sistema	Producción (Pt)	Costos variables en efectivo			Costo V. Efectivo Total	Costo V. Efec./Pt
		Materiales	Legalización	Transporte		
S, viento	4625.30	560.00	1686.53	4395.04	6641.57	1.44
Motosierra	6761.70	2475.64	2433.40	6341.53	11250.57	1.66

Los costos variables que corresponden a los materiales del sistema de sierra de viento son 33% de los que reporta la motosierra con marco. Los costos variables pagados en efectivo por pie tablar del sistema de sierra de viento son

13% menos que los del sistema de motosierra con marco y fueron clasificados en tres grupos (Materiales, legalización y transporte).

Los costos en materiales representan el valor de los insumos que fueron consumidos en el período estudiado, estos costos son mayores en el sistema de motosierra con marco, debido a la compra de insumos de mayor valor, como lubricantes, gasolina y cadenas, mientras que en sierra de viento los insumos son limas, baterías y lápices. Los cálculos de estos costos se presentan en el anexo 10.

Los costos por legalización incluyen los pagos de impuestos por corta y extracción de madera en la COHDEFOR y la corporación municipal de La Masica. En este renglón los costos por unidad de producción son iguales (L. 0.36/Pt) y las diferencias entre sistemas que se presentan en el cuadro anterior son por la cantidad de madera pagada. Los cálculos de estos costos pueden observarse en el anexo 11.

Los costos de transporte fueron iguales para los dos sistemas (L. 0.95/Pt) y consideran el pago de movilización de la madera aserrada desde el bosque hasta el plantel de la empresa compradora, dicho transporte tiene dos etapas: la primera es el traslado desde bosque hasta el patio de acopio, el cual es realizado en hombro de personas contratadas para ese fin; la segunda es el traslado desde el patio de acopio hasta el plantel del comprador en La Ceiba, el cual se realiza en camión de carga. Además en el transporte se incluye la autorización para el traslado de la madera (Factura), extendida por la COHDEFOR. Los sistemas de aserrío reportaron costos de transporte iguales. Para conocer los cálculos de estos costos ver anexo 12.

La producción es el total de madera aserrada en cada sistema. Los costos variables en efectivo totales y por Pt son mayores en el sistema de motosierra con

marco, porque los precios de los materiales y equipo son más altos debido a que tienen mejor nivel tecnológico.

6.3.7.4. Costos variables no en efectivo

Los costos variables no en efectivo considera la mano de obra que aportan los aserradores, debido a que ellos aportan su fuerza de trabajo para la producción de la madera aserrada.

Cuadro 18. Cálculo de la mano de obra en Lempiras por día, período y Pt elaborado según sistemas de aserrió

Sistema	Producción	Personas	Descripción	Días trabajados	Costo/día	Costo del período	Costo/Pt
S. viento	4625.30	4	Aserradores	64	30.00	7680.00	1.66
Motosierra	6761.70	3	Operador y ayudantes	53	30.00	4770.00	0.71

El costo en efectivo por Pt aserrado, en el sistema de motosierra con marco es menor que el de sierra de viento (2.33 veces), debido principalmente a la disminución del número de días trabajados y la cantidad de personas que participan en el proceso.

Cuadro 19. Resumen de costos totales en Lempiras por cada sistema

Sistema	Producción (Pt)	Costos fijos		Costos variables		Costo total	Costo/Pt
		Efectivo	No Efvo.	Efectivo	No Efvo.		
S viento	4625.30	1315.65	523.00	6641.53	7680.00	16160.18	3.49
Motosierra	6761.70	6073.60	2212.25	11250.57	4770.00	24306.42	3.59

Los costos totales del aserrío por Pt con sierra de viento son el 97% de los costos del aserrío cuando se usa motosierra con marco. Esta situación se presenta principalmente porque el uso de motosierra requiere de mayor cantidad de dinero como inversión inicial, para la adquisición del equipo.

6.3.8. Ingresos

En este caso solamente se presentaron ingresos en efectivo debido a que el único ingreso fue por la venta de 11387.00 Pt (4625.30 Pt elaborados con sierra de viento y 6761.70 Pt elaborados con motosierra con marco) de madera aserrada a un precio de L. 4.55/Pt a la industria Reproducciones Victorianas, ubicada en la ciudad de La Ceiba a 50 Kilómetros al Este del bosque. El monto de lo recibido cambió de acuerdo a la producción de madera y no existió ingreso por unidad de tiempo, ni pagos que no fueran en dinero efectivo.

Cuadro 20. Cálculo del ingreso bruto en efectivo (Lempiras) en cada sistema por producción total, Pt y m³ aserrado

Sistema	Maderavendida (PT)	Madera vendida (m ³)	Ingreso Total	Precio/Pt	Ingreso/m ³
S. Viento	4625.30	10.91	21045.12	4.55	1928.97
Motosierra	6761.70	15.95	30765.73	4.55	1928.97

Los ingresos brutos por la venta de madera puesta en el plantel del comprador en La Ceiba, son iguales por Pt o m³ aserrado (Con medidas nominales), debido a que el precio pagado es el mismo, independientemente del

sistema utilizado para su elaboración. Las diferencias en los ingresos totales por sistema se deben a las diferencias en producción.

6.3.9. Indicadores financieros

6.3.9.1. Flujo neto

El flujo neto determinó que al grupo tiene la capacidad de hacer un desembolso de dinero para compra de insumos o cualquier otro gasto incluyendo algún tipo de inversión, ya que, en los dos sistemas de aserrío los valores del flujo neto fueron positivos.

Cuadro 21. Comparación del flujo neto total, persona, día trabajado y Pt elaborado según sistemas de aserrío

Indicador	Sierra de viento (L)	Motosierra (L)	Diferencia (L)
F.N.	13087.82	13441.56	- 353.74
F.N./Pt	2.83	1.99	+ 0.84
F.N./Pt/persona	0.71	0.66	+ 0.05
F.N./día	204.50	253.61	- 49.11
F.N./día/persona	51.12	84.54	- 33.42

El flujo neto es la diferencia entre los ingresos brutos totales y los costos totales en efectivo. En este caso no se incluye la mano de obra que aportan los aserradores, debido a que ellos son dueños de su empresa y no realizan pagos por día de trabajo, sino que sus ingresos son de acuerdo a la producción obtenida.

El flujo neto total no es comparable porque utiliza los ingresos brutos obtenidos de diferentes producciones de madera, que fueron extraídas de cantidades de árboles diferentes en cada sistema.

Cuando el flujo neto se calcula por Pt es L. 0.84 más alto en sierra de viento, debido a los bajos costos de producción en comparación con el sistema de motosierra con marco.

El flujo neto por Pt por día en el sistema de sierra de viento es L. 0.05 más alto que en motosierra con marco.

El flujo neto por día no es comparable porque está influenciado por la producción, proveniente de diferentes cantidad de árboles.

El flujo neto calculado por día y por persona es L. 33.42 más alto en motosierra con marco que en sierra de viento, debido a la mayor productividad.

En cualquiera de los dos sistemas el flujo neto es mayor que el ingreso por un jornal o día de trabajo en la zona ejecutando actividades agrícolas o ganaderas (L. 25.00), lo que indica que el aprovechamiento forestal con motosierra con marco y sierra de viento, es 3.38 veces y 2.04 veces respectivamente, más beneficioso que las otras actividades que se desarrollan en la zona. Los cálculos del flujo neto se encuentran en el anexo 14.

6.3.9.2. Ingreso neto

El ingreso neto es la diferencia entre el flujo neto más los ingresos no en efectivo y costos no en efectivo. Este ingreso neto considera la aportación de mano de obra de los aserradores.

Cuadro 22. Comparación entre sistemas del ingreso neto total e individual por Pt elaborado y día trabajado

Indicador	Sierra de viento (L)	Motosierra (L)	Diferencia (L)
LN.	4884.82	6459.31	- 1574.49
LN./Pt	1.06	0.95	+ 0.11
LN./Pt/persona	0.26	0.32	- 0.06
LN./día	76.32	121.87	- 45.55
LN./día/persona	19.08	40.62	- 21.54

El ingreso neto total del aserrío con sierra de viento es menor que el calculado para aserrío con motosierra con marco, porque los costos de mano de obra son mayores, pero no son comparables porque las producciones que originaron los ingresos y costos son distintas. El ingreso neto por Pt es L. 0.11 mayor en sierra de viento, porque el costo por Pt es menor que en motosierra con marco.

El ingreso neto por Pt por persona en motosierra con marco es L. 0.06 más alto que en sierra de viento, debido a que tiene incluida la mano de obra, la cual es mayor en sierra de viento. El ingreso neto por día no es comparable porque depende de la producción, la cual es diferente para cada sistema.

Cuando el ingreso neto es calculado por día y persona, la motosierra con marco es mejor, reportando una ventaja de L. 21.54, por la productividad y utilización de menos mano de obra.

