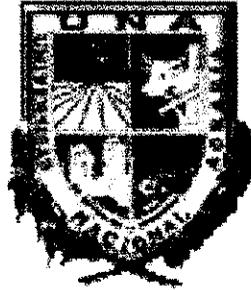


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE



TRABAJO DE DIPLOMA

Estudio comparativo del efecto del espesor de corte en el rendimiento y rentabilidad entre un aserradero con circular dientes fijos, y un aserradero con sierra de banda vertical.

Autores:

Br. Douglas Nahum Benavides López
Br. Wilberth Alexis Pauth Fuentes

Asesor:

Ing. MSc. Matti Kontro
Ing. MSc. Francisco Reyes Flores

Somoto, Nicaragua
Enero, 2001

INDICE

	Página
Indice general	i
Indice de cuadros	ii
Indice de figuras	iii
Indice de anexos	iv
Dedicatorias y agradecimiento	v
Resumen	vi
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo General.....	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Clasificación de los aserraderos.....	4
2.1.1 Por el tipo de sierra principal utilizada.....	4
2.1.1.1 Aserraderos manuales.....	4
2.1.1.2 Aserradero de sierra circular.....	5
2.1.1.3 Aserraderos de sierra de banda o sin fin.....	5
2.1.1.4 Aserradero de sierras múltiples.....	5
2.1.2 Por su permanencia.....	6
2.1.2.1 Aserraderos móviles o portátiles.....	6
2.1.2.2 Aserraderos semipermanente.....	6
2.1.2.3 Los aserraderos permanentes.....	6
2.1.3 Por su tamaño.....	7
2.2 Factores a considerar para el establecimiento de un aserradero.....	7
2.2.1 Análisis de materia prima.....	8
2.2.2 Tecnología disponible y competencia.....	8
2.2.3 Impacto socioeconómico y ambiental.....	8
2.2.4 Estudio de mercado.....	8
2.2.5 Selección del sitio para instalar el aserradero.....	9
2.3 Principales maquinas de un aserradero.....	9

	Página
2.3.1 Lavadora de trozas.....	9
2.3.2 Sierras desorilladoras.....	9
2.3.3 Pateadores y volteadores.....	9
2.3.4 La sierra principal.....	10
2.3.5 El carro.....	10
2.3.6 La canteadora.....	11
2.3.7 El cabeceador o recortadura.....	11
2.3.8 La palillera.....	11
2.4 Principales factores que influyen en el rendimiento de la materia prima...	12
2.4.1 La experiencia del operador.....	12
2.4.2 El diámetro de la troza.....	12
2.4.3 La forma de la troza.....	13
2.4.4 Las dimensiones de las piezas aserradas.....	13
2.4.5 Los métodos de aserrado.....	13
2.4.6 Mantenimiento de la sierra (alineado tensado y afilado de la sierra).....	13
2.4.7 El tipo de carro.....	14
2.4.8 La sobredimensión.....	14
III. MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1 Ubicación de los aserraderos.....	15
3.2 Descripción de los aserraderos estudiados.....	15
3.2.1 Aserradero Madriz.....	15
3.2.2 Aserradero Jalil Zavala.....	17
3.2.3 Otras máquinas de los aserraderos.....	17
3.2 Flujo de producción de los aserraderos estudiado.....	17
3.3 Materiales.....	19
3.4 Metodología.....	20
3.4.1 Metodología para la recolección y procesamiento de datos de rendimiento.....	20
3.4.2 Metodología para determinar el rendimiento de la palillera.....	22
3.4.3 Metodología para realizar el estudio económico.....	23

	Página
IV. RESULTADOS	25
4.1 Resultados de los rendimientos de la materia prima y Análisis económico en el Aserradero Madriz.....	25
4.1.1 Rendimiento de la materia prima sin incluir palillos.....	25
4.1.2 Rendimiento de la materia prima incluyendo palillos.....	27
4.1.3 Comparación de los rendimientos incluyendo palillos y sin incluir palillos.....	28
4.1.4 Análisis económico en el Aserradero Madriz.....	30
4.1.4.1 Punto de equilibrio del Aserradero Madriz.....	31
4.1.4.2 Utilidades del Aserradero Madriz.....	33
4.1.4.3 Punto de equilibrio de la palillera, Aserradero Madriz.....	33
4.1.4.4 Utilidades de la palillera en el Aserradero Madriz.....	35
4.2 Resultados de los rendimientos de la materia prima y análisis económico en el Aserradero Jalil Zavala.....	36
4.2.1 Rendimiento de la materia prima sin incluir palillos.....	36
4.2.2 Rendimiento de la materia prima incluyendo palillos.....	37
4.2.3 Comparación de los rendimientos incluyendo palillos y sin incluir palillos.....	38
4.2.4 Análisis económico en el Aserradero Jalil Zavala.....	40
4.2.4.1 Punto de equilibrio Aserradero Jalil Zavala.....	41
4.2.4.2 Utilidades Aserradero Jalil Zavala.....	42
4.2.4.3 Utilidades de la palillera.....	43
4.3 Comparación entre los resultados obtenidos en ambos aserraderos.....	44
4.3.1 Comparación entre los rendimientos obtenidos en el Aserradero Madriz y el Aserradero Jalil Zavala.....	44
4.3.2 Comparación entre los resultados económicos obtenidos en los aserraderos Madriz y Jalil Zavala.....	47
V. CONCLUSIONES	50
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. BIBLIOGRAFIA	53
VIII. ANEXOS	54

Índice de cuadros

Cuadro N°		Página
1.	Rendimiento por Categoría diamétrica en el Aserradero Madriz sin incluir palillos.....	26
2.	Rendimiento por categoría diamétrica en el Aserradero Madriz incluyendo palillos.....	28
3.	Estructura de costos del aserradero Madriz por producción diaria.....	31
4.	Estructura de costos de la palillera del Aserradero Madriz por producción diaria.....	34
5.	Rendimiento por categoría diamétrica en el Aserradero Jalil Zavala sin incluir palillos.....	36
6.	Rendimiento por categoría diamétrica en el Aserradero Jalil Zavala incluyendo palillos.....	37
7.	Estructura de costos del Aserradero Jalil Zavala por producción diaria.....	41
8.	Resumen comparativo entre los rendimientos del Aserradero Madriz y del Aserradero Jalil Zavala.....	45
9.	Comparación entre los resultados económicos obtenidos en los aserraderos Madriz y Jalil Zavala.....	47

Índice de figuras

Figura N°		Página
1.	Mapa de ubicación del estudio.....	16
2.	Flujo de producción del Aserradero Madriz.....	18
3.	Flujo de producción del Aserradero Jalil Zavala.....	19
4.	Comparación de los rendimientos por categoría diamétrica en el Aserradero Madriz, con y sin incluir palillos.....	29
5.	Comparación entre los rendimientos promedios obtenidos en el Aserradero Madriz.....	30
6.	Punto de equilibrio por producción diaria en el Aserradero Madriz.....	32
7.	Punto de equilibrio por producción diaria en la palillera del Aserradero Madriz.....	34
8.	Comparación de los rendimientos por categoría diamétrica en el Aserradero Jalil Zavala, con y sin incluir palillos.....	39
9.	Comparación entre los rendimientos promedios obtenidos en el aserradero Jalil Zavala.....	40
10.	Punto de equilibrio por producción diaria en el aserradero Jalil Zavala.....	42
11.	Comparación de los rendimientos obtenidos en el Aserradero Madriz y Jalil Zavala por Categoría diamétrica.....	45
12.	Diferencia de rendimiento al usar sin fin o procesar palillos.....	46
13.	Comparación entre los puntos de equilibrio en relación a su producción diaria.....	47
14.	Comparación de las utilidades obtenidas por cada pie tablar en el Aserradero Madriz y en el Aserradero Jalil Zavala.....	48

Indice de Anexos

Anexo N°		Página
1.	Tabla de recolección de datos para cálculos de rendimiento.....	55
2.	Datos obtenidos en el Aserradero Madriz para el cálculo de rendimiento.....	56
3.	Datos obtenidos en el Aserradero Jalil Zavala para el cálculo de rendimiento.....	57

DEDICATORIAS

Douglas Benavidez López:

Dedico este trabajo a Dios todo poderoso creador de tanta perfección, a mis padres Manuel Benavidez y Yolanda López por pensar en mi antes que en ellos, a mis hermanos, a mi novia, a toda mi familia y amigos los que están y los que se han ido; además dedico este trabajo a todas aquellas personas que lucharon y luchan de diferentes forma por heredar un mundo con igualdad de oportunidades.

Wilbert Alexy Pauth Fuentes:

Dedico este trabajo a Dios omnipotente que permite estar vivo al lado de mis seres queridos, a mis padres Aquiles Erasmo Pauth, Lilliam Fuentes Jiménez, María Esther Fuentes, a mi querida esposa Aleyda Isabel Caballero y a mis hijas Irania Denisse Pauth Caballero , Frania Denisse Pauth Caballero que son la razón de superarme para brindarles un futuro mejor. También dedico este trabajo a todas aquellas personas que de alguna forma han contribuido a mi formación.

RESUMEN

El trabajo consiste en un estudio comparativo entre el Aserradero Madriz el cual posee una sierra circular dientes fijos, ubicado en la ciudad de Somoto y el Aserradero Jalil Zavala el cual posee una sierra de banda sin fin ubicado en la ciudad de Ocotal. El objetivo principal del estudio es determinar el aserradero que tiene mejores rendimiento de la materia prima y mayor rentabilidad económica, siendo la rentabilidad económica y el rendimiento de la materia prima las variables evaluadas en el estudio.

Para la realización del estudio se tomaron al azar 50 trozas en cada aserradero las cuales se agruparon en categorías diamétricas, para determinar el rendimiento de la materia prima en cada uno de los aserraderos; además se realizó una estructura de costos de producción en ambos aserraderos para determinar el aserradero con mayor rentabilidad.

Al comparar las variables de rendimiento y económicas se pudo determinar que el Aserradero Jalil Zavala tiene un rendimiento promedio de 0.89% mayor que el Aserradero Madriz, aunque en trozas de 18-31 cm de diámetro, el aserradero Madriz tiene un rendimiento de 0.47% mayor que el Aserradero Jalil Zavala. En ambos aserradero el procesado de desperdicios en la palillera aumenta el rendimiento en un 4.17%.

En las variables económicas podemos decir que en el Aserradero Madriz los costos son 29.03% menores que en el Aserradero Jalil Zavala aunque las utilidades del aserradero Jalil Zavala son 10.88% mayores que las del Aserradero Madriz debido a que la producción del Aserradero Jalil Zavala es de 31.82% mayor.

El punto de equilibrio diario del aserradero Jalil Zavala se alcanza con el 13.5% de la producción de un día y el Aserradero Madriz alcanza su punto de equilibrio con el 10.79% de su producción diaria. Las utilidades por unidad producida es el Aserradero Madriz son 14.84% mayores que en el Aserradero Jalil Zavala.

Es más importante para aumentar el rendimiento de la materia prima la existencia de la palillera que el tipo de sierra que se utilice, además la producción de palillos aumentan los ingresos y las utilidades del aserradero. Es importante también disminuir al máximo los costos fijos para aumentar la rentabilidad del aserradero.

I. INTRODUCCION

Nicaragua es un país con un alto potencial forestal, pero el nivel de aprovechamiento de estos recursos es muy bajo, tanto en la base primaria de producción como en el ámbito industrial. Esto se debe a problemas relacionados con la tenencia de la tierra, falta de cultura silvícola, bajo nivel tecnológico de la industria, falta de mercado de los productos, bajo nivel de recursos financieros destinados a esta actividad que no han permitido el desarrollo sostenido del sector y mayor aporte a la economía.

Según el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) 1998, existen 79 aserraderos en Nicaragua, 29 de los cuales se encuentran en Nueva Segovia. Se estima que en su totalidad los aserraderos tienen una capacidad potencial de procesamiento de 289,000 m³ al año, aunque el aprovechamiento de esta capacidad industrial ha sido el 31.5% en años recientes.

En nuestro país existen básicamente tres tipos de aserraderos: el circular dientes fijos, el de banda o sin fin y circular dientes postizos; este último prohibido por disposiciones técnicas del MARENA.

La comparación entre el aserradero circular dientes fijos y el aserradero sin fin son el objeto de estudio de esta investigación, tomando como muestra el Aserradero Madriz, el cual es un aserradero circular dientes fijos y el aserradero Jalil Zavala el cual es un aserradero sin fin.