Según los valores de ingreso neto obtenidos, los dos sistemas son beneficiosos. Para conocer los cálculos del ingreso neto ver anexo 15.

6.3.9.3. Margen bruto

El margen bruto en los dos sistemas es favorable, debido a que tiene valores positivos, lo que significa que el grupo de productores está en capacidad de cubrir sus obligaciones económicas, sin considerar el valor de la inversión inicial y la mano de obra que aportan. Este indicador es importante porque representa la situación cuando no se pagan los costos fijos.

Cuadro 23. Comparación del margen bruto total, por persona, día trabajado y Pt elaborado según sistemas de aserío

Indicador	Sierra de viento		Motosierra		Diferencia	
	(L)	(1)	(L)	(2)	(L)	(1-2)
M.B.	14403.59		19515.16		-	5111.57
M.B./Pt		3.11		2.89	+	0.22
M.B./Pt/persona		0.78		0.96	-	0.18
M.B./día	225.06		368.21		-	143.15
M.B./día/persona		56.26		122.74	-	66.48

El margen bruto total es mayor en el sistema de motosierra con marco, pero no es comparable debido a que el número de árboles fue distinto para cada sistema y también la producción que determinó los ingresos brutos fue diferente.

El margen bruto por Pt elaborado es L. 0.22 más alto cuando se usa sierra de viento porque los costos variables son menores, y no considera la productividad en función del tiempo. El margen bruto por Pt por persona es L. 0.18 más alto en motosierra con marco debido a que la producción por persona es mayor. El margen bruto por día no es comparable porque esta influenciado por la producción que no es igual en los dos sistemas.

Cuando el margen bruto es calculado por persona y por día, el sistema de motosierra con marco, muestra una ventaja de L. 66. 48 sobre el sistema de sierra de viento por la disminución de la mano de obra, mejor productividad y la exclusión de la inversión inicial. Los cálculos del margen bruto se encuentran en el anexo 13.

6 . 3 . 9 . 4 . Punto de equilibrio

El punto de equilibrio, es decir la cantidad de Pt que se necesitan para que los ingresos cubran los costos, fue de 3551.69 Pt para el sistema de sierra de viento y 5342.07 Pt para el sistema de motosierra con marco. A pesar de que es más bajo en sierra de viento, tardará más tiempo en alcanzarlo, por su menor productividad (6.30 Pt/h-h), comparado con la productividad de la motosierra con marco (12.77 Pt/h-h).

Fueron calculados los indicadores financieros de margen bruto, flujo neto, e ingreso neto, a nivel de grupo y persona participante, en forma general, por Pt producido y día trabajado, los cuales determinaron la rentabilidad de cada sistema y ventajas o desventajas comparativas entre ellos.

6.3.10. Efectos en el suelo

Cuadro 24. Efectos en el suelo (m²) por categoría y Pt, según sistemas de aserrió

Sistema	Categorías de efectos							Efecto Promedio por Arb	Efecto/Pt
	Comp	Comp Por Pt	Muy dist.	Mut dist Por Pt	Algo dist	Algo dist	total		
S. Viento	126.4	0.03	104.4	0.02	362.0	0.08	592.8	118.6	0.13
Motosierra	4.0	0.0006	12.0	0.002	192.0	0.028	208.0	29.7	0.03

Comp. = Compactado

Muy dist = Muy disturbado.

Algo dist. = Algo disturbado

Solamente en la categoría sin disturbar, el sistema de motosierra con marco reporta valores más altos que el sistema de sierra de viento, lo que indica que existen menores efectos en el suelo, cuando el aprovechamiento de los árboles se realiza con motosierra con marco, debido a la mayor rapidez en las operaciones menor cantidad de personas participantes y menor tamaño del banco para aserrió.

En la categoría de compactado es mayor en el aserrió con sierra de viento por la forma de aserrar, la cual requiere de caminar halando la sierra por la parte de abajo de la troza, provocando un pisoteo en el suelo. Además debido a la lentitud de este sistema de aserrió las personas permanecen caminando en el sitio más tiempo que cuando se usa motosierra con marco. Otra actividad que provoca compactación, es el embancado de las trozas, por su rodamiento sobre el suelo.

Los árboles más grandes ocasionaron los mayores efectos en el suelo debido a su mayor peso y requerimiento de mano de obra durante más tiempo.

6.3.11. Efectos en la vegetación

6.3.11.1. Claros

En el sistema de sierra de viento por cada pie tablar de madera aserrada se realiza una apertura en el bosque de 0.16 m², mientras que cuando el aprovechamiento es con motosierra con marco ésta apertura corresponde a 0.13 m²/Pt.

Los claros ocasionados en el bosque presentaron diferencias altamente significativas entre las clases diamétricas ($P=0.0085$), debido a que un árbol de diámetro grande su copa y fuerza de caída es mayor, además ocasiona más daños a copas de árboles vecinos. En cualquiera de los dos sistemas de aserrió la apertura de claros no presenta diferencias significativas ($P=0.4619$), es decir que el tamaño del claro no depende del sistema usado, sino del tamaño de los árboles. Para conocer tabla de análisis de varianza ver anexo 16.

Cuadro 25. Tamaño de claro (m²), según clases diamétricas (cm) y sistemas de aserrió

Descripción	Sierra de viento			Motosierra con marco		
	50 - 70	75 - 95	Total	50 - 70	75 - 95	Total
Nº. Árboles	3	2	5	4	3	7
C. Total	275	480	755	320	580	900
C. Promedio	92	240	151	80	193	128
C. Máxima	200	300	300	110	250	250
C. Mínima	25	180	25	60	150	60

6.3.11.2. Palmas eliminadas en el aprovechamiento

Cuadro 26. Cantidad de palmas muertas según clases diamétricas (cm) y sistemas de aserrío

Clase diamétrica	Sierra de viento	motosierra
50 - 70	27	10
75 - 95	15	0
Total	42	10
Prom./Arb./Sist.	8	1
Desv. Estandar	7.6	3.8

Las palmas muertas por el aprovechamiento de los árboles estudiados fueron mayores en el sistema de sierra de viento, debido a la mayor cantidad de área que fue limpiada para realizar el aserrío. las palmas a pesar de que actualmente no tienen importancia económica, son de gran interés ecológico por su aporte al ecosistema de alimentos y refugio para animales.

6.3.11.3. Brinzales eliminados en el aprovechamiento

Cuadro 27. Brinzales eliminados totales, promedio y desviación estándar según valor comercial y sistemas de aserrío

Sistema de aserrío	Comercial actual	Comercial potencial	No comercial	Total	Brinz./Arb.	D.E.
Sierra de viento	1	3	65	69	12	7.9
Motosierra	1	1	37	39	6	3.9
Total	2	4	102	108		

El mayor efecto fue causado por el sistema de aserrío con sierra de viento pero comercialmente no tiene importancia porque los brinzales importantes son

mínimos. Sin embargo ecológicamente puede ser relevante para la conservación del ecosistema y asegurar la regeneración natural del bosque.

6.3.11.4. Latizales eliminados en el aprovechamiento

Los latizales que murieron por la realización de las actividades de aprovechamiento fueron utilizados para construcción de bancos y palancas.

Cuadro 28. Latizales muertos según valor comercial y sistemas de aserrio

Sistema	Arboles aprovechados	N° lca	N° lcp	N° lnc	N° total	Lat./Pt	Lat./Arb	D.E.
S. viento	5	3	1	66	70	0.02	14	11.3
Motosierra	7	4	6	32	42	0.006	6	2.7
Total	12	7	7	98	112			

l = Latizal.

ca = Comercial actual.

cp = Comercial potencial.

nc = No comercial.

El número de latizales muertos es mayor en el sistema de sierra de viento a pesar de que la cantidad de árboles aprovechados es menor. Sin embargo la mayoría de estos latizales no tienen importancia comercial.

En el sistema de sierra de viento, cada árbol aprovechado provocó en promedio la muerte de 14 latizales, mientras el sistema de motosierra con marco eliminó, seis latizales por cada árbol aprovechado.

Cuadro 29. Latizales dañados total, promedio por árbol aprovechado desviación estándar, según valor comercial y sistemas de aserrío

Sistema	Arboles aprov.	N° lcal	N° lcpm	N° lncs	N° lncm	N° lncl	N° total	Lat/Pt	Lat./Arb.	D.E.
S. viento	5	1	1	0	2	2	6	0.001	1	0.4
Motosierra	7	0	0	7	0	0	7	0.001	1	0.6
Total	12	1	1	7	2	2	13			

l = Latizal como primera letra, daño liviano como última letra.

ca = Comercial actual.

cp = Comercial potencial.

m = Daño moderado.

s = Daño severo.

nc = No comercial.

Por cada árbol aprovechado usando cualquiera de los dos sistemas de aserrío, es dañado en alguna magnitud un latizal.

La mayor cantidad de daño se registró en los latizales no comerciales con daño ligero, lo que indica que existe una población vecina de árboles sin valor económico.

6.3.11.5. Árboles y área basal eliminados en el aprovechamiento

Los árboles que murieron cuando se usó sierra de viento, fue debido principalmente a la necesidad de madera para construcción de banco, mientras que en el caso del sistema de motosierra con marco la causa principal fue la caída del árbol aprovechado.

Cuadro 30. Árboles y área basal (m²) eliminados por el aprovechamiento según valor comercial y sistemas de aserrío

Sistema	Arb aprov	Vol aprov (m ³)	aca		acp		anc		N° Total	AB Total	AB/m ³
			N°	AB	N°	AB	N°	AB			
S. viento	5	21.47	6	0.65	10	0.169	54	0.77	70	1.582	0.07
Motosierra	7	29.47	1	0.002	3	0.008	24	0.76	28	0.775	0.03
Total	12	50.94	7	0.65	13	0.177	78	1.53	98	2.357	

aca = Arbol comercial actual

acp = Arbol comercial potencial

anc = Arbol no comercial

Al aprovechar un árbol con el sistema de sierra de viento mueren 14 árboles y una área basal de 0.316 m². También al relacionarse el efecto por volumen de madera en rollo aprovechado, se encontró que, por cada m³ de madera aprovechado se pierden 0.734 m². En el sistema de motosierra con marco un árbol aprovechado causó la muerte de cuatro árboles y una área basal de 0.111 m². También al relacionarse el efecto con el volumen en madera en rollo aprovechado se encontró que, por cada m³ de madera aprovechado se pierden 0.026 m². La razón para que el uso de sierra de viento cause mayor eliminación de árboles, es la necesidad de madera para la construcción de los bancos de aserrío. A pesar de que la mayoría de los árboles muertos no son comerciales, siempre existen pérdidas considerables de árboles de importancia comercial, que representan pérdidas económicas inmediatas. Esto también reduce la diversidad y abundancia de especies en el bosque.

6.3.11.6. Árboles en pie dañados en el aprovechamiento

Cuadro 31. Árboles dañados totales, desviación estándar y promedio por árbol aprovechado según sistemas de aserrío

Sistema	Arb Aprov.	Daño severo	Daño moderado	Daño ligero	Total	A. B (m ²)	Daño/Arb (Arb)	A. B. /Arb.	D. E.
S. viento	5	9	3	10	22	1.869	4	0.37	0.8
Motosierra	7	25	10	11	46	5.856	6	0.84	1.1
Total	12	34	13	21	68	7.725			

La cantidad total de árboles afectados es mayor cuando se usa el sistema de motosierra con marco, ya que se provoca daño a seis árboles en pie ó 0.37 m² de área basal, mientras el sistema de motosierra causa algún tipo de daño a cuatro árboles vecinos ó 0.84 m² de área basal. La razón de esta situación es la orientación de la caída de los árboles, tratando de no afectar especies deseables sin importar mucho la cantidad de individuos no deseables que puedan dañarse.

Un árbol aprovechado con sierra de viento causa algún tipo de daño, a tres árboles vecinos de valor comercial actual. En el caso de usar motosierra con marco, por cada árbol aprovechado es dañado en alguna medida un árbol. (Ver anexo 17).

Dado a que la causa de los daños a la vegetación son provocados por la caída de los árboles, se puede decir que los árboles apeados con motosierra estaban más cerca a vegetación de importancia comercial actual, o los aserradores saben dirigir mejor la caída del árbol cuando usan hacha.

Los daños a árboles de valor comercial potencial fue bajo. Sin embargo el daño fue mayor cuando se usó motosierra con marco, debido a que fueron aprovechados árboles más grandes con ese sistema.

En el sistema de sierra de viento por cada árbol cortado son dañados dos árboles en pie, mientras que en el sistema de motosierra con marco se dañan cuatro árboles. (Ver cálculos en anexo 17).

Los daños no presentan importancia comercial, pero contribuyeron a hacer más grandes las aberturas del dosel y reducir la diversidad de especies aunque podría ser que esto cause un efecto positivo, para la regeneración natural y reducción de competencia a los árboles deseables.

6.3.12. Nivel de aceptación del aserrío con motosierra con marco

6.3.12.1. Agua consumida por los aserradores en el aserrío

El análisis realizado reporta una interacción entre sistemas de aserrío y clases diamétricas ($P=0.0313$). Ver tabla de análisis de varianza en anexo 19.

Cuadro 32. Consumo de agua (Lt) por producción de madera aserrada y hora según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm)

Sistema	Clase	Prod (Pt)	Prod (m ³)	Tiempo Total	Agua total	A/Pt	A/m ³	A/hora
S Viento	50 -70	1961.31	4.63	167.757	87.06	0.04	18.80	0.52
	75 - 95	2663.99	6.28	365.526	158.99	0.06	25.32	0.43
Motosierra	50 - 70	2439.30	5.75	111.717	35.01	0.01	6.09	0.31
	75 - 95	4322.40	10.19	183.525	102.20	0.02	10.03	0.56

Cuadro 33. Consumo de agua (Lt) en el aprovechamiento de los árboles según sistemas de aserrío y clases diamétricas (cm)

Descripción	Sierra de viento			Motosierra con marco		
	50 - 70	75 - 95	Total	50 - 70	75 - 95	Total
N° Árboles	3	2	5	4	3	7
Agua total	87.1	159.0	246.1	35.0	102.2	137.2
A. Promedio	27.0	79.5	49.2	8.8	34.1	19.6
A. Máximo	37.8	87.1	87.1	17.0	42.6	42.6
A. Mínimo	18.9	71.9	18.9	3.8	27.4	3.8

En ambos sistemas de aserrío se encontraron diferencias altamente significativas entre clases diamétricas, ($P=0.0001$ en sierra de viento y $P=0.0035$ en motosierra con marco), siendo mayor el consumo en la clase grande, lo que representa un mayor consumo de agua al aprovechar árboles grandes independientemente del sistema utilizado.

Cuando son comparados los dos sistemas de aserrío en la clase pequeña, las diferencias son significativas ($P=0.0113$), lo que significa que se consume más agua con el sistema de sierra de viento para procesar un árbol de la clase pequeña. Las diferencias alcanzan un nivel de altamente significativas ($P=0.0003$), cuando los árboles son de la clase grande, siempre con mayor consumo de agua cuando se usa sierra de viento.

La motosierra por ser una máquina requiere de menor esfuerzo físico para su manejo, contrario a las herramientas usadas en el sistema de sierra de viento que son de tipo manual, movidas por la fuerza humana que demandan más esfuerzo en las actividades, lo cual requiere mayor consumo de agua por las personas participantes.

6 . 3 . 12 . 2 . Encuestas a los conocedores de los sistemas de aserrío

Fueron encuestados los tres participantes directos en el trabajo de aprovechamiento con los dos sistemas. También fueron entrevistados siete técnicos forestales, de los cuales tres trabajan en COHDEFOR, uno en CATIE/OLAFO en Honduras y tres en COSPE. Estos técnicos observaron el trabajo en el bosque en compañía de campesinos miembros de grupos agroforestales de la zona, para conocer el sistema de aserrío con motosierra con marco.

Los participantes directos manifestaron completa aceptación del sistema de aserrío usando motosierra con marco, porque se sienten satisfechos con la mejoría de sus ingresos económicos que reporta y el poco esfuerzo físico usado en las actividades.

Los técnicos también aceptaron el sistema de motosierra con marco, ya que la mayoría , manifestó los mismos opiniones que los participantes directos.

6 . 4 . Discusión general

Las actividades antes del aserrío propiamente dicho, resultan más dificultosas en el sistema de sierra de viento, debido a la utilización de herramientas rudimentarias (Hacha y cortador).

La altura del tocón y longitud del bote son mayores en el sistema de sierra de viento, lo que representa perdidas de volumen comercial, que disminuyen los ingresos para los aserradores y provoca mayor cantidad de desperdicios en el bosque.

El tiempo utilizado es mayor en el sistema de sierra de viento, por el uso de herramientas manuales que demandan gran cantidad de esfuerzo físico para su

operación, mientras que el sistema de motosierra con marco es mecanizado, con mayor rapidez, pero requiere cierto grado de especialización para la operación del equipo y herramientas, desplaza mano de obra y exige mayor inversión inicial, la cual es escasa en las comunidades rurales. El tiempo tiene repercusiones económicas porque influye directamente en la productividad, la cual determina el ingreso por unidad de tiempo. Además es importante tomando en cuenta que existen otras actividades como el cultivo de maíz y frijol, que las personas acostumbran realizar, por lo tanto dependiendo del sistema de aserrió que se utilice, el calendario agrícola debe modificarse distribuyendo mejor el tiempo en las actividades para obtener mayores beneficios, optimizando el uso de los recursos.