La diferencia básica entre estos dos tipos de aserradero es el espesor de corte y el tipo de materia prima que puedan procesar; pero es importante mencionar que el rendimiento de la materia prima en los aserraderos, no depende únicamente del espesor de corte de la sierra sino, que existen otros factores importantes tales como: el tamaño y la forma de la troza, el afilado de la sierra, la

experiencia del operador, el tipo de pieza aserrada que se está obteniendo, la alineación del corte y el método de aserrado.

En la región I (Estelí, Nueva Segovia y Madriz), la mayoría de las empresas de primera transformación de madera, no cuentan con datos exactos sobre el rendimiento de la materia prima y su rentabilidad económicas; estas empresas únicamente poseen información producto de estudios empíricos realizados por personas que no están capacitados técnicamente para realizarlos.

La importancia de realizar este estudio radica en que al final de este, se determinará, cual de los aserraderos obtiene mejores rendimientos y mayor rentabilidad económica, así aseguraremos un mejor uso del recurso bosque y suficientes ingresos para su manejo sostenible.

Objetivos

Objetivo general:

Evaluar en dos aserraderos Aserradero Madriz (sierra circular dientes fijos) y Aserradero Jalil Zavala (sierra sin fin), los rendimientos de la materia prima y la rentabilidad económica, para determinar el de mejores resultados.

Objetivos específicos:

Calcular en el aserradero Madriz y el aserradero Jalil Zavala, el rendimiento de la materia prima por categoría diamétrica.

Analizar los costos de producción para calcular utilidades y punto de equilibrio en los aserraderos.

Determinar la influencia de la palillera en el rendimiento y rentabilidad de los aserraderos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La industria del aserradero tiene como objetivo fundamental transformar la madera en rollo en madera aserrada la cual desempeña funciones claves para la economía de un país y mucho más si se tiene en cuenta, que este recurso es abundante e inagotable cuando se aprovecha racionalmente. (Kontro, 1998)

Según Central Committee on Lumber Standard en 1923, citado por Brown y Bethel, 1990; define la madera aserrada como "el producto de la sierra, sin más proceso de elaboración que ser aserrada, reaserrada longitudinalmente por una máquina estándar, cortada transversalmente para dar el tamaño y el elaborado adecuado.

2.1 Clasificación de los aserraderos

La clasificación de los aserraderos se realiza tomando en cuenta el tipo de maquinaria empleada para aserrar las trozas, las cuales se han ido perfeccionando en el transcurso de los años. (CEMAPIF, 1996)

Según el documento base del II curso de aserradero realizado en Instituto Nacional Técnico Forestal (INTECFOR) en 1998, los aserraderos se pueden clasificar de acuerdo a:

2.1.1 El tipo de sierra principal utilizada

2.1.1.1 Aserraderos manuales

Esta se puede tomar como una de las primeras formas para aserrar trozas, su sierra principal consistía en un serrucho manual para dos hombres. En esta labor uno de los hombres se ubica en la parte superior de la plataforma creada y el

otro hombre se ubica por debajo; la troza es aserrada por el movimiento vertical continuo del serrucho o sierra relámpago.

2.1.1.2 Aserradero de sierra circular

Este consiste en un disco de metal dentado, montado sobre un mandril movido generalmente por un motor de combustión interna.

Existen dos tipos de sierras circulares, las sierras de dientes postizos y las sierras de dientes fijos; estas últimas pueden ser sencillas, es decir de una sola hoja, o superpuestas, ósea de dos hojas colocadas verticalmente una sobre la otra con el objetivo de aserrar trozas de mayores dimensiones.

2.1.1.3 Aserraderos de sierra de banda o sin fin

Tiene la característica de ser una máquina fuerte y segura, con capacidad de aserrar trozas hasta de 1.2 metros de diámetro este tipo de sierra consta de una banda continua de acero con dientes en una o ambas orillas colocada sobre de dos volantes, un superior y otra inferior emplazadas en un pedestal de hierro, cumpliendo una de ellas (la inferior) la función de tensado de la sierra, y la otra (la superior) es la volante motriz, la que es movida por un motor ya sea eléctrico o de combustión interna.

2.1.1.4 Aserradero de sierras múltiples

Como su nombre lo indica en un bastidor se montan de 2 a 5 hojas de sierra, separadas de acuerdo al tipo de producto a obtener y al diámetro de la troza a aserrar. Estas hojas pueden alcanzar hasta un metro de longitud.

Este tipo de sierra brinda marcadas ventajas como son: la alta productividad en el aserradero, pues la troza pasa una sola vez por la sierra obteniendo hasta

cinco piezas aserradas al mismo tiempo; además existe mucha seguridad para el obrero y se pueden aserrar trozas desde 8 cm hasta 1 metro; pero se necesita de alta capacidad por parte de los obreros, alta potencia para funcionar y un elevado costo económico.

2.1.2 Por su permanencia

De acuerdo a su permanencia los aserraderos se clasifican en:

2.1.2.1 Aserraderos móviles o portátiles

Estos aserraderos los podemos encontrar en la actualidad en tanto de sierra circular como con sierra de banda, a como su nombre lo indica son aserraderos de fácil de transportación pues están montados sobre un armazón de acero el cual se desplazan con la ayuda de llantas.

2.1.2.2 Aserraderos semipermanentes

Estos pueden establecerse por periodos mayores que los anteriores. Para su instalación se requieren de ciertas condiciones de infraestructura para la ubicación de las maquinas, están dotados de una sierra principal que puede circular o de banda, una canteadora y una despuntadora o recortadora.

2.1.2.3 Los Aserraderos permanentes

Se instalan por largos periodos de tiempo y en lugares donde el establecimiento es plenamente suficiente para mantener el trabajo durante todo el año.

Cuenta con una sierra principal puede ser de banda, circular o múltiple; además debe tener dos o tres canteadoras y despuntadoras cuando la sierra es

múltiple y entre cada una de ellas se encuentran transportadores o rodillos de madera metal o un sistema de cadena.

Las bases de estos aserraderos deben ser resistentes dado el peso de estas maquinas, pueden procesar entre 15000 y 20000 metros cúbicos con sierras circulares y hasta 30000 con sierras múltiples.

2.1.3 De acuerdo a su tamaño

Los aserraderos se consideran grandes cuando procesan de 20,000 a 30,000 m³, medianos cuando procesan de 10,000 a 20,000 m³ y pequeños cuando procesan de 5,000 a 10,000 m³

Para construir un aserradero deben ser analizados profundamente una serie de factores que eviten errores costos en la economía del país o de cualquier empresario, pues se requiere de cierta inversión de capital para el establecimiento. Estos factores son:

- El tamaño, volumen y distribución de los recursos maderables y disponible para la operación.
- El área boscosa como la fuente que suministra la materia prima.
- Necesidad del mercado.
- Capacidad financiera.

2.2 Factores a considerar para el establecimiento de un aserradero

Existen muchos factores de suma importancia para considerar los beneficios y las posibilidades concretas de lograr éxitos al instalar un aserradero en una zona con características propia en su bosque y comunidad.

Según el documento elaborado para el segundo curso de aserradero realizado en INTECFOR en 1998, los factores a considerar son cuatro partes muy fundamentales:

2.2.1 Análisis de materia prima

Este análisis consiste en conocer las características concretas del bosque con que contará el aserradero, para abastecer de materia prima; además las vías de acceso, distancia hacia el bosque, mano de obra disponible para trabajo en el campo, todo ello debe estar bajo un plan de manejo el cual nos va a dar los datos reales de las clases diamétricas que poseemos y nuestro aserradero poseerá.

2.2.2 Tecnología disponible y competencia

En este se toman en cuenta las posibilidades que tendría nuestro aserradero de competir con los ya establecidos y saber si la tecnología disponible en el mercado es la más apropiada de acuerdo con las características de la materia prima y el desarrollo tecnológico del país.

2.2.3 Impacto socioeconómico y ambiental

El impacto socioeconómico y ambiental de un aserradero en el municipio, esta relacionado con el grado de deterioro que causan al medio los desechos del aserradero, el grado de aceptación por parte de la comunidad, la cantidad de empleo que pueda generar el aserradero y los beneficios indirectos como impuestos que pagará la empresa a la comunidad.

2.2.4 Estudio de mercado

En el estudio de mercado se debe conciderar la oferta y la demanda de madera en los mercados nacionales e internacionales, la competencia entre los aserraderos ya establecidos y la identificación de oportunidades para entrar al mercao existente.

2.2.5 Selección del sitio para instalar el aserradero

Según Brown y Bethel 1990, uno de los factores más importantes que se han de considerar en la selección del sitio, será el relativo al tamaño. El área debe ser suficiente grande como para acomodar las facilidades que se planearon originalmente y también para preverlo necesario par la futura expansión. La falta en proporcionar espacio para el crecimiento en la capacidad de la planta, ha limitado el crecimiento legítimo de muchas empresas madereras.

2.3 Principales maquinas de un aserradero

Según Brown y Bethel 1990, las principales maquinas que se pueden encontrar en un aserradero son las siguientes:

2.3.1 Lavadora de trozas

Es común el tener una lavadora de trozas, para eliminar de la superficie de las trozas cualquier basura como arena, grava, o tierra que pudiera perjudicar el filo de las sierras al momento del aserrado.

2.3.2 Sierras desorilladoras

En algunos casos las trozas son llevadas al aserradero en tamaños largos y es con esta sierra que se les da el largo requerido para aserrarlas. La sierra desorilladora es una sierra que realiza un corte transversal a la troza para darle a esta el largo deseado. En nuestro país el largo de la troza se le da después del tumbado y generalmente se utiliza la motosierra.

2.3.3 Pateadores y volteadores

Generalmente las trozas se mueven por gravedad en la plataforma de un aserradero pequeño y también se mueven a mano. Los trabajadores usan ganchos para rodar las trozas de la plataforma hacia el carro; en los aserraderos grandes los pateadores y volteadores son mecanizados, generalmente hidráulicos.

Los pateadores tienen como función empujar las trozas desde la plataforma hacia el carro, y los volteadores tienen como función voltear las trozas en el carro para realizar los cortes requeridos por el aserrador.

2.3.4 La sierra principal

La sierra principal reduce las trozas a componentes pequeños tales como tablas, tablones, vigas y reglas. La troza, colocada en el carro, pasa por la sierra repetidamente hasta que se convierte en los componentes deseados, la cual se debe voltear las veces necesarias hasta lograr aserrarla en su totalidad.

Se usan varios tipos diferentes de sierra principal, los más comunes en su instalación consiste en una sierra circular o una sierra de banda.

2.3.5 El carro

El carro de un aserradero es esencialmente un vehículo utilizado para llevar la troza a la sierra o sierras para su conversión en madera aserrada. El carro es movido hacia la sierra por un sistema de cable o de pistones. En el carro de un aserradero podemos encontrar grapas y ajustador. Las grapas son las encargadas de sostener fijamente las trozas al carro, para que al momento de aserrarla no se muevan y no exista defecto de aserrado; y los ajustadores son los encargados de mover las trozas hacia la sierra, de tal manera que se pueda aserrar en la troza un grueso específico de la madera a aserrar.

En algunos aserraderos, como el aserradero circular dientes fijos marca Kara, el ajustador se encuentra fuera del carro y consiste en una estructura de metal formada por 5 rodillos correctamente nivelados, el cual es movido hacia la sierra, la troza es arrimada a esta estructura para darle a la madera el espesor deseado. (KALLION KONEPAJA OY 1996)

2.3.6 La canteadora

La canteadora consiste en dos sierras circulares montadas en un mandril generalmente una fija y una que se mueve a lo largo del mandril para darle el ancho deseado a la madera que sale de la sierra principal.

La función principal es producir tablas con lados paralelos y eliminar las orillas redondas de la corteza de las piezas ya aserradas por la sierra principal, también tiene por función dividir las tablas muy gruesas en dos o más tablas del grueso deseado. Una tercer función es la de separar las porciones claras o valiosas de las porciones con nudos u otros defectos de las piezas aserradas.

2.3.7 El cabeceador o recortadora

Esta maquina consiste en una sierra circular que realiza cortes transversales al hilo de la madera y cuya función consiste en cortar los extremos de una tabla, de tal manera que estén escuadradas y paralelos ambos lados de la pieza y además para darle el largo deseado a las piezas aserradas.