El rendimiento obtenido no mostró diferencias significativas entre los dos sistemas porque a pesar de que, la sierra de viento desperdicia menor volumen de madera por anchos de cortes, esta aprovecha menor cantidad de volumen en piezas de dimensiones pequeñas, por la dificultad de ejecutar el aserrió. Es importante considerar el valor absoluto de la pequeña diferencia encontrada en el rendimiento (225.8 Pt/m^3 para motosierra con marco y 211.5 Pt/m^3 para sierra de viento), ya que, actualmente el pago que los aserradores realizan al estado es basado en un rendimiento de 180 Pt/m^3 , lo cual indica que por mínima que sea la diferencia afecta la economía de ellos.

La productividad fue 2.02 veces mayor en el aserrió con motosierra con marco, debido a que las herramientas mecanizadas necesitan de menor cantidad de mano de obra, y consumen menos tiempo. También se registró un aumento progresivo de la productividad con motosierra a medida que los aserradores fueron tomando experiencia en el trabajo, ya que iniciaron solamente con una pequeña práctica realizada antes del aserrió del primer árbol. Este aspecto es la principal ventaja del sistema de motosierra con marco, debido a que representa los ingresos

que obtienen los aserradores por unidad de tiempo. Considerando que el bosque tiene una capacidad productiva de 885.45 m³/año, y asumiendo que se trabajan seis horas diarias durante 220 días por año, cuando se usa motosierra con marco se pueden emplear once personas, las cuales aprovecharían 185275.2 Pt/año (820.5 m³ en rollo calculado usando rendimiento obtenido) , que representaría un ingreso bruto de L. 843002.16 (L. 76636.60/persona/año), lo que ocasiona una participación total de la Sociedad Colectiva Varela y Asociados. Mientras en el sistema de sierra de viento pueden emplearse 22 personas que aprovecharían 183242.4 Pt/año (876.0 m³ en rollo calculado con rendimiento obtenido), para ocasionar un ingreso bruto de L. 833752.92 (L.37897.86/persona/año), en este caso la sociedad colectiva no podría utilizar todo el volumen debido a que sus socios solamente son 10 personas. Sin embargo en otras sociedades podría ser ejecutable.

La productividad también tiene efectos silviculturales en el bosque porque al realizar los aprovechamientos de acuerdo a los planes de manejo, se superaría el 32% que actualmente se aprovecha y se puede realizar una mejor ordenación forestal.

La utilización en trozas es mayor cuando se usa motosierra con marco debido a que se puede convertir en trozas aserrables fustes que por sus características físicas o ubicación en el terreno es difícil o no es rentable aprovecharlas con sierra de viento, según el criterio de los aserradores, esto significa una pérdida de volumen y dinero, además de aumentar la cantidad de desperdicios en el bosque. El valor obtenido (133.99%) representa que se aprovecha un 33% más del volumen bruto comercial potencial calculado en los inventarios.

La utilización en madera aserrada muestra que la motosierra con marco utiliza un 90.49% del volumen bruto comercial potencial, debido a que en este sistema se pueden aserrar trozas o piezas pequeñas con defectos físicos, que es difícil y antieconómico aserrarlas con sierra de viento.

Los indicadores económicos cuando son calculados en retribución a la producción, el sistema de sierra de viento ofrece mejores ventajas, debido a los bajos costos de producción, pero cuando son calculados por la retribución a la mano de obra el sistema de motosierra con marco se impone, ya que al ocupar menos mano de obra el ingreso es mayor por cada persona, es decir que por unidad de tiempo ocasiona mayores ingresos, pero a menor cantidad de personas en una misma cantidad de volumen.

Fueron afectados un promedio de 118.6 m² de suelo por cada árbol aprovechado con el sistema de sierra de viento y 29.7 m² con el sistema de motosierra con marco.

Los claros no presentan grandes diferencias entre los sistemas, ya que no influye significativamente el sistema de aserrío en la apertura del dosel, porque esta es más influenciado por el tamaño de los árboles y las técnicas para la tala, que en este caso fueron similares.

Los daños a la vegetación fueron mayores en sierra de viento, por la necesidad de madera para la construcción de estructuras para realizar el aserrío por lo tanto, se cortaron árboles jóvenes, que tienen un valor ecológico importante en el bosque y potencialmente tienen valor económico, mientras que el sistema de motosierra con marco los requerimientos de madera son menores.

El agua consumida por los aserradores fue mayor en sierra de viento por el cansancio que provoca el uso de las herramientas, esto provoca un mayor costo por adquisición de recipientes para el transporte del agua al sitio de trabajo, en

cambio, en el sistema de motosierra con marco el consumo de agua es mínimo porque las herramientas ocasionan mínimo cansancio a las personas.

Las persona participantes y las que observaron el uso del sistema de motosierra con marco manifestaron su aceptación principalmente por el poco esfuerzo físico requerido, aumento del ingresos por persona y producción de mayor calidad y cantidad de madera aserrada.

Por el tamaño de la espada y la potencia del motor, la motosierra usada (Stihl 051) no es la adecuada para realizar aserrío. Sin embargo los resultados fueron favorables. Para aserrar la motosierra debe ser la Stihl 070 y 090 u otra marca que sea de tamaño equivalente. También el marco debe ajustarse a esos tamaños.

El sistema de aserrío más favorable depende de cual recurso es más importante o limitante. Por ejemplo, cuando el tiempo es un recurso limitado la motosierra con marco es favorable, pero si la limitante es madera para aserrío, la sierra de viento es preferible.

7. CONCLUSIONES

El Rendimiento estadísticamente no presenta diferencias significativas.

La productividad y utilización calculadas en los sistemas de aserrío muestran mejores resultados cuando se usa motosierra con marco.

Los indicadores financieros cuando se relacionan con la producción es decir por \cdot Pt producido, favorece el uso de sierra de viento, mientras que cuando se calculan por unidad de tiempo (Días) la motosierra con marco es mejor.

Los impactos negativos en el bosque por árbol aprovechado, son mayores en el sistema de sierra de viento, porque elimina más vegetación por las operaciones, mientras que el sistema de motosierra con marco daña mayor vegetación pero la eliminación es menor.

Las trozas muy grandes son más difíciles de aserrar con sierra de viento mientras que cuando se asierran usando motosierra con marco, la productividad es mayor.

Se determinó aceptación del sistema de motosierra con marco por parte de los conocedores de los sistemas, considerando las bondades en cuanto a disminución de esfuerzo físico y productividad.

8. RECOMENDACIONES

Implementar el sistema de aserrío con motosierra con marco inicialmente en los grupos organizados y posteriormente extenderlo a todos los sectores, para evidenciar la rentabilidad de las actividades forestales y crear condiciones favorables para la formación de una cultura forestal en los pobladores rurales.

La COHDEFOR debe vender la madera en Pt aserrados o en m^3 en rollo, ya que la conversión favorece la ineficiencia. Sin embargo si esto no es posible en el corto plazo, debe revisarse el factor de conversión de madera en rollo a madera aserrada usado actualmente ($180 \text{ Pt}/m^3$), considerando el obtenido en esta investigación que fue de, $211 \text{ Pt}/m^3$ para el aserrío con sierra de viento y $227 \text{ Pt}/m^3$ para aserrío con motosierra con marco, debido a que actualmente está sobrevalorado el precio del volumen en rollo, que se utiliza para elaborar madera aserrada.

Capacitar a los aserradores en técnicas de tala dirigida, usando motosierra para evitar mayores daños a la vegetación remanente.

Realizar investigaciones similares con otras especies de arboles preferiblemente que tengan características fenotípicas diferentes como, gambas o muchas ramas comerciales

Realizar estudios sobre la capacidad del bosque para soportar un aprovechamiento intensivo, basado en el punto máximo biológico y económico en el cual debe cortarse para evitar pérdidas por disminución o estancamiento del incremento medio anual.

9 . BIBLIOGRAFIA

- BAGACHWA, M. 1991. Choice of technology in industry. The economics of grain milling in Tanzania. Ottawa, Canada.
- BLANCO, J. 1993. La motosierra, tecnología de punta. Not. Forestal. n° 36
Noviembre de 1993, Buenos Aires, Argentina.
- CACERES, K. 1992. Plan de manejo forestal bosque comunal del AMI Río Cuero quinquenio 1993 - 1997. COHDEFOR, La Ceiba, Honduras.
- CAMPOS, R. 1983. Estructura de los costos de extracción y transporte de la madera rolliza en la selva baja. Proyecto PNDU/PER/81/002 (Perú)
Documento de Trabajo N°6. 71p.
- CARRERA, F. 1993. Rendimientos y costos de las operaciones iniciales de manejo en un bosque primario de la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. , CATIE. 91 p.
- CARRERA, F. 1994. Curso taller. Desarrollo de planes de manejo en bosques húmedos latifoliados de Nicaragua. Tema: Aprovechamiento forestal mejorado. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- CASTAÑEDA, A. ; CARRERA, F. ; FLORES, J. 1995. Extracción con bueyes y Aserrió con motosierra de marco: una alternativa para el manejo forestal comunitario. CATIE / USAID. Septiembre 1995. Managua, Nicaragua.