2.3.8 La palillera

La palillera se utiliza para procesar el desperdicio producto del proceso de aserrado, esta máquina se encarga de transformar el cospe, los recortes y las

costoneras en piezas aserradas de menor dimensión a las que se les llama palillos. Las dimensiones de estos palillos son generalmente de 1 pulgada de ancho por una de espesor y una longitud de 2, 3 y 4 pies.

La palillera es una máquina formada por una armazón de acero, un mandril y una sierra circular, además de un ajustador que se acerca y se aleja de la sierra para dar el espesor deseado a los palillos.

2.4 Principales factores que influyen en el rendimiento de la materia prima

Según referencias tomadas del Ingeniero forestal Matti Kontro 1998, los factores que influyen en el rendimiento de la materia prima no solo es el espesor de corte de la sierra, sino que existen otros factores que también influyen en el rendimiento; estos factores son:

2.4.1 La experiencia del operador

La experiencia del operador es uno de los factores más importante a considerar en el rendimiento de la materia prima. Entre más experimentado es un operador mejor es su disposición para aserrar la troza de la forma más adecuada, lo que dará como resultado un mejor aprovechamiento de la materia prima que entra a la sierra.

2.4.2 El diámetro de la troza

Cuanto mayor sea el diámetro de la troza, mayor será el rendimiento de esta, ya que el espesor de corte es menos significativo en troza de diámetros mayores.

2.4.3 La forma de la troza

Si las trozas tienen forma cilíndrica, la pérdida de madera al momento de procesarla es menor, ya que se necesita desperdiciar menos madera en forma de costoneras para lograr cuadrar la troza y transformarla en madera aserrada; lo contrario ocurre con trozas de forma cónica, ya que la cantidad de madera que se pierde en forma de costoneras para lograr el cuadrado de la troza es mayor.

2.4.4 Las dimensiones de las piezas aserradas

Cuanto mayor sea el espesor de las piezas aserradas, mayor será el rendimiento de las trozas, esto nos indica que la sierra realizó menos cortes en la troza lo que disminuye la pérdida de madera en forma de aserrín y por ende aumenta el rendimiento.

3.4.5 Los métodos de aserrado

Según CEMAPIF 1996, los métodos de aserrado o forma de aserrar la troza son básicamente dos, el tangencial y el escandinavo.

El tangencial consiste en aserrar la troza en tablas de un solo espesor, luego las tablas se cantean para obtener la madera aserrada deseada y el escandinavo consiste en cuadrar la troza por tres de sus lados por lo menos, y luego transformar el timber en las piezas aserradas deseadas, al escandinavo también se le conoce como cuadrado o timber.

En el método tangencial se realizan mayores cortes en la troza lo que provoca mayor pérdida de madera en forma de aserrín.

2.4.6 Mantenimiento de la sierra (alineado, tensado y afilado de la sierra)

En mantenimiento de la sierra es importante tanto para mejorar los rendimientos como para aumentar la producción. Una sierra bien afilada correctamente tensada y alineada aserrará las trozas con mayor rapidez y eficacia, lo que dará como resultado mayores rendimientos y madera aserrada de mejor calidad.

Los aserraderos de banda necesitan un mantenimiento más constante que los aserraderos circulares, generalmente un aserradero cambia su sierra 4 veces al día y un aserradero circular afila su sierra principal 2 veces al día pero con un buen mantenimiento puede trabajar con una misma sierra hasta 6 meses.

2.4.7 El tipo de carro

El carro de los aserraderos de banda posee ganchos para fijar la troza al carro, estos ganchos impiden aserrar algunas orilleras las que pueden generar alguna pieza aserrada. El carro de los aserraderos circulares dientes fijos no necesita de ganchos para fijar la troza lo que permite aserrar hasta el resto más pequeño de la troza.

2.4.8 La sobredimensión

Es importante dejar una adecuada sobredimensión en las piezas aserradas, generalmente los aserraderos de Nicaragua no tienen conocimiento de la sobredimensión necesaria de las especies a procesar, y muchos aserraderos dan sobredimensiones superiores a las necesarias, lo que provoca pérdida de madera por sobredimensiones innecesarias disminuyendo así los rendimientos.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación

El estudio se realizó en dos aserraderos: El Aserradero Madriz ubicado sobre el kilómetro 218 de la carretera panamericana en la ciudad de Somoto y el Aserradero Jalil Zavala localizado en el costado este de la delegación departamental del MARENA en la ciudad de Ocotal.

3.2 Descripción de los aserraderos estudiados

Los aserraderos objeto de este estudio, fueron el Aserradero Madriz ubicado en la ciudad de Somoto, y el Aserradero Jalil Zavala de la ciudad de Ocotal.

3.2.1 Aserradero Madriz

El Aserradero Madriz es un aserradero de sierra circular dientes fijos con sierras superpuestas, marca KARA de fabricación finlandesa. Este aserradero es un modelo de aserradero portátil, pero es utilizado de forma estacionaria.

Los aserraderos con modelos de sierra superpuestas son aquellos que poseen dos sierras circulares, una inferior y otra superior alineadas una sobre la otra. La sierra inferior posee un diámetro de 1.10 metros y la superior tiene un diámetro de 0.8 metros, espesor de corte 4mm. La idea de dos sierras colocadas verticalmente una sobre la otra, se hace con el objetivo de aserrar trozas de diámetros mayores. (KALLION KONEPAJA OY, 1996)

El Aserradero Madriz es movido por un motor de combustión interna; es importante mencionar que este aserradero es privado y actualmente se encuentra instalado en Jalapa y en su lugar fue instalado en Somoto un aserradero de banda.



Figura 1: Mapa de Ubicación del estudio

3.2.2 Aserradero Jalil Zavala

El aserradero Jalil Zavala es un aserradero de banda Marca KOPPER, el cual posee una sierra de banda con un largo de 26 pies, ancho de 7 pulgadas y espesor de corte 2.8mm. Este aserradero es movido por un motor eléctrico.

El aserradero Jalil Zavala actualmente es propiedad de la alcaldía de Ocotlán.

3.2.3 Otras máquinas de los aserraderos

El aserradero Madriz y el aserradero Jalil Zavala, además de su sierra principal poseen otras máquinas que ayudan a elevar la producción y optimizar la materia prima; estas máquinas son: la canteadora, la recortadora y la palillera.

3.3 Flujo de producción de los aserraderos estudiado

Esto representa generalmente el flujo de todos los materiales, también los productos finales e intermedios, subproductos y emisiones en todas las secciones del aserradero (Documento del II curso de aserraderos INTECFOR, 1998)

En la mayoría de los aserraderos se identifican tres partes principales:

Almacén de trozas: es el lugar donde se almacenan las trozas para posteriormente procesarlas en la sierra principal.

Área de máquinas o cobertizo: es la que se encuentran entre el patio de secado y el almacén de trozas, aquí se encuentran todas las máquinas que posee el aserradero desde la sierra principal hasta la mesa de clasificación.

Patio de secado: Es la última de las tres secciones de un aserradero, su función es el de secar y almacenar la madera aserrada.

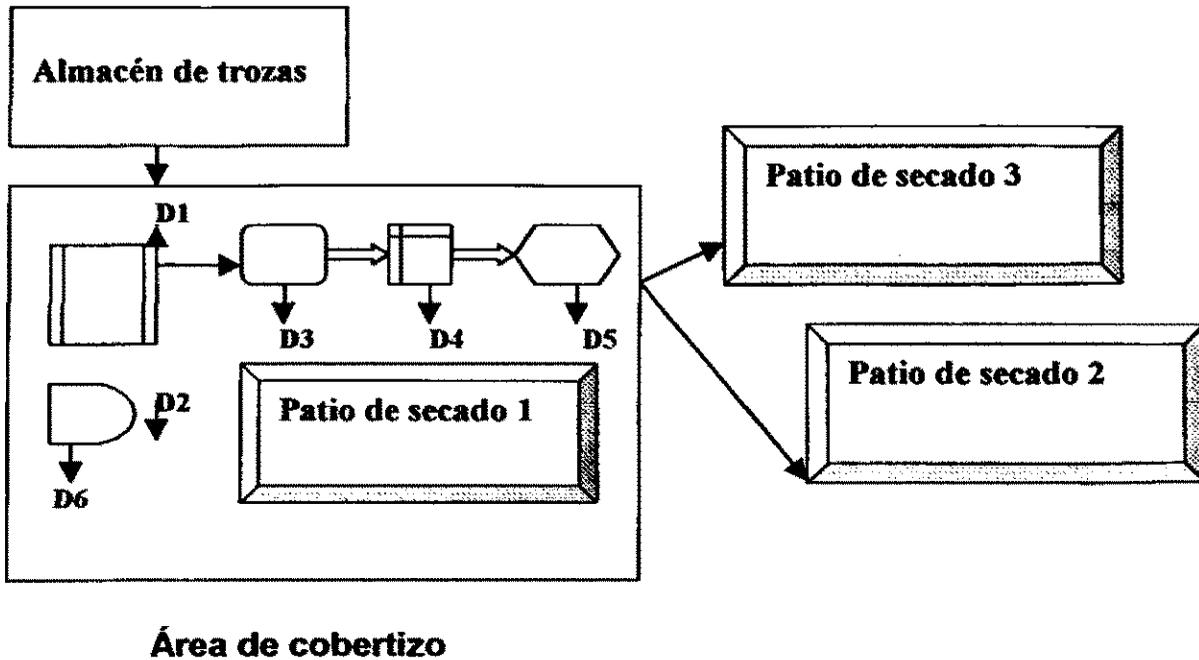
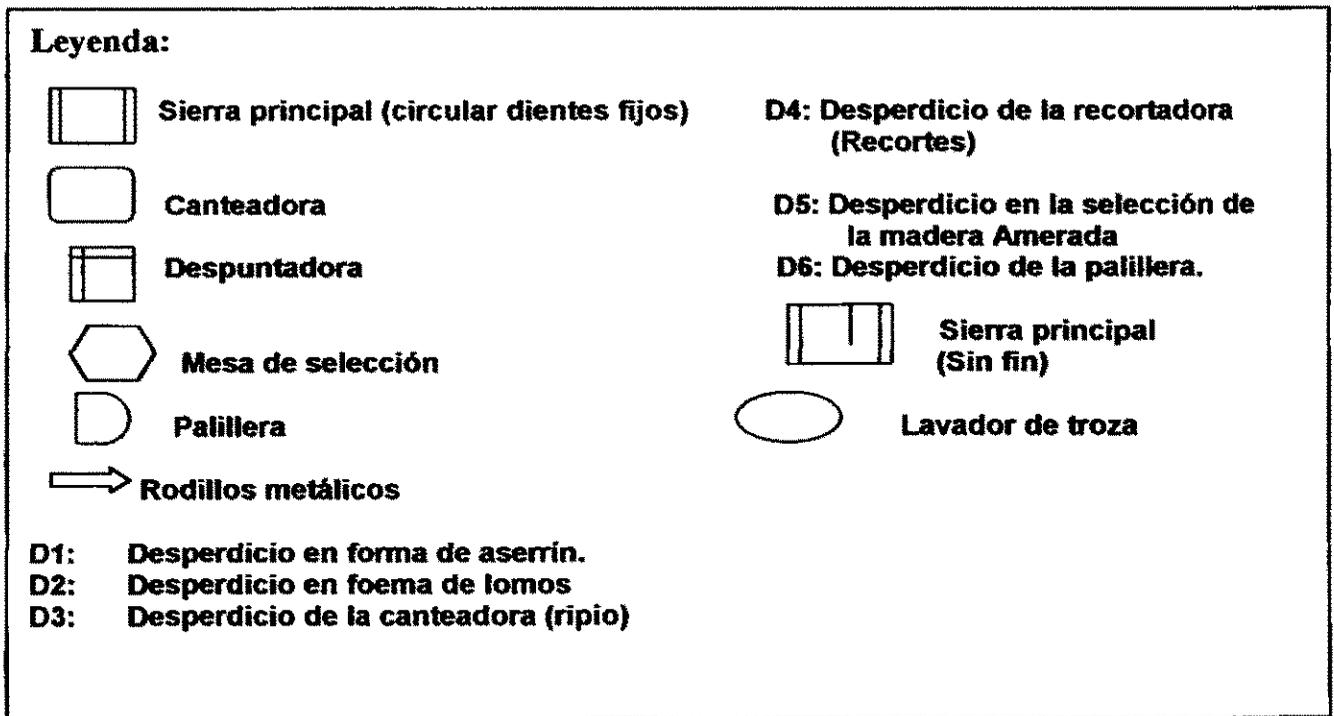


Figura 2: Flujo de producción del Aserradero Madriz



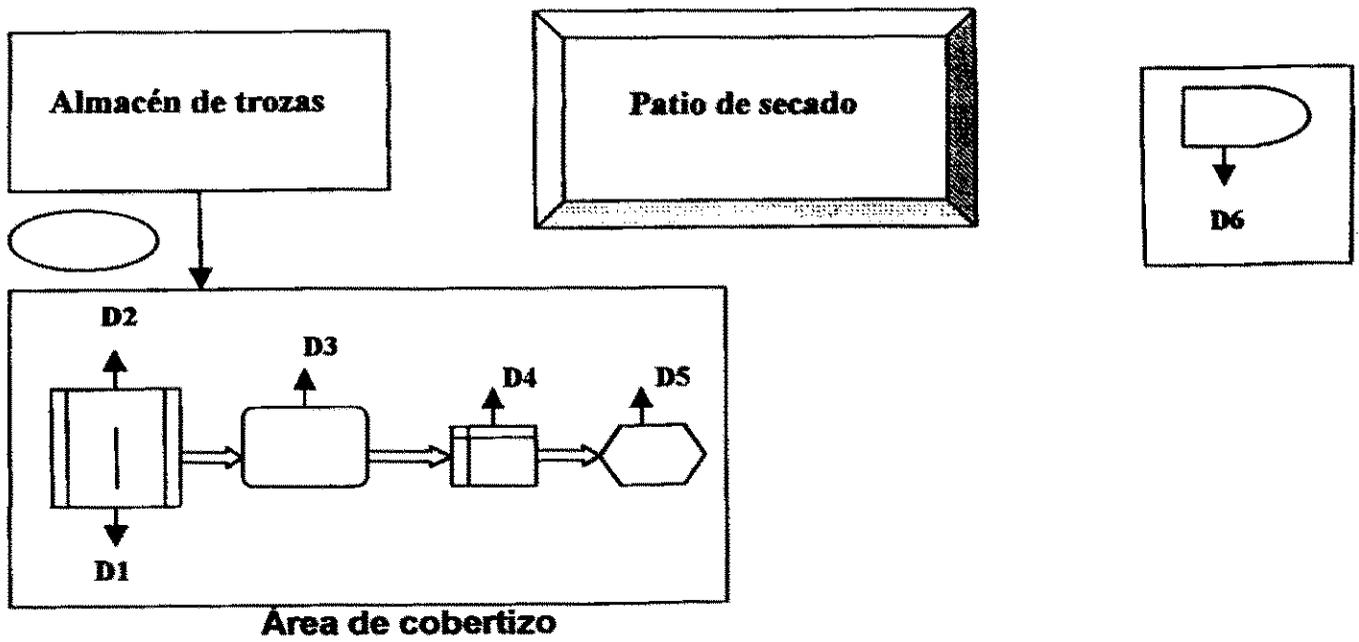


Figura 3: Flujo de producción del Aserradero Jalil Zavala

Nota:

La leyenda del aserradero Jalil Zavala es la misma del aserradero Madriz.

3.4 Materiales

Los datos se recopilaron en los meses de abril y mayo de 1999, y para realizar el estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- Cinta Métrica.
- Cinta Diamétrica
- Pintura en aerosol
- Hojas de campo
- Marcadores para madera
- Computadora

3.5 Proceso Metodológico

El trabajo se divide en dos partes: los cálculos de rendimientos y el análisis económico, la metodología utilizada para realizar estos análisis fue similar en los dos aserraderos.

3.5.1 Recolección y procesamiento de datos de rendimiento

La recolección de los datos se efectuó bajo condiciones normales de trabajo de la empresa para evitar cualquier sesgo de las muestras tomadas.

El rendimiento de la materia prima se expresa en función de las categorías diamétricas de las trozas seleccionadas.

1. Marcar con pintura en aerosol roja o azul las trozas que van a formar parte de la muestra.
2. Medir en centímetros el diámetro menor y mayor de la troza.
3. Medir la longitud de la troza en metros.
4. Calcular el volumen de la troza en m³, para ello se utilizó la fórmula de Smallian, ya que según Soza, 1990 no hay diferencia significativa entre la fórmula de Smallian y Newton.

$$V = 0.7854(D+d/2)^2 \times L$$

Donde:

V: volumen

D: diámetro mayor

d: diámetro menor

L: longitud

5. Las trozas marcadas y medidas eran procesadas por el aserradero, registrando todas las piezas aserradas de las trozas seleccionadas.
6. Para cubicar las piezas aserradas se utilizó la fórmula de rectángulo sólido utilizando el pie tablar, (Pt) como unidad de medida, ya que esta es la medida más utilizada para cubicar madera aserrada en la región. (Vides, 1998)

$$V_{pt} = \frac{A \times G \times L}{12}$$

Donde:

V_{pt}: volumen en pie tablar

A: ancho de la pieza aserrada en pulgadas

G: grosor de la pieza aserrada en pulgadas

L: longitud de la pieza aserrada en pies

7. Cubicada la madera en rollo y la madera aserrada producto del procesamiento de la madera en rollo, se determinó el rendimiento de la materia prima el cual puede expresarse en términos de porcentaje o en la cantidad de Pt por metro cúbico de madera en rollo; es importante mencionar que 1m³ de madera aserrada es igual a 424 Pt.

$$R\% = \left(\frac{V_a}{V_r} \right) \times 100$$

Donde:

R%: rendimiento en porcentaje de la materia prima

V_a: volumen aserrado en m³

V_r: volumen en rollo en m³

8. El total de trozas muestreadas fue de 50 trozas en cada aserradero, las cuales fueron tomadas al azar, tomando como referencia trabajos similares realizados en Siguatepeque, Honduras por la Escuela Nacional de Ciencias Forestales, quienes aseguran que 50 trozas es lo ideal como muestra (Vides 1998).

9. Las trozas muestreadas se agruparon en categorías diamétricas, para tener el rendimiento por categorías diamétricas ya que los rendimientos tienden a variar en trozas con diámetros muy diferentes
10. La amplitud de la categoría diamétrica, se determinó utilizando la siguiente formula:

$$ACD = (DM - dm)/6$$

Donde:

ACD: amplitud de la categoría diamétrica

DM: diámetro de la troza mayor

dm: diámetro de la troza menor

En los dos aserraderos el diámetro mayor muestreado fue de 54 cm y el menor de 18 cm por ello la amplitud de la categoría diamétrica es de 6.

3.5.2 Recolección y procesamiento de datos de rendimientos en la palillera

1. Se procesaron 5 m³ de madera en rollo en el aserradero
2. Todo el desperdicio resultante del procesamiento de los 5 m³ fue juntado y procesado en la palillera.
3. Se contabilizaron en Pt, los palillos obtenidos al procesar el desperdicio de la muestra aserrada, para ello se utilizó la fórmula del rectángulo sólido.
4. El total de Pt en palillos se dividió por 5 para obtener la cantidad de Pt en palillos obtenido por procesar el desperdicio de un metro cúbico de madera en rollo.

3.5.3 Recolección de datos para el estudio económico

Las variables a determinar para la realización del estudio económico son principalmente los costos y los ingresos, a partir de estos dos datos se determinó las utilidades y el punto de equilibrio de ambos aserraderos.

La metodología utilizada fue similar para ambos aserraderos, y se tomo la producción diaria como unidad de tiempo para realizar el estudio.

El estudio se realizó de la siguiente forma:

1. Se realizó una estructura de costo por producción diaria en ambos aserraderos, los cuales se clasificaron en costos fijos y costos variables, tomando como costos fijos aquellos que se asumen independientemente a las cantidades producidas y costos variables aquellos que dependen de las cantidades producidas (Weston y Brighanm 1996)
2. Determinar los ingresos diarios de los aserraderos, utilizando la siguiente formula (Weston y Brighanm, 1996):

$$I = Q \times Pq$$

Donde:

I: Ingresos

Q: unidades producidas

Pq: Precio unitario

3. Calcular las utilidades del aserradero utilizando la siguiente formula:

$$U = I - CT$$

Donde:

U: utilidades

I: ingresos

CT: costos totales

Según Weston y Brighanm, 1996; los costos totales son iguales a la sumatoria de los costos fijos más los costos variables.

4. Se determinó el punto de equilibrio el cual determina en Que. momento de la producción los costos son iguales a los ingresos, (Weston y Brighanm, 1996) para ello se utilizó la siguiente formula:

$$PE = CF / (PU - CVU)$$

Donde:

CF: costos fijos

PU: precio unitario

CVU: costo variable unitario, $CVU = CV / Qp$

Donde:

CV: costos variables

Qp: unidades producidas.

5. Los costos, los ingresos y las utilidades se expresan en dólares por día; y el punto de equilibrio se expresa en unidades producidas por día es decir Pts al día.
6. Todos los datos recopilados en la fase de campo fueron procesados con el programa de computación Excel.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimientos de la materia prima y análisis económico en el Aserradero Madriz

El rendimiento de la materia prima en el Aserradero Madriz se expresará en función de la categoría diamétrica de las trozas procesadas por el aserradero, al momento de realizar el estudio.

El diámetro mayor aserrado fue de 54 cm, y el menor de 18 cm; estos diámetros fueron utilizados para calcular la amplitud de las categorías diamétricas la cual es de 6.

El rendimiento está expresado en porcentaje; es decir el porcentaje de la troza que realmente es aprovechado por el aserradero y en la cantidad de pie tablares aserrado que se obtienen por cada m^3 de madera en rollo.

4.1.1 Rendimiento de la materia prima sin incluir palillos

El cuadro 1 muestra los rendimientos en porcentaje del Aserradero Madriz por cada categoría diamétrica descrita. No se incluyen los pies tablares en palillos que se podrían obtener producto del procesamiento del desperdicio de la madera en rollo.

Así mismo se aprecia una relación directa entre la categoría diamétrica y el rendimiento de la materia prima; es decir a mayor diámetro de la troza mayor rendimiento de esta al momento de aserrarla.

La relación directa entre el rendimiento de la materia prima y el diámetro de esta se debe a que la pérdida por aserrín producto del espesor de corte de la sierra es más significativa en una troza de 16 cm que en una de 45 cm. El espesor de corte de la sierra del aserradero Madriz es de 4 milímetros, lo que significa que tres cortes (12 milímetros) en una troza de 16 cm equivalen a una pérdida en

aserrín del 7.5%, y en una de 45 cm los mismos tres cortes significan una pérdida en aserrín del 2.66%.

Según estudios realizados por Vides, 1998; en el Aserradero INDUMALSA ubicado en Lepaterique Honduras, con igual tipo de sierra que el aserradero Madriz el rendimiento promedio de la materia prima es de 38%, rendimiento bajo en relación con el aserradero Madriz cuyo rendimiento promedio es de 47.34%.

Según Vides, 1998 el bajo rendimiento del aserradero INDUMALSA se debe a que la madera procesada era de mala calidad y de diámetros menores los que no se agruparon en categorías diamétricas como en el estudio realizado en el aserradero Madriz.

Por otro lado, se muestra que las trozas de diámetros entre 18-31 cm tienen un rendimiento entre 35 y 45% similar al del aserradero INDUMALSA que es del 38% donde la mayoría de las trozas procesadas eran de mala calidad y de diámetros menores.

Cuadro 1. Rendimiento por categoría diamétrica en el Aserradero Madriz sin incluir palillos, 1999

Cat. Diam. (cm)	Volumen (M ³)	Aserrado		Rendimiento en %	Rendimiento (Pts./M ³)
		(Pts.)	(M ³)		
18-24	1.32201	196.417	0.4632	35.0410	148.574
25-31	4.58597	891.333	2.1022	45.8599	194.361
32-38	3.93940	783.333	1.8475	46.8976	198.846
39-45	5.83480	1197.583	2.8245	48.4076	205.248
46-52	3.29595	749.333	1.7673	53.6202	227.350
53-59	2.12771	489.333	1.1541	54.2409	229.981
Total	21.10584	4307.333	10.1588		
Promedio				47.3412	200.727

4.1.2 Rendimiento de la materia prima incluyendo palillos

El procesamiento del desperdicio de la madera en rollo, para transformarla en palillos; es una actividad muy importante, ya que al realizarla se mejora el rendimiento de la materia prima y por ende se aumentan los ingresos.