- CORDERO, W. 1989. Aprovechamiento forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Serie de Apoyo Académico n°8. 101p.
- CORDERO, W. ; MEZA, A. 1992a. Algunas notas sobre prácticas de aprovechamiento forestal mejorado. In. Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. (2, 1992. Turrialba C. R.) Turrialba, C. R. , CATIE. 52 p.
- DYKSTRA, D. P. Y HEINRICH, R. 1992. Sostenimiento de los bosques tropicales mediante sistemas de explotación ecológicamente adecuados. *Unasyva*. (Italia).169 (43): 9-15.
- FAO. 1984. Conservación y desarrollo de los recursos forestales tropicales. FAO. Montes N° 37. 134 p.
- FONSECA, O. 1995. Motosierra con marco. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- FRYKMAN, B. 1982. Aspects of ergonomics and safety to be considered in choice of technology. *Appropriate technology in forestry*. FAO, Forestry paper 31. Roma, Italia.
- GODOY, R. 1993. Beyond chayanov: Investment decisions in the rural third world - the viewpoint of farmers, bankers, and the central government. *Human Organization*, Vol 52. N° 1:25-31.

- GONZALEZ, I. 1992. El cambio tecnológico en el desarrollo rural. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- GREGERSEN, H. ; CONTRERAS, A. 1980. Análisis económico de proyectos forestales. FAO, montes n° 17. Roma, Italia. 1980.
- GUTIÉRREZ, E. et. al. 1988. Aprovechamiento forestal y empresas campesinas. Revista Forestal Venezolana. Facultad de ciencias forestales. universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. N° 32: 105-119.
- HUGES - HALLET, P. 1985. Factores sociales en el manejo de cuencas, modo de lograr la participación de la población rural. Tercer Seminario Nacional de Cuencas Hidrográficas. La Ceiba, Honduras.
- HUTCHINSON, I. 1992a. Técnicas silviculturales en bosques tropicales latifoliados. V Curso Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 50 p.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1986. Small farm equipment for developing countries. Manila, Philippines.
- INSTITUTO FORESTAL CHILE. 1991. Control de calidad en el aserradero: generalidades y aplicaciones. Informe tecnico N° 124. Santiago, Chile.

- IMBACH, A. ; GODOY, J. C. 1992. Las zonas de amortiguamiento en el trópico americano. Propuesta para incrementar la influencia de las áreas protegidas. PARQUES (EE. UU.) 1:26-30.
- JIMENEZ, F. 1992. La industria de la madera y la tecnología como factor estratégico. Tecnología en marcha. San Jose, Costa Rica. N° especial(11): 39-44.
- JIMÉNEZ, S. 1993. Aprovechamiento forestal. In: VI Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. CATIE. 1. 3-7. 4. 1993. 17 p.
- KIERMAN, M. et. al. 1992. La ordenación de los bosques naturales en América Latina: enseñanzas y ejemplos. Unasyva. (Italia). 169(43): 16-23.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los tropicos. GTZ. Eschborn, Alemania.
- LOBO, I. 1995. Análisis económico financiero del grupo de aserrío Piedras Amarillas. Tesis Lic. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico. UNAH. La Ceiba, Honduras. (Sin Publicar).
- MCNEELY, J. A. 1994. Areas protegidas para el siglo XXI. trabajando para proporcionar beneficios a la comunidad. Unasyva. (Italia). 176(45): 3-7.
- MAINI, J. S. 1992 . Desarrollo sostenido de los bosques. Unasyva (Italia). 169(43) : 3-8.

MENDIETA, M. 1993. Manejo sustentable del bosque latifoliado húmedo tropical en Honduras: Experiencias de la región forestal Atlántida. Revista Forestal Centroamericana. N° 6. Año 2: 28-37

NOT. FORESTAL. 1993. La motosierra en el aprovechamiento forestal (5° parte). n° 31, Mayo 1993. Buenos Aires, Argentina.

QUIROS, R. 1990. Optimización del proceso de Aserrió en madera de cortas dimensiones en el pacifico seco, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. CATIE. 128 p.

QUIROS, D. 1995. Utilización de motosierra con marco: determinación de costos rendimientos y utilidades en la Tirimbina, Costa Rica. CATIE, Turrialba. Costa Rica.

RAMIREZ, E. 1992. Criterios para una tecnología apropiada. Tecnología en marcha. San Jose, Costa Rica. 4(11): 102-107.

REICHE, C. 1992. Aspectos económicos del manejo forestal. In: v Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales (5. 1992, Turrialba, C. R.), CATIE, 18 p.

RODRIGUEZ, G. 1992. Diagnostico socioambiental y estrategia de manejo para la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Pico Bonito, La Ceiba Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 168 p.

- SANCHEZ, C. Y DEL GATTO, F. 1996. COATLAHL: Manejando el bosque latifoliado bajo la perspectiva de foresteria comunitaria. Atlantida, Honduras. Revista Forestal Centroamericana. N° 14. Año 4.
- SCHMIDT, R. 1986. Problemas actuales sobre el manejo del bosque húmedo tropical. In: Seminario Internacional sobre Manejo de Bosque Tropical Húmedo en la Región de Centro América. SEMBOTH (1., 1986 Siguatopeque, Hond.). Hond. , ESNACIFOR, Siguatopeque. p. 1-29.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS: SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE FAUNA. 1982. Abastecimiento de torcería y lañas en la unidad industrial de explotación forestal Atenquique Jal. (Informe). Boletín divulgativo n°57. Junio, 1982, México, D. F.
- SEGERSTROM, G. 1982. General introduction to appropriate technology in forestry. Appropriate technology in forestry. FAO, Forestry paper 31. Roma. Italia.
- VEDOVA Y OBANDO. 1996. Aserraderos portatiles: Un magnifico negocio en cualquier lugar. San Jose, Costa Rica.
- ZEPEDA, L. 1992. Aserrio manual. COHDEFOR, Fortalecimiento Social Forestal serie manuales técnicos n° 3. Septiembre de 1992. Tegucigalpa, Honduras.

10 . ANEXOS

Anexo 1. Tiempo efectivo en cada sistema de aserrio y análisis de varianza

Tiempo utilizado en el sistema de aserrio con sierra de viento

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	TIEMPO EFECTIVO (h)	TIEMPO EFECTIVO (h)
1	50 - 70	55.849	
2	50 - 70	20.571	
3	50 - 70	67.387	
4	75 - 95		101.090
5	75 - 95		122.466
TOTAL		143.807	223.556

Tiempo utilizado en el aserrio con motosierra con marco

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	TIEMPO EFECTIVO(h)	TIEMPO EFECTIVO (h)
1	50 - 70	24.611	
2	50 - 70	29.741	
3	50 - 70	10.133	
4	50 - 70	9.492	
5	75 - 95		39.182
6	75 - 95		41.369
7	75 - 95		26.624
TOTAL		73.977	107.175

Análisis de varianza

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F.
Clase diametrica	1	4639.69	4639.69	19.96	0.0021
Sistema de aserrio	1	7855.76	7855.76	33.79	0.0004
Clase x Sistema	1	1533.61	1533.61	6.60	0.0332
Error	8	1859.76	232.47		
Total	11	13866.45			

Anexo 2. Tiempo por actividad en los sistemas de aserrío

Tiempo efectivo en horas para la realización de actividades por cada árbol aprovechado usando sierra de viento

ACTIVIDAD	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3	Arbol 4	Arbol 5	TOTAL
Decision de calda	0 017	0 033	0 031	0 025	0 294	0 40
Preparacion para derivio	0 025	0 031	0 267	0 038	0 412	0 773
Derivio	0 335	0 733	1 317	2 316	1 838	6 539
Descanso	3 335	0 375	1 743	5 904	7 066	18 424
Construccion de banco	5 696	1 958	7 100	9 688	11 354	35 996
Troceo	1 740	0 586	2 911	5 037	5 290	15 564
Cambio de corte	0 698	0 193	0 941	1 377	1 157	4 366
Aserrío	17 099	5 550	18 040	25 791	26 833	94 313
Acuffar	1 186	0 654	2 152	6 029	7 354	17 404
Embanicar, marcar, plomear troza	3 734	2 964	7 911	7 076	12 942	34 626
Mover viga	1 070	0 362	1 755	3 040	2 958	9 186
Soltar troza	0 083	0 078	0 381	0 362	0 125	1 029
Amarrar troza	0 111	0 008	0 285	0 638	0 254	1 297
Colocar, medir, marcar, plomear piezas	2 312	0 292	5 701	16 771	15 323	40 397
Colocar, medir, marcar piezas	2 723	0 904	4 765	2 341	3 244	13 977
Preparacion para troceo	2 506	0 622	2 641	0 173	4 938	10 881
Cambio de corte y plomo	0 836	0 222	0 638	2 394	2 841	6 932
Cambio de plomo	0 012	0 030	0 439	0 104	1 504	2 088
Colocarse	0 154	0 091	0 169	0 371	0 269	1 054
Socar maneral	0 173	0 002	0 124	1 320	2 213	3 831
Mover piezas	0 662	0 079	0 849	2 493	2 986	7 069
Bajar piezas	0 296	0 168	0 249	0 385	0 406	1 504
Amarrar piezas	0 561	0 052	0 253	0 626	0 157	1 650
Soltar piezas	0 386	0 015	0 131	0 293	0 092	0 917
camblar dientes	0 443	0 119	0 660	0 229	0 424	1 875
Aflar	8 458	4 126	5 933	4 742	10 444	33 704
Destrabar cortador	0 000	0 322	0 000	0 528	0 083	0 933
TOTAL	55 849	20 571	67 387	101 090	122 465	357 364