Según el experimento realizado en el Aserradero Madriz, se pudo establecer lo siguiente: que al procesar el desperdicio de 1 metro cúbica en la palillera sé obtuvieron 20 Pie tablares (0.047 m^3) de madera aserrada en forma de palillos.

Considerando que la muestra es de 21.1058 m^3 se obtuvo un total de 422.12 Pts en Palillos, lo que equivale a 0.99 m^3 en palillos.

El cuadro 2 muestra los rendimientos en porcentaje del Aserradero Madriz por cada categoría diamétrica descrita. En este cuadro si se incluyen los pies tablares en palillos que se obtuvieron producto del procesamiento del desperdicio de la madera en rollo.

En el cuadro 2, ya se incluyen los palillos que se obtienen producto del procesamiento de la madera en rollo; por ello la cantidad de madera aserrada por cada metro cúbico de madera en rollo es mayor; haciendo mayor por ende los rendimientos en porcentaje de la materia prima.

Los 20 Pie tablares en palillos que se obtienen al procesar el desperdicio de 1 metro cúbico es igual para todas las categorías diamétricas; debido a que la cantidad de palillos obtenidos, dependen de otros factores independientes al diámetro tales como: la calidad de la materia prima y la cantidad de desperdicio que es útil para procesar hacer palillos que se pueda obtener de cada troza.

Como podemos observar en el cuadro 2 la relación directa entre el diámetro y el rendimiento en porcentaje se mantiene; pero existe un mejor rendimiento

cuando se realiza la actividad de realizar palillos a partir del desperdicio de la madera en rollo.

El rendimiento promedio de la materia prima en el Aserradero Madriz aumenta en un 4.717% al procesar el desperdicio y transformarlo en palillos, este aumento es menor que el obtenido en el Aserradero INDUMALSA de Lepaterique en el estudio realizado por Vides, 1998; en donde los palillos aumentan el rendimiento promedio del aserradero en un 10% debido a que la madera procesada era de mala calidad y gran parte de esta era pasada a la palillera para su procesamiento.

Cuadro 2. Rendimiento por categoría diamétrica en el Aserradero Madriz incluyendo palillos, 1999

Categoría Diam. (cm)	Volumen (M ³)	Aserrado		Rendimiento en %	Rendimiento (Pts./M ³)
		(Pts.)	(M ³)		
18-24	1.32201	222.857	0.5256	39.7576	168.574
25-31	4.58597	983.052	2.3185	50.5564	214.361
32-38	3.93940	862.121	2.0333	51.6145	218.846
39-45	5.83480	1314.279	3.0997	53.1244	225.248
46-52	3.29595	815.252	1.9228	58.3383	247.350
53-59	2.12771	531.887	1.25445	58.9577	249.981
Total	21.10584	4729.45	11.1544		
Promedio				52.0651	220.727

4.1.3 Comparación de los rendimientos promedio y por categoría diamétrica en el Aserradero Madriz, cuando se procesan palillos y cuando no se realiza esta actividad

La figura 4 se hace una comparación entre los rendimientos en porcentaje por categoría diamétricas obtenidos en el Aserradero Madriz, cuando se hace la actividad de procesar el desperdicio de la madera en rollo para transformarla en palillos y cuando no se realiza esta actividad.

En la figura 4 se puede observar que al incluir los palillos existe un incremento del 4.7% del rendimiento en cada una de las categorías y por ende en el rendimiento promedio del Aserradero Madriz, ver figura 5. La producción aumentó 422.1168 pie tablares (0.9956 M³); ya que paso de 4307.333 pie tablares a 4729.45; es decir que la producción aumenta en un 9.8%.

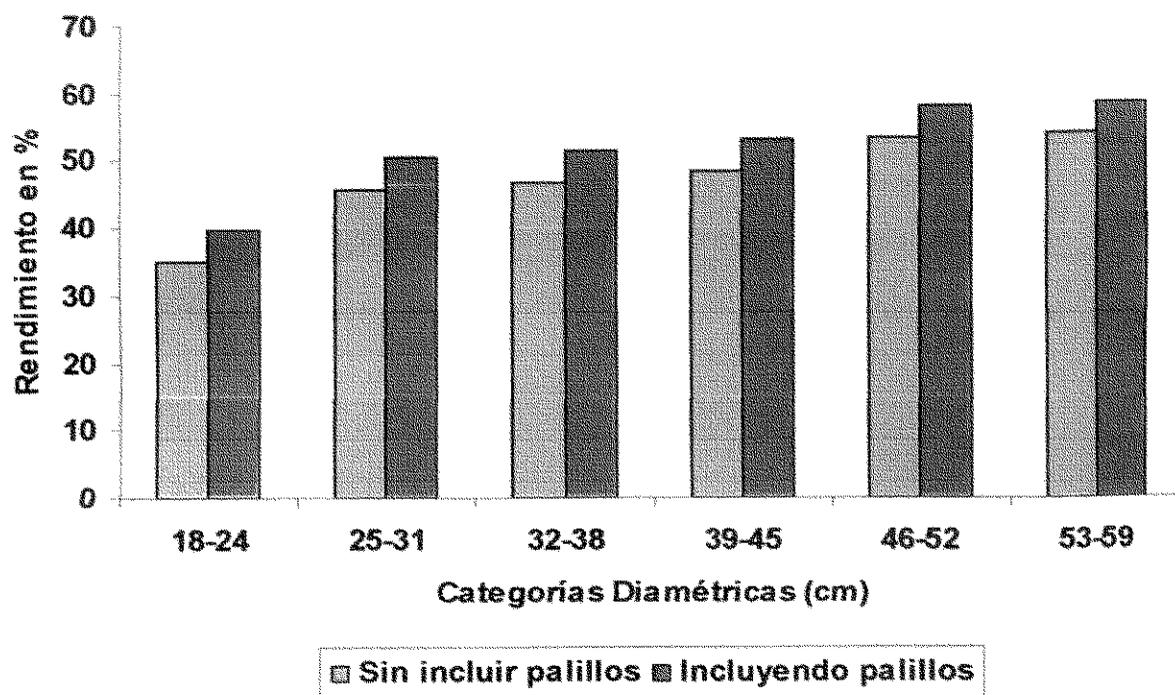


Figura 4: Comparación de rendimientos en el Aserradero Madriz, cuando se procesan palillos y cuando no se realiza esta actividad, 1999

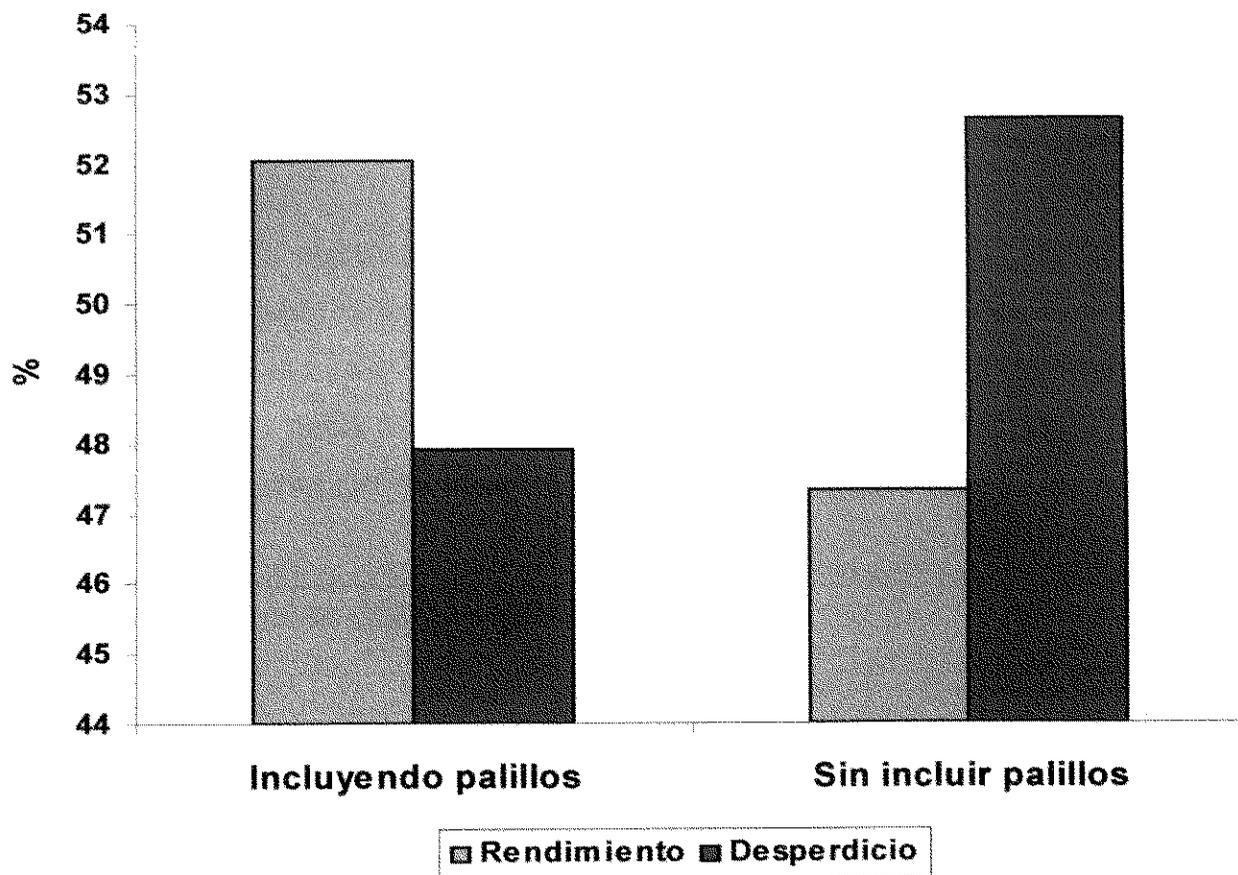


Figura 5: Comparación entre los rendimientos promedios obtenidos Aserradero Madriz, 1999

4.1.4 Análisis económico del Aserradero Madriz

El cuadro 3, muestra la estructura de costo del aserradero Madriz en un día de labores. Es importante mencionar que el costo de la materia prima se asume como comprada puesta en el plantel del aserradero.

Cada m^3 de madera en rollo puesta en el aserradero se cotizó a un precio de \$ 40, y el aserradero para procesar 4000Pt que es su producción promedio necesita de 19.9 m^3 de madera en rollo lo que hace que el costo diario de materia prima sea de \$ 797.10

La electricidad y el agua potable son los costos menos significativo ya que el Aserradero Madriz es movido por un motor de combustión interna y no posee lavadora de troza.

El costo más significativo en la estructura son los costos de la materia prima, ya que representa el 90.32% del total de costos, esto se debe a que el aserradero compra la materia prima puesta en el plantel (lugar donde está ubicado el aserradero) y no hace todo el proceso de aprovechamiento forestal lo que le produciría una disminución en el costo de la materia prima.

Cuadro 3. Estructura de costos del Aserradero Madriz por producción diaria (Producción diaria = 4000 pt.), 1999

Descripción	Costo en \$	Tipo de costo	Costos fijos	Costos variables	CVU
Materia prima	797.10	Variable		797.10	0.19927
Combustible	16.00	Variable		16.00	0.00400
Gastos de Admón.	10.00	Fijo	10.00		
Electricidad y agua	0.83	Variable		0.83	0.00021
Manten. De la sierra	4.00	Variable		4.00	0.00100
Lubricantes	8.00	Variable		8.00	0.00200
Mano de obra	14.58	Fijo	14.58		
Incentivos	20.00	Variable		20.00	0.00500
Depreciación	12.00	Fijo	12.00		
TOTAL	882.51		36.58	845.93	0.2114

4.1.4.1 Punto de equilibrio del Aserradero Madriz

El punto de equilibrio en el Aserradero Madriz es calculado por producción diaria y este equivale a 412.75 Pie tablares = 0.97 m³, lo que nos indica que el Aserradero madriz Necesita producir diariamente esta cantidad de Pie tablares ya que si produce por debajo de esta cantidad la empresa incurrirá en perdidas, y, si ocurre lo contrario y produce por encima del punto de equilibrio el aserradero empieza a generar ganancias.

El punto de equilibrio es calculado sobre una producción diaria de 4000 Pie tablares, lo que nos indica que el aserradero solo necesita producir el 10.32% de

lo que produce normalmente para alcanzar su punto de equilibrio. El punto de equilibrio es bajo porque los costos fijos son bajos únicamente representan el 4.14% de los costos totales.

El punto donde se interceptan la línea de los ingresos y la de los costos, es el punto de equilibrio del aserradero, y esta tiene que ser la meta mínima de producción diaria del aserradero.

La figura 6 muestra el punto de equilibrio del Aserradero Madriz; obsérvese que cuando la empresa produce por encima del punto de equilibrio la línea de los ingresos supera la de los costos; lo que quiere decir que la empresa a partir de se punto de la producción empieza a generar utilidades.

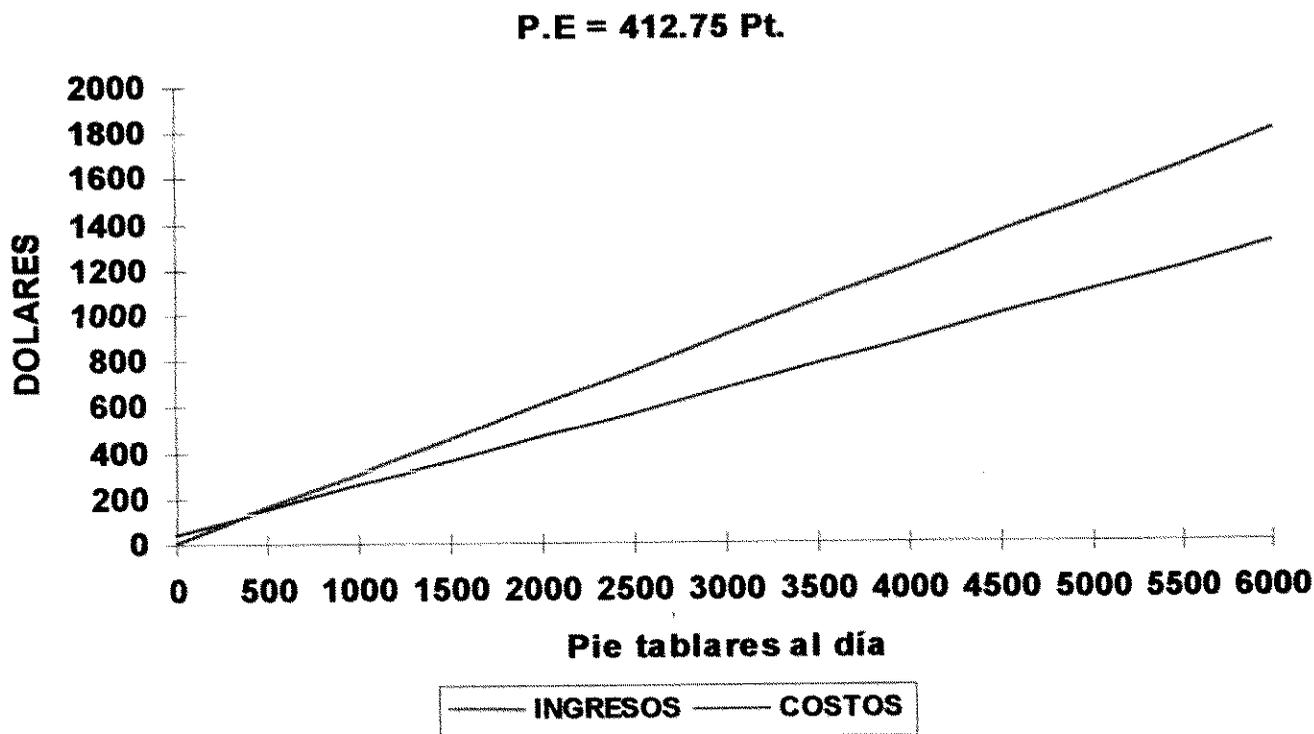


Figura 6: Punto de equilibrio por producción diaria, Aserradero Madriz 1999

4.1.4.2 Utilidades del Aserradero Madriz

Las utilidades al igual que el punto de equilibrio, se expresarán por producción diaria, partiendo de que el Aserradero Madriz posee una producción diaria de 4000 Pts y el precio de venta de cada Pt es de **US\$ \$0.30** los ingresos diarios del aserradero ascienden a **US\$ \$1200**.

Los costos totales diario en el Aserradero Madriz ascienden a **\$882.51** y sus ingresos diarios equivalen a **US\$ \$1200** lo que quiere decir que el aserradero posee una utilidad diaria de **US\$ \$317.51**.

Si el aserradero trabaja un mes (24 días) sin interrupción, las utilidades ascenderán a **US\$ \$7620.24**.

En caso de que el aserradero tenga un paro de labores por falta de materia prima, fallas mecánicas u otras causas, el aserradero tiene que cubrir los costos fijos ya que estos son independientes de la producción; pero con las utilidades obtenidas en un mes de labores (**US\$ \$7620.24**) la empresa tiene suficientes recursos para cubrir los costos fijos de 208 días ya que los costos fijos diarios del aserradero son de **US\$ \$36.58**.

4.1.4.3 Punto de equilibrio de la palillera del Aserradero Madriz

El Aserradero Madriz, también obtiene ingresos al transformar el desperdicio de la madera en rollo en piezas aserradas de menor dimensión llamadas palillos, para lo cual utiliza una maquina a la que se le denomina palillera.

Para el procesamiento de palillos, el costo de la materia prima es cero, ya que la materia prima utilizada es el desperdicio que genera la madera en rollo al momento de procesarla en la sierra principal.

Cuadro 4. Estructura de costos por producción diaria de la palillera del Aserradero Madriz, 1999

producción base = 400 pts.

Descripción	costo en \$	Tipo de cost.	C.fijos en \$	C. variables en \$	Cont al CVU en \$
Materia prima	0			0	0
Agua potable	0.551	Variable		0.551	0.0013775
materiales	5.954	Variable		5.954	0.014885
Salarios	15	Fijos	15		
Depresiación	1.370	Fijos	1.37		
Tramite export.	4.584	Variable		4.584	0.01146
Energía	3.336	Variable		3.336	0.00834
Total	30.795		16.37	14.425	0.0360625

El punto de equilibrio de la palillera del Aserradero Madriz es de 62.022 = 0.1227 M³

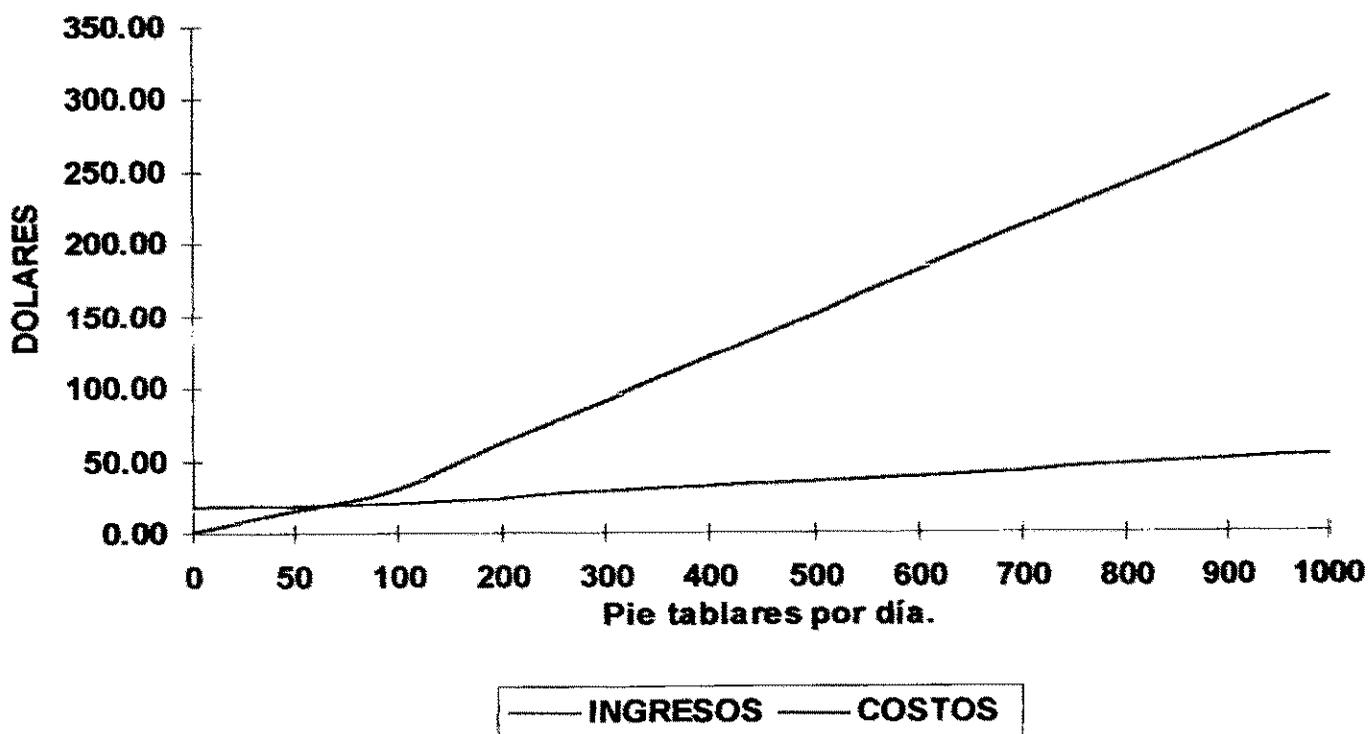


Figura 7: Punto de equilibrio de la palillera del Aserradero madriz por producción diaria, 1999

Como podemos observar en la figura 7, el punto de equilibrio de la palillera del Aserradero Madriz es de 62.02 pie tablares(0.1227M³), lo que quiere decir que

con el 15.5% de lo producido en un día la palillera cubre los costos totales de producción en los que incurre en un día de trabajo.

Con el desperdicio de los 20 metros cúbicos de madera en rollo procesados por el Aserradero Madriz la palillera produce 400 Pt de palillos, ya que por el desperdicio generado al procesar un metro cúbico de madera en rollo se obtienen 20 Pt en palillos.

4.1.4.4 Utilidades de la palillera del Aserradero Madriz

Partiendo de que la producción diaria de la palillera en el Aserradero Madriz es igual a 400 Pts en palillos y que el precio de ventas por Pt es de US\$ \$0.30 los ingresos que genera la palillera diariamente ascienden a US\$ \$120.

Las utilidades generadas por la palillera en un día de labores ascienden a US\$ \$89.205 por día.

En caso de que la palillera tenga un paro de labores por falta de materia prima, fallas mecánicas u otras causas, la palillera tiene que cubrir los costos fijos ya que estos son independientes de la producción; pero con las utilidades obtenidas en un mes de labores (24 días) la palillera genera los suficientes recursos (US\$ \$2140.92), para cubrir los costos fijos de 130 días ya que los costos fijos diarios del aserradero son de US\$ \$16.37.

Las utilidades totales del Aserradero Madriz ascienden a US\$ \$406 (317.49 del aserradero y 89.205 de la palillera), lo que significa el 30.81% de los ingresos totales de la empresa, los costos totales significan el 69.19% de los ingresos totales.

El punto de equilibrio del aserradero es el 10.32% de su producción diaria normal y el punto de equilibrio de su palillera es de 15.5%, lo que indica que

ambas maquinas tienen un punto de equilibrio relativamente bajo en comparación a su producción total y esto se debe principalmente a que poseen costos fijos bajos en relación con sus costos totales.

4.2 Rendimientos de la materia prima y Análisis económico en el Aserradero Jalil Zavala

Los rendimientos del Aserradero Jalil Zavala, al igual que en el Aserradero Madriz se expresarán por categoría diamétrica y la amplitud de esta fue calculada de la misma forma como se calculó para el Aserradero Madriz.

4.2.1 Rendimiento de la materia prima sin incluir palillos

La relación directa entre el rendimiento de la materia prima y el diámetro de esta se debe a que la pérdida por aserrín producto del espesor de corte de la sierra es más significativa en una troza de 16 cm que en una de 45 cm.

En el estudio realizado por Vides, 1998 en un aserradero marca Wood Mizer de sierra de banda vertical similar al tipo de sierra del Aserradero Jalil Zavala y ubicado en Comayagua, Honduras; el rendimiento fue de 48.15% similar al del Aserradero Jalil Zavala el cual es de 48.23%.