Tiempo efectivo en horas por actividad para el aprovechamiento de cada árbol usando motosierra con marco

ACTIVIDAD	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3	Arbol 4	Arbol 5	Arbol 6	Arbol 7
Derrivo	0 159	0 169	0 070	0 043	0 114	0 399	0 099
Troceo	0 270	0 422	0 145	0 118	0 719	0 905	0 669
Aserrio	8 040	10 279	3 593	3 119	13 902	12 324	9 137
Afilado	3 500	2 838	1 191	1 791	6 087	7 668	4 320
Calibrar marco	0 820	1 762	0 640	0 403	2 028	1 900	1 177
Preparar motor	0 500	0 945	0 250	0 254	0 925	1 507	0 909
Preparacion para derrivo	0 054	0 038	0 033	0 025	0 008	0 045	0 031
Preparacion para troceo	0 112	0 908	0 283	0 150	0 371	2 156	1 410
Construir banco	1 221	2 997	1 197	0 519	3 179	2 221	0 814
Embanear troza	1 649	1 455	0 419	0 472	1 685	1 618	1 997
Montar marco	1 467	1 395	0 307	0 287	2 687	2 358	1 469
Cargar comb y lub	0 494	0 732	0 239	0 339	0 951	0 967	0 731
Colocar piezas	0 705	0 946	0 560	0 516	2 993	2 138	1 786
Desmontar marco	0 945	0 544	0 263	0 347	1 460	1 740	0 876
Mantenimiento	0 577	0 915	0 043	0 055	0 055	0 057	0 256
Colocar codal	2 212	1 955	0 567	0 604	1 143	1 833	0 700
Decision de caída	0 033	0 017	0 022	0 058	0 035	0 042	0 048
Cambiar cadena	1 508	1 033	0 225	0 113	0 655	1 449	0 045
Preparacion para aserrio	0 091	0 091	0 012	0 021	0 072	0 022	0 046
Acuñar	0 142	0 115	0 052	0 049	0 093	0 130	0 053
Total	24 611	29 741	10 133	9 492	39 163	41 369	26 624

Anexo 3. Producción de madera aserrada según tamaño de piezas

Madera aserrada con motosierra con marco

Dimensiones	# de piezas	volumen (pt)	Dimensiones	# de piezas	volumen (pt)
1" x 8" x 8'	2	10.66	3 x 5 x 5	2	15
1" x 6" x 8'	3	12	3 x 5 x 5	1	3.75
1 x 4 x 8	1	2.67	3 x 9 x 4	2	18
2 x 3 x 8	3	12	3 x 7 x 4	2	14
2 x 4 x 8	17	90.59	3 x 5 x 3	1	3.75
2 x 5 x 8	15	100.01	3 x 5 x 2	1	2.5
2 x 6 x 8	11	68	4 x 4 x 8	11	117.34
2 x 7 x 8	4	37.33	4 x 5 x 8	11	146.67
2 x 8 x 8	3	32.01	4 x 6 x 8	57	912
2 x 9 x 8	5	60	4 x 7 x 8	19	354.66
2 x 10 x 8	1	13.33	4 x 8 x 8	23	576
2 x 12 x 8	1	16	4 x 9 x 8	6	144
2 x 10 x 9	1	15	4 x 10 x 8	3	80
2 x 7 x 9	1	10.5	4 x 7 x 9	1	21
2 x 6 x 7	1	9.33	4 x 6 x 9	1	18
2 x 8 x 6	1	8	4 x 7 x 6	2	28
2 x 7 x 6	1	7	4 x 7 x 5	1	11.67
2 x 4 x 6	1	4	5 x 5 x 8	18	300.01
2 x 8 x 5	2	13.34	5 x 6 x 8	50	1000
2 x 7 x 5	1	5.83	5 x 7 x 8	16	373.34
2 x 9 x 5	1	7.5	5 x 8 x 8	7	186.66
2 x 7 x 4	1	4.67	5 x 6 x 9	1	22.5
2 x 5 x 4	2	6.67	5 x 7 x 9	1	26.25
2 x 4 x 4	1	2.67	5 x 6 x 7	4	70
2 x 6 x 4	4	16	5 x 6 x 4	2	20
2 x 4 x 3	1	2	5 x 9 x 4	2	30
2 x 8 x 3	1	4	6 x 6 x 8	23	552
2 x 5 x 3	1	2.5	6 x 7 x 8	4	112
2 x 4 x 2	1	1.33	6 x 8 x 8	1	32
2 x 7 x 2	1	2.33	6 x 6 x 7	2	42
3 x 4 x 8	1	8	6 x 7 x 7	1	24.54
3 x 5 x 8	5	50	6 x 7 x 6	1	21
3 x 6 x 8	13	156	6 x 6 x 5	1	15
3 x 7 x 8	8	112	6 x 6 x 3	1	9
3 x 8 x 8	7	112	6 x 6 x 1	1	3
3 x 9 x 8	9	162	7 x 11 x 8	1	51.33
3 x 10 x 8	4	60	Total		6761.74
3 x 11 x 8	3	66			
3 x 10 x 9	1	22.5			
3 x 8 x 9	2	36			

Madera aserrada con sierra de viento

Dimensiones	# Piezas	Volumen (Pt)
2 x 4 x 8	7	37.33
2 x 5 x 8	7	46.67
2 x 6 x 8	2	16
2 x 7 x 8	1	9.33
2 x 5 x 6	1	5
3 x 3 x 8	1	6
3 x 4 x 8	5	40
3 x 5 x 8	5	50
3 x 6 x 8	9	108
3 x 7 x 8	4	56
3 x 8 x 8	7	112
4 x 4 x 8	2	21.33
4 x 5 x 8	9	120
4 x 6 x 8	31	496
4 x 7 x 8	10	166.67
4 x 8 x 8	6	128
4 x 9 x 8	2	46
4 x 6 x 6	1	14
4 x 5 x 6	2	20
5 x 5 x 8	20	333.34
5 x 6 x 8	106	2120
5 x 7 x 8	11	256.67
5 x 8 x 8	4	106.67
5 x 5 x 6	2	25
6 x 4 x 6	1	8.33
6 x 6 x 8	10	240
6 x 6 x 5	1	15
Total		4625.34

Anexo 4. Producción de madera aserrada y análisis de varianza

Producción en el sistema de sierra de viento

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	PRODUCCION (Pt)	PRODUCCION (Pt)
1.	50 - 70	662.99	
2	50 - 70	252.67	
3	50 - 70	1045.65	
4	75 - 95		1294.98
5	75 - 95		1369.01
TOTAL		1961.31	2663.99

Producción en el sistema de motosierra con marco

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	PRODUCCION (Pt)	PRODUCCION (Pt)
1	50 - 70	629.32	
2	50 - 70	1023.64	
3	50 - 70	390.85	
4	50 - 70	395.49	
5	75 - 95		1412.58
6	75 - 95		1549.43
7	75 - 95		1360.39
TOTAL		2439.30	4322.40

Análisis de varianza

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F.
Clase diametrica	1	1607777.39	1607777.39	21.37	0.0017
Sistema de aserrío	1	2969.52	2969.52	0.04	0.8475
Clase x Sistema	1	16470.04	16470.04	0.22	0.6523
Error	8	601851.44	75231.43		
Total	11	2342464.40			

Anexo 5. Rendimientos del aserrío y análisis de varianza

Rendimiento en el sistema de sierra de viento

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	RENDIMIENTO (Pt/m ³)	RENDIMIENTO (Pt/m ³)
1	50 - 70	237.263	
2	50 - 70	173.510	
3	50 - 70	226.772	
4	75 - 95		216.786
5	75 - 95		203.101
PROMEDIO		212.515	209.943

Rendimiento en el sistema de motosierra con marco

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	RENDIMIENTO (Pt/m ³)	RENDIMIENTO (Pt/m ³)
1	50 - 70	213.239	
2	50 - 70	223.098	
3	50 - 70	200.248	
4	50 - 70	224.944	
5	75 - 95		245.865
6	75 - 95		228.802
7	75 - 95		244.281
PROMEDIO		215.382	239.649

Análisis de varianza

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F.
Clase diametrica	1	332.26	332.26	0.89	0.3736
Sistema de aserrío	1	748.94	748.94	2.00	0.1948
Clase x Sistema	1	508.45	508.45	1.36	0.2773
Error	8	2993.10	374.14		
Total	11	4606.67			

Anexo 6. Productividad y análisis de varianza

Productividad en el sistema de sierra de viento

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	PRODUCTIVIDAD (Pt/h-h)	PRODUCTIVIDAD (Pt/h-h)
1	50 - 70	5.936	
2	50 - 70	6.141	
3	50 - 70	7.759	
4	75 - 95		6.405
5	75 - 95		5.589
PROMEDIO		6.612	5.997

Productividad en aserrio con motosierra con marco

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	PRODUCTIVIDAD (Pt/h-h)	PRODUCTIVIDAD (Pt/h-h)
1	50 - 70	8.524	
2	50 - 70	11.423	
3	50 - 70	12.858	
4	50 - 70	13.889	
5	75 - 95		12.017
6	75 - 95		12.485
7	75 - 95		17.032
PROMEDIO		11.673	13.845

Análisis de varianza

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F.
Clase diamétrica	1	1.68	1.68	0.40	0.5465
Sistema de aserrio	1	117.86	117.86	27.78	0.0008
Clase x Sistema	1	5.43	5.43	1.28	0.2907
Error	8	33.94	4.24		
Total	11	156.14			

Anexo 7. Utilización en volumen bruto comercial actual y análisis de varianza
Utilización en volumen comercial bruto actual del volumen comercial bruto
potencial usando sierra de viento

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	UTILIZACION (%)	UTILIZACION (%)
1	50 - 70	77.085	
2	50 - 70	81.813	
3	50 - 70	95.492	
4	75 - 95		92.173
5	75 - 95		95.572
PROMEDIO		84.797	93.872

Utilización en motosierra con marco

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	UTILIZACION (%)	UTILIZACION (%)
1	50 - 70	99.483	
2	50 - 70	113.467	
3	50 - 70	86.347	
4	50 - 70	92.900	
5	75 - 95		200.000
6	75 - 95		197.492
7	75 - 95		100.301
PROMEDIO		98.049	165.93

Análisis de varianza

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F.
Clase diametrica	1	4180.57	4180.57	4.74	0.0611
Sistema de aserrio	1	5137.40	5137.40	5.82	0.0423
Clase x Sistema	1	2441.04	2441.04	2.77	0.1348
Error	8	7055.85	881.98		
Total	11	19425.53			

Anexo 8. Utilización en volumen neto y análisis de varianza

Utilización en volumen comercial neto (madera aserrada) del volumen comercial bruto potencial usando sierra de viento

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	UTILIZACION (%)	UTILIZACION (%)
1	50 - 70	54.72	
2	50 - 70	37.11	
3	50 - 70	59.14	
4	75 - 95		59.15
5	75 - 95		59.46
PROMEDIO		50.32	59.31

Utilización en volumen comercial neto (madera aserrada) del volumen comercial bruto potencial usando motosierra con marco

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	UTILIZACION (%)	UTILIZACION (%)
1	50 -70	64.73	
2	50 -70	77.59	
3	50 -70	52.95	
4	50 -70	61.71	
5	75 - 95		153.40
6	75 - 95		124.28
7	75 - 95		72.58
PROMEDIO		64.25	116.75

Análisis de varianza

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F.
Clase diametrica	1	2668.95	2668.95	5.43	0.0482
Sistema de aserrío	1	3595.54	3595.54	7.31	0.0269
Clase x Sistema	1	1337.34	1337.34	2.72	0.1378
Error	8	3934.94	491.87		
Total	11	11902.35			

Anexo 9. Cálculo de la depreciación

Cálculo de la depreciación en Lempiras del equipo y materiales en el sistema de sierra de viento

Descripcion	Cantidad	Unid. Medida	costo unitario	costo total	Vida útil (Años)	Dep/año	Dep/mes	Dep/periodo
Sierra de viento	2	c/u	700.00	1400.00	2	700.00	58.33	291.67
Cortador	1	c/u	500.00	500.00	4	125.00	10.42	52.08
Hacha	1	c/u	90.00	90.00	5	18.00	1.50	7.50
Ropos	2	c/u	150.00	300.00	3	100.00	8.33	41.67
Lazos	8	c/u	5.00	40.00	1	40.00	3.33	16.67
Cambiador	1	c/u	30.00	30.00	5	6.00	0.50	2.50
Cañamo	3	m	1.40	4.20	1	4.20	0.35	1.75
Recipiente	4	c/u	5.00	20.00	1	20.00	1.67	8.33
Cinta metrica	2	c/u	15.00	30.00	1	30.00	2.50	12.50
Plomada	2	c/u	30.00	60.00	5	12.00	1.00	5.00
Machetes	4	c/u	30.00	120.00	0.6	200.00	16.67	83.33
TOTAL				2594.20		1255.20	104.60	523.00

Cálculo de la depreciación en Lempiras del equipo y materiales en el sistema de motosierra con marco

Descripcion	Cantidad	Unid. Medida	Precio unitario	Total	Vida útil (Años)	Dep/año	Dep/mes	Dep/periodo
Motosierra Stihl 051	1	c/u	9000.00	9000.00	2.0	4500.00	375.00	1875.00
Marco	1	c/u	2400.00	2400.00	4.0	600.00	50.00	250.00
Codal	1	c/u	60.00	60.00	2.0	30.00	2.50	12.50
Escuadra	1	c/u	90.00	90.00	5.0	18.00	1.50	7.50
Llaves mecanicas	2	c/u	34.80	69.50	5.0	13.90	1.16	5.79
Cinta metrica	1	c/u	15.00	15.00	3.0	5.00	0.42	2.08
Ropo	2	c/u	150.00	300.00	3.0	100.00	8.33	41.67
Lazo	2	c/u	5.00	10.00	1.0	10.00	0.83	4.17
Recipiente	1	c/u	5.00	5.00	2.0	2.50	0.21	1.04
Machete	1	c/u	30.00	30.00	1.0	30.00	2.50	12.50
TOTAL				11979.50		5309.40	442.45	2212.25

Anexo 10. Cálculo del costos de materiales de los dos sistemas de aserrio

Cálculo de los costos (Lempiras) de materiales en el sistema de sierra de viento

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Lima plana	c/u	16	14.00	224.00
Lápiz	c/u	2	2.00	4.00
Batería(Tinaco)	c/u	8	4.00	332.00
TOTAL				560.00

Cálculo de los costos (Lempiras) de materiales en el sistema de motosierra con marco

Descripcion	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Cadena	c/u	2	275.00	550.00
Lima plana	c/u	2	13.00	26.00
Lima cilíndrica	c/u	4	18.00	72.00
Lápiz	c/u	1	2.00	2.00
Gasolina	Lt	127.35	5.34	680.05
Aceite 2T	Lt	5.40	31.70	171.18
Aceite SAE 40	Lt	41.91	23.25	974.41
TOTAL				2475.64

Anexo 11. Cálculo de los costos de legalización del aprovechamiento

Cálculo de los costos (Lempiras) de legalización en el sistema de sierra de viento

Concepto	Madera aserrada (pt)	Factor conversion	Madera en rollo (m ³)	Costo/m ³	Costo/pt	Total
Compra a COHDEFOR	4625.30	180	25.70	60.00	0.33	1541.77
Timbres	4625.30	180	25.70	Variable	Variable	6.00
Impuesto municipal	4625.30	180	25.70	5.40	0.03	138.76
TOTAL						1686.53

Cálculo de los costos (Lempiras) de legalización en el sistema de motosierra con marco

Concepto	Madera aserrada	Factor conversion	Madera en rollo (m ³)	Costo/m ³	Costo/pt	Total
Compra a COHDEFOR	6673.18	180	37.07	60.00	0.33	2224.20
Timbres	6673.18	180	37.07	Variable	Variable	9.00
Impuesto municipal	6673.18	180	37.07	5.40	0.03	200.20
TOTAL						2433.40

Por cada L. 1000.00 ó fracción, pagados por concepto de compra de madera en rollo COHDEFOR cobra L. 3.00 en timbres y vende a L. 60.00 el m³ de madera en rollo, usando un factor de conversión de 180 Pt/m³ lo que significa que la cantidad de madera aserrada producida debe dividirse entre 180 y multiplicarse por 60 para conocer el monto a pagar. La municipalidad cobra por concepto de impuesto por venta de madera el 1% del valor comercial local de cada pie tablar, el cual en la zona se considera que es de L. 3.00.