Cuadro 5. Rendimiento por categoría diamétrica en el Aserradero Jalil Zavala sin incluir palillos, 1999

Categoría Diamétrica(cm)	Volumen muestreado (M3)	Aserrado		Rendimiento en %	Rendimiento P/M ³
		PL	M ³		
18-24	2.2325277	326.99	0.7712	34.54498706	146.4707451
25-31	4.6084014	887.25	2.0925	45.40773574	192.5287995
32-38	5.1571291	1047.17	2.4697	47.8896814	203.0522491
39-45	4.4066052	922.67	2.1762	49.38269956	209.3826461
46-52	2.5763631	606.083	1.4294	55.48293378	235.2476392
53-59	2.0551766	494.25	1.1657	56.71940611	240.4902819
TOTAL	21.036203	4284.413	10.1047		
Promedio				48.23790728	204.5287268

Es importante mencionar que el Aserradero de Comayagua es de sierra de banda vertical pero de marca diferente al del Aserradero Madriz, y además las dimensiones de la sierra del aserradero de Comayagua son diferentes en cuanto a ancho y largo; pero su espesor de corte es de 3mm, igual al del aserradero Jalil Zavala que también es de 3mm; ello explica la similitud en el rendimiento.

4.2.2 Rendimiento de la materia prima en el Aserradero Jalil Zavala incluyendo palillos

En el Aserradero Jalil Zavala se realizó el experimento para determinar cuantos pies tablares en palillos se obtenían al procesar el desperdicio de 1 metro cúbica, y los resultados fueron iguales a los obtenidos en el Aserradero Madriz ya que se obtuvieron 20 Pie tablares (0.0472 M³) de madera aserrada en forma de palillos por cada metro cúbico de madera en rollo que se procesa en la sierra principal del aserradero.

Considerando que la muestra es de 21.0362 m³ se obtuvo un total de 420.724 Pie tablares en Palillos, lo que equivale a 0.9923 m³ en palillos.

El cuadro 6, muestra los rendimientos en porcentaje del Aserradero Jalil Zavala por cada categoría diamétrica descrita. En este cuadro si se incluyen los pies tablares en palillos.

Cuadro 6. Rendimiento por categoría diamétrica en el Aserradero Jalil Zavala incluyendo palillos, 1999

Categoría Diamétrica (cm)	Volunem Muestrado en M3	Aserrado		Rendimiento en %	Rendimiento Pt/M3
		Pt	M3		
18-24	2.2325	371.6506	0.8765	39.2620	166.4707
25-31	4.6084	979.4180	2.3099	50.1247	212.5288
32-38	5.1571	1150.3093	2.7130	52.6067	223.0522
39-45	4.4066	1010.7988	2.3839	54.0997	229.3826
46-52	2.5764	657.6106	1.5510	60.1999	255.2476
53-59	2.0552	535.3535	1.2626	61.4364	260.4903
TOTAL	21.0362	4705.1408	11.0970		
Promedio				52.9549	224.5287

En el cuadro 6, ya se incluyen los palillos que se obtienen producto del procesamiento de la madera en rollo; por ello la cantidad de madera aserrada por cada metro cúbico de madera en rollo es mayor; mejorando los rendimientos en un 4.7%.

Los 20 Pie tablares en palillos que se obtienen al procesar el desperdicio de 1 metro cúbico es igual para todas las categorías diamétricas; debido a que la cantidad de palillos obtenidos, dependen de otros factores independientes al diámetro tales como: la calidad de la materia prima y la cantidad de desperdicio que es útil para procesar hacer palillos que se pueda obtener de cada troza.

5.2.3 Comparación de los rendimientos promedios y por categoría diamétrica en el Aserradero Jalil Zavala cuando se procesan palillos y cuando no se realiza esta actividad

El cuadro 6, muestra el rendimiento en porcentaje de la materia prima por cada categoría diamétrica muestreada en el Aserradero Jalil Zavala, en este cuadro ya se incluyen los palillos obtenidos por el procesamiento del desperdicio de la madera en rollo.

Si comparamos el rendimiento cuando no se incluyen palillos podemos observar un aumento del 4.7% del rendimiento; en el aserradero de Comayagua los palillos aumentaron el rendimiento en un 3.72%; es menor que el aserradero Jalil Zavala debido a que esta empresa comercializa parte del desperdicio que puede ser transformado en palillos. (Vides, 1998)

En la figura que se muestra a continuación (figura 8), se hace una comparación entre los rendimientos en porcentaje por categoría diamétricas obtenidos en el Aserradero Jalil Zavala, cuando se hace la actividad de procesar el desperdicio de la madera en rollo para transformarla en palillos y cuando no se realiza esta actividad.

En la figura 8 se puede observar que al incluir los palillos existe un incremento del 4.7% del rendimiento en cada una de las categorías, y por ende en el rendimiento promedio del Aserradero Madriz. El incremento en el rendimiento promedio del Aserradero Jalil Zavala, se puede observar en la figura #10.

La producción aumentó 420.72 pie tablares (0.9922 m³); ya que paso de 4284.413 pie tablares a 4705.1408; es decir que la producción aumenta en un 9.83%; estos 422.72 pie tablares que aumenta la producción son precisamente los pie tablares en palillos que se obtienen al procesar el desperdicio de la madera en rollo al momento de ser procesadas en la sierra principal del aserradero.

En la figura 9 se muestra la comparación de los rendimientos promedios del Aserradero Jalil Zavala, cuando se procesan palillos y cuando no se realiza esta actividad.

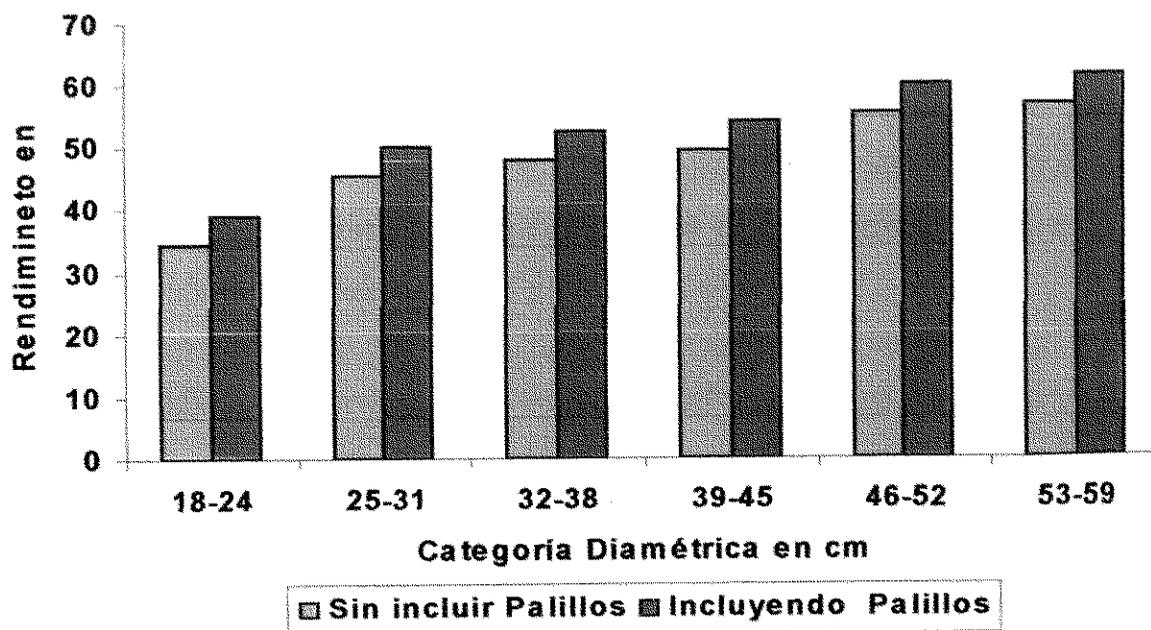


Figura 8: Comparación de rendimientos por categoría diamétrica cuando se incluyen los palillos y cuando no se realiza esta actividad, Aserradero Jalil Zavala, 1999

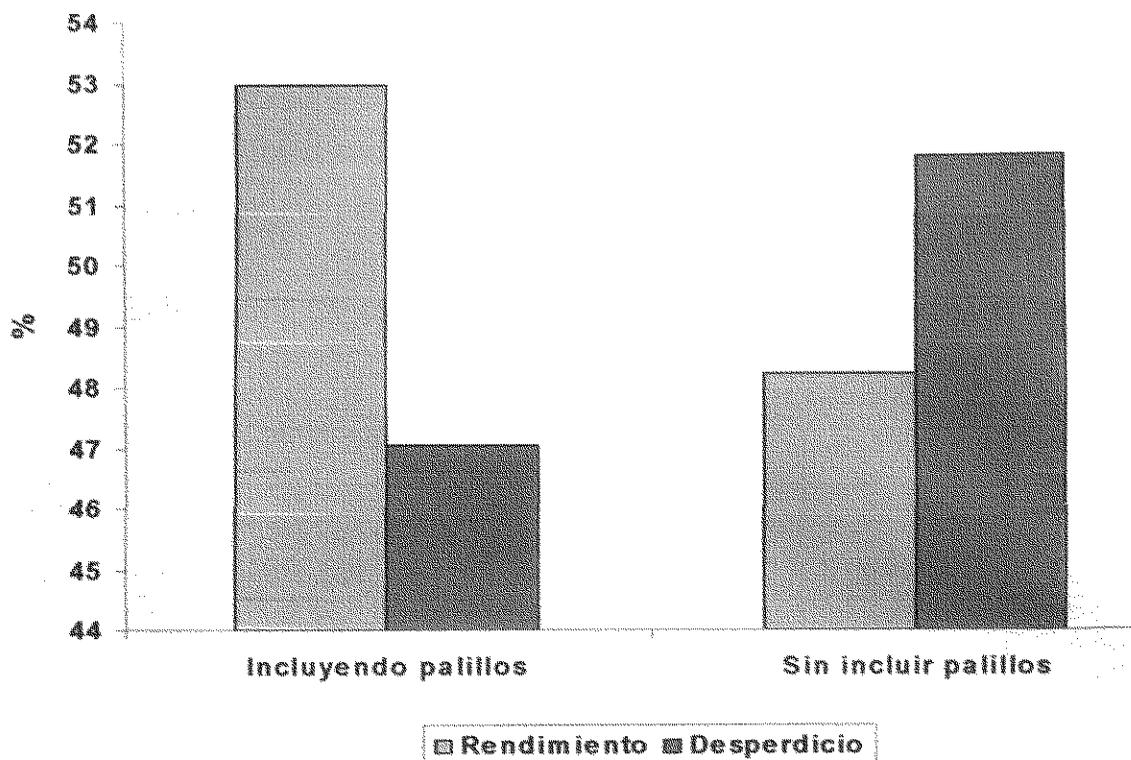


Figura 9: Comparación de los rendimientos promedios, Aserradero Jalil Zavala, 1999

4.2.4 Análisis económico en el Aserradero Jalil Zavala.

El cuadro 7, muestra la estructura de costo del aserradero Jalil Zavala en un día de labores. Es importante mencionar que el costo de la materia prima se asume como comprada puesta en el plantel del aserradero.

Cada m^3 de madera en rollo puesta en el aserradero se cotizó a un precio de $US\$ 40$, y el aserradero para procesar 5800 Pts que son su producción promedio necesita de $28.3 m^3$ de madera en rollo lo que hace que el costo diario de materia prima sea de $US\$ 1131.6$

A continuación el cuadro 7 muestra la estructura de costos del Aserradero Jalil Zavala en un día de labores, los costos están expresados en dólares.

El costo más significativo en la estructura son los costos de la materia prima, ya que representa el 87.929% del total de costos, esto se debe a que el aserradero compra la materia prima puesta en el plantel (lugar donde está ubicado el aserradero) y no hace todo el proceso de aprovechamiento forestal lo que le produciría una disminución en el costo de la materia prima.

Cuadro 7. Estructura de costos del Aserradero Jalil Zavala, 1999

Producción Diaria = 5800 Pts.