Anexo 12. Cálculo de los costos de transporte de la madera aserrada

Cálculo de los costos (Lempiras) de transporte de la madera aserrada en el sistema de sierra de viento

Concepto	costo/Pt	Cantidad (Pt)	Total
Transporte por personas	0.70	4625.30	3237.71
Autorización (Factura)	Variable (una factura/camión)	4625.30	1.00
Transporte en camión	0.25	4625.30	1156.33
TOTAL			4395.04

Cálculo de los costos (Lempiras) de transporte de la madera aserrada en el sistema de motosierra con marco

Concepto	Costo/Pt	Cantidad (pt)	Total
Transporte por personas	0.70	6673.18	4671.23
Autorización (Factura)	Variable (Una factura/camión)	6673.18	2.00
Transporte en camión)	0.25	6673.18	1668.30
TOTAL			6341.53

Anexo 13. Cálculo de margen bruto (Lempiras)

Cálculo de margen bruto en aserrió con sierra de viento

$$M. B. total = Ing. totales - C. V. en efectivo$$

$$= 21045.12 - 6641.53$$

$$= 14403.59$$

$$M. B./Pt = M. B. total/Pt producidos$$

$$= 14403.59/4625.30 Pt$$

$$= 3.11$$

$$M. B./Pt/persona = (M. B./Pt)/Número de personas$$

$$= 3.11/4$$

$$= 0.78$$

$$M. B./día = (M. B total)/Número de días$$

$$= 14403.59/64$$

$$= 225.06$$

$$M. B./día/persona = 225.06/4$$

$$= L. 56.26$$

Cálculo de margen bruto en aserrío con motosierra con marco

$$\begin{aligned} \text{M. B. total} &= \text{Ing. totales} - \text{C. V. en efectivo} \\ &= 30765.73 - 11250.57 \\ &= 19515.16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{M. B./Pt} &= \text{M. B. total/Pt producidos} \\ &= 19515.16/6761.7 \text{ Pt} \\ &= 2.89 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{M. B./Pt/persona} &= (\text{M. B./Pt})/\text{Número de personas} \\ &= 2.89/3 \text{ Personas} \\ &= 0.96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{M. B./día} &= 19515.16/53 \text{ días} \\ &= 368.21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{M. B./día/persona} &= 368.21/3 \\ &= 122.74 \end{aligned}$$

Anexo 14. Cálculo del flujo neto (Lempiras)

Cálculo del flujo neto del sistema de sierra de viento

$$\begin{aligned} \text{F. N. total} &= \text{Ing. en efectivo} - \text{C. en efectivo} \\ &= 21045.00 - 7957.18 \\ &= 13087.82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F. N./Pt} &= \text{F. N. total/Pt producidos} \\ &= 13087.82/4625.30 \\ &= 2.83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F. N./Pt/persona} &= (\text{F. N./Pt})/\text{Número de personas} \\ &= 2.83/4 \\ &= 0.71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F. N./día} &= \text{F. N. total/Número de días} \\ &= 13087.82/64 \\ &= 204.50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F. N./día/persona} &= (\text{F. N./día/grupo})/\text{Número de personas} \\ &= 204.50/4 \\ &= 51.12 \end{aligned}$$

Cálculo del flujo neto en aserrío con motosierra con marco

$$\begin{aligned}
 \text{F. N. total} &= \text{Ing. en efectivo} - \text{C. en efectivo} \\
 &= 30765.73 - 17324.17 \\
 &= 13441.56
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F. N.}/\text{Pt} &= \text{F. N. total}/\text{Pt producidos} \\
 &= 13441.56/6761.7 \\
 &= 1.99
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F. N.}/\text{Pt}/\text{persona} &= (\text{F. N.}/\text{Pt})/\text{Número de personas} \\
 &= 1.99/3 \\
 &= 0.66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F. N.}/\text{día} &= \text{F. N. total}/\text{Número de días} \\
 &= 13441.56/53 \\
 &= 253.61
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F. N.}/\text{día}/\text{persona} &= (\text{F. N.}/\text{día}/\text{grupo})/\text{Número de personas} \\
 &= 253.61/3 \\
 &= 84.54
 \end{aligned}$$

Anexo 15. Cálculo del ingreso neto (Lempiras)**Cálculo del ingreso neto del sistema de sierra de viento**

$$\begin{aligned} \text{I. N. total} &= (\text{F. N.} + \text{Ing. no en efectivo}) - \text{C. no en efectivo} \\ &= (13087.82 + 0.00) - 8203.00 \\ &= 4884.82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I. N./Pt} &= \text{I. N. total/Pt producidos} \\ &= 4884.82/4625.30 \\ &= 1.06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I. N./Pt/persona} &= (\text{I. N./Pt})/\text{Número de personas} \\ &= 1.06/4 \\ &= 0.26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I. N./día} &= \text{I. N. total/Número de días} \\ &= 4884.82/64 \\ &= 76.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I. N./día/persona} &= (\text{I. N./día/grupo})/\text{Número de personas} \\ &= 76.32/4 \\ &= 19.08 \end{aligned}$$

Cálculo del ingreso neto del aserrío con motosierra con marco

$$\begin{aligned} \text{I. N. total} &= (\text{F. N.} + \text{Ing. no en efectivo}) - \text{C. no en efectivo} \\ &= (13441.56 + 0.00) - 6982.25 \\ &= 6459.31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I. N./Pt} &= \text{I. N. total/Pt producidos} \\ &= 6459.31/6761.7 \\ &= 0.95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I. N./Pt/persona} &= (\text{I. N./Pt})/\text{Número de personas} \\ &= 0.95/3 \\ &= 0.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I. N./día} &= \text{I. N. total/Número de días} \\ &= 6459.31/53 \\ &= 121.87 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{I.N./día/persona} &= (\text{I. N./día/grupo})/\text{Número de personas} \\ &= 121.87/3 \\ &= 40.62 \end{aligned}$$

Anexo 16. Tamaños de claros y análisis de varianza

Claros con sierra de viento

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	CLARO (m ²)	CLARO (m ²)
1	50 - 70	50	
2	50 - 70	25	
3	50 - 70	200	
4	75 - 95		300
5	75 - 95		180
TOTAL		275	480

Claros en motosierra con marco

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	CLARO (m ²)	CLARO (m ²)
1	50 - 70	110	
2	50 - 70	90	
3	50 - 70	60	
4	50 - 70	60	
5	75 - 95		250
6	75 - 95		150
7	75 - 95		180
TOTAL		320	580

Análisis de varianza

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F.
Clase diametrica	1	48331.37	48331.37	12.01	0.0085
Sistema de aserrio	1	2401.96	2401.96	0.60	0.4619
Clase x Sistema	1	864.70	864.70	0.21	0.6553
Error	8	32183.33	4022.92		
Total	11	82072.92			

Anexo 17. Arboles dañados en el aprovechamiento

Arboles de valor comercial actual dañados en el aprovechamiento según sistema de aserrió

Sistema	Arboles aserrados	Daño severo	Daño moderado	Daño ligero	Total
S. viento	5	4	3	6	13
Motosierra	7	3	0	3	6
Total	12	7	3	9	19

Arboles de valor comercial potencial dañados en el aprovechamiento según sistema de aserrió

Sistema	Arboles aserrados	Daño severo	Daño moderado	Daño ligero	Total
S. viento	5	1	0	0	1
Motosierra	7	3	2	2	7
Total	12	4	2	2	8

Arboles no comerciales dañados con el aprovechamiento según sistema de aserrió

Sistema	Arboles aserrados	Daño severo	Daño moderado	Daño ligero	Total
S. viento	5	4	0	4	8
Motosierra	7	16	8	6	30
Total	12	20	8	10	38

Anexo 18. Consumo de agua por los aserradores

Consumo de agua por los aserradores en el sistema de aserrió con sierra de viento

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	AGUA (Lts)	AGUA (Lts)
1	50 - 70	37.854	
2	50 - 70	18.927	
3	50 - 70	30.283	
4	75 - 95		71.923
5	75 - 95		87.065
TOTAL		87.064	158.988

Consumo de agua en el sistema de aserrió con motosierra con marco

ARBOL	CLASE DIAMETRICA (cm)	AGUA (Lts)	AGUA (Lts)
1	50 - 70	3.785	
2	50 - 70	17.034	
3	50 - 70	4.732	
4	50 - 70	9.464	
5	75 - 95		32.176
6	75 - 95		42.586
7	75 - 95		27.444
TOTAL		35.015	102.206

Análisis de varianza

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F.
Clase diametrica	1	4054.42	4054.42	61.65	0.0001
Sistema de aserrió	1	3046.28	3046.28	46.32	0.0001
Clase x Sistema	1	446.76	446.76	6.79	0.0313
Error	8	526.09	65.76		
Total	11	7238.41			