Descripción	Costos en \$	Tipo de Costos	C. fijos	C. variable	C.V.U
Energía	35.746	Variable		35.746	0.00616
Salarios	39.168	Fijo	32.168		
Incentivo por prod.	23.266	Variable		23.266	0.00401
Piedra de afilado	2.862	Variable		2.862	0.00049
Diesel	1.398	Variable		1.398	0.00024
Bandas	4.824	Variable		4.824	0.00083
Mant. Y rep.	11.025	Fijo	8.025		
Materiales	16.538	Variable		16.538	0.00285
Materia prima	1131.600	Variable		1131.600	0.19510
Gastos administ.	20.517	Fijo	14.517		
Depreciación	16.00	Fijo	16.00		
Total	1286.944		70.710	1216.234	0.20970

4.2.4.1 Punto de equilibrio del aserradero Jalil Zavala

El punto de equilibrio en el Aserradero Jalil Zavala es calculado por producción diaria y este equivale a 783.06 Pie tablares = 1.85 m³, lo que nos indica que el Aserradero Jalil Zavala necesita producir diariamente esta cantidad de Pie tablares ya que si produce por debajo de esta cantidad la empresa incurrirá en pérdidas, y, si ocurre lo contrario y produce por encima del punto de equilibrio el aserradero empieza a generar ganancias.

El punto de equilibrio es calculado sobre una producción diaria de 5800 Pie tablares, lo que nos indica que el aserradero solo necesita producir el 13.5% de lo que produce normalmente, para alcanzar su punto de equilibrio.

La figura 10 muestra que cuando la producción diaria del aserradero supera los 783.06 Pts, la línea de los ingresos superan la de los costos, ósea que en ese momento de la producción el Aserradero Jalil Zavala, empieza a generar utilidades; por ello el punto de equilibrio tiene que ser la meta mínima de producción de la empresa.

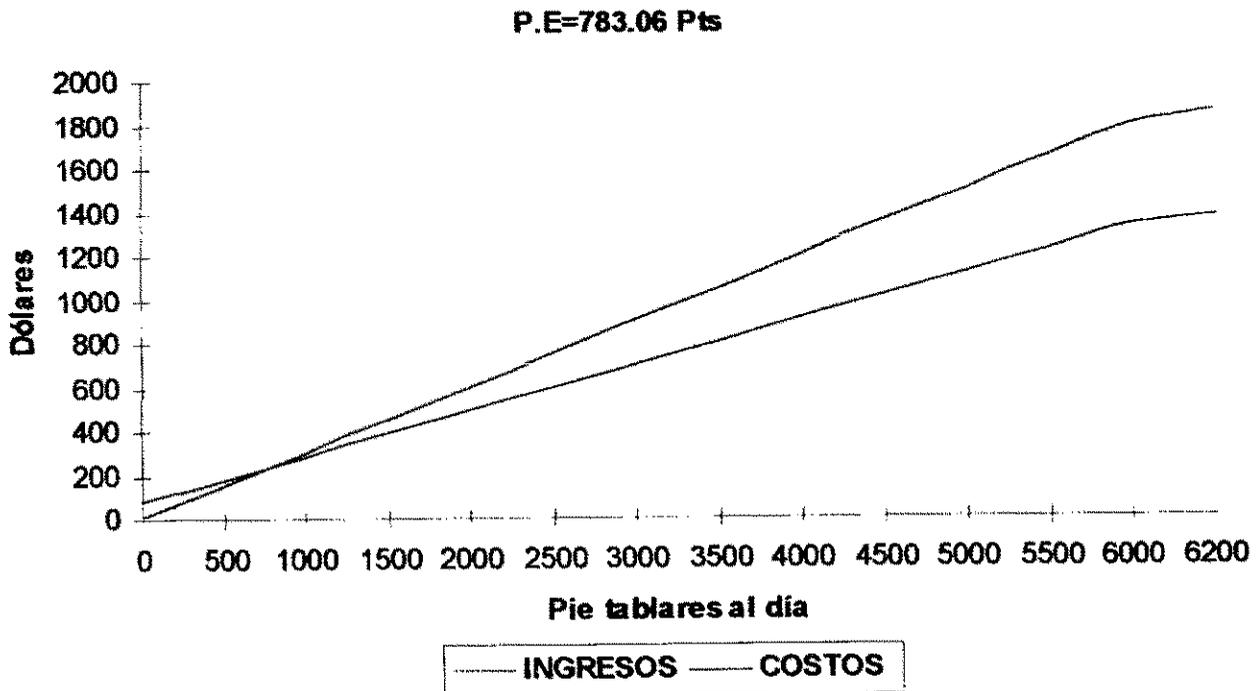


Figura 10: Punto de Equilibrio por producción diaria, Aserradero Jalil Zavala, 1999

4.2.4.2 Utilidades del aserradero Jalil Zavala

Las utilidades al igual que el punto de equilibrio, se expresarán por producción diaria.

Los costos totales diario en el Aserradero Jalil Zavala ascienden a US\$ \$1286.94 y sus ingresos diarios equivalen a US\$ \$1740 producto de la venta de 5800 Pts US\$ \$ 0.30 por cada Pt; lo que quiere decir que el aserradero posee una utilidad diaria de \$453.05.

Si el aserradero trabaja un mes (24 días) sin interrupción, las utilidades ascenderán a **US\$ \$10873.34**.

En caso de que el aserradero tenga un paro de labores por falta de materia prima, fallas mecánicas u otras causas, el aserradero tiene que cubrir los costos fijos ya que estos son independientes de la producción; pero con las utilidades obtenidas en un mes de labores (**US\$ \$10873.34**) la empresa tiene suficientes recursos para cubrir los costos fijos de 153 días ya que los costos fijos diarios del aserradero son de **US\$ \$70.710**.

4.2.4.3 Utilidades de la palillera del Aserradero Jalil Zavala

El Aserradero Jalil Zavala no obtiene ingresos directos al transformar el desperdicio de la madera en rollo en piezas aserradas de menor dimensión llamadas palillos; ya que actualmente la palillera se arrienda a un grupo de desmovilizados del ejercito.

El Aserradero, alquila la palillera por un valor de \$100 (cien dólares) al mes; es decir **US\$ \$3.33** al día, siendo esta cantidad las utilidades diarias de la palillera ya que la empresa no asume el proceso productivo, sino que arrienda la maquina.

Las utilidades totales del Aserradero Jalil Zavala ascienden a **US\$ \$456.39** (Utilidades del aserradero más arriendo de palillera), lo que significa el 26.18% de los ingresos totales de la empresa, los costos totales significan el 73.82% de los ingresos totales.

En el Aserradero Jalil Zavala la palillera no tiene costos de producción ni punto de equilibrio porque actualmente es arrendada, por ello la empresa no asume el proceso productivo de esta actividad (realizar palillos).

4.3 Comparación entre los resultados obtenidos en ambos aserraderos (Madriz y Jalil Zavala)

4.3.1 Comparación entre los rendimientos obtenidos en el A. Madriz y en el A. Jalil Zavala

En esta parte del documento, se realizará una comparación entre los rendimientos obtenidos en ambos aserraderos.

En la figura 12, se muestra a continuación una comparación entre los rendimientos obtenidos en el aserradero Madriz y el Jalil Zavala, por cada categoría diamétrica muestreada en ambos aserraderos.

En la figura 10 se puede observar que en las dos primeras categorías diamétricas el Aserradero Madriz tiene mejor rendimiento que el Aserradero Jalil Zavala, esto se debe principalmente a que el tipo de carro que posee el Aserradero Madriz permite aserrar las costeras o costoneras de las trozas menores que poseen dimensiones aserrables; además, las trozas de menor dimensión, no son sometidas a muchos cortes por la sierra, lo que implica que la diferencia entre ambos aserraderos por pérdida de aserrín es casi similar.

En las trozas de diámetros de 32 cm en adelante, el aserradero Jalil Zavala tiene mejores rendimientos, esto se debe principalmente a que estas trozas son sometidas a varios cortes por la sierra, situación en la que sale favorecida el Aserradero Jalil Zavala ya que posee una sierra de menor espesor, la que realiza un espesor de corte menor lo que provoca, que la pérdida por aserrín sea menor que en el Aserradero Madriz, el cual posee una sierra de mayor espesor que el Aserradero Jalil Zavala.

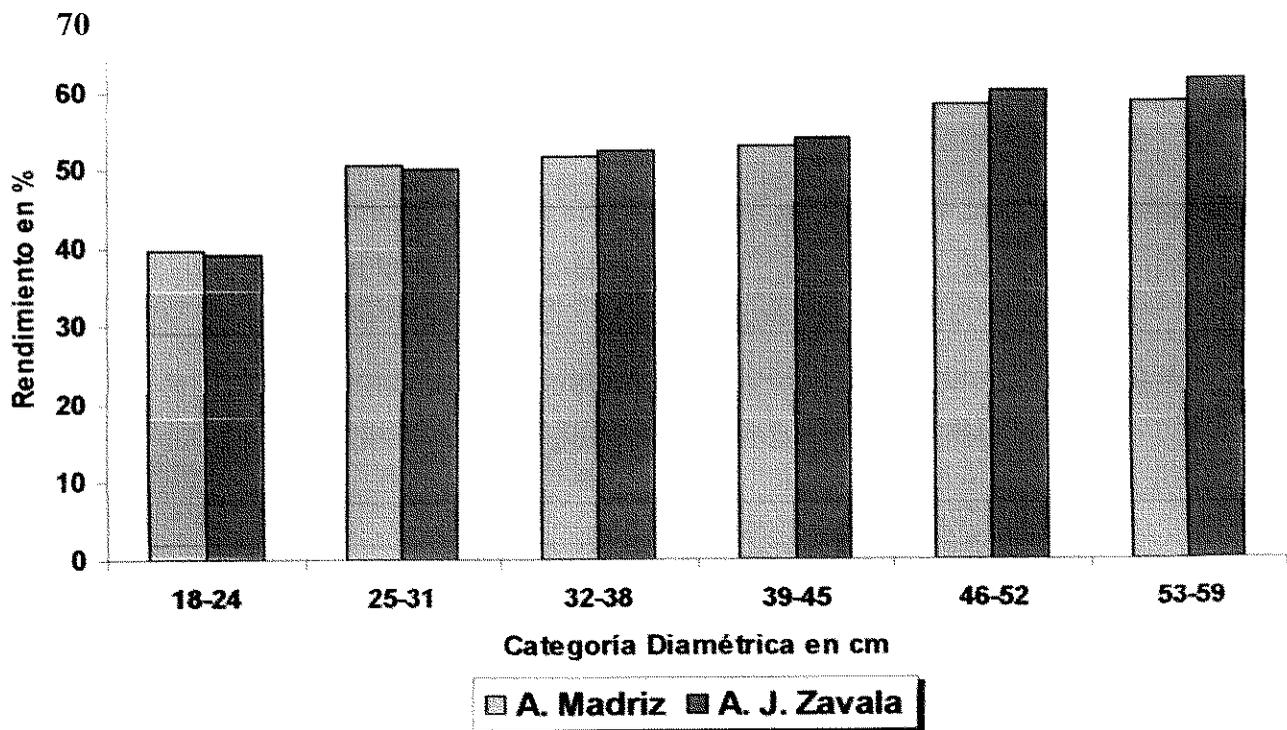


Figura 11: Comparación de rendimientos en porcentajes entre el A. Madriz Y el A. Jalil Zavala, 1999

Cuadro 8. Resumen comparativo de rendimiento entre el Aserradero Madriz Y el Aserradero Jalil Zavala, 1999

Aserradero	Rendimiento en % I.P	Rendimiento en % S.I.P	Diferencia	Sierra	Espesor de corte en mm
Madriz	52.06	47.34	4.72	Circular D.F	4
Jalil Zavala	52.95	48.24	4.72	Sin Fin	2.8
Diferencia	0.8967	0.8967			1.2

I.P: incluyendo palillos, S.I.P: sin incluir palillos, D.F: dientes fijos.

En el cuadro 8 se puede observar que en ambos aserraderos al no incluir palillos, el rendimiento disminuye en un 4.717%, y la diferencia de rendimiento entre los dos tipos de sierras es de 0.8967%; es decir que el aserradero Jalil Zavala posee un rendimiento de 0.8967% mayor que el Aserradero Madriz.

En la figura que se muestra a continuación, figura 12, se hace una comparación entre dos situaciones que pueden aumentar o disminuir el rendimiento en los aserraderos evaluados; las situaciones son:

- La diferencia de rendimiento que provoca el tipo de sierra principal usada por cada aserradero.
- La diferencia de rendimiento producto del procesamiento del desperdicio de la madera en rollo para transformarla en palillos.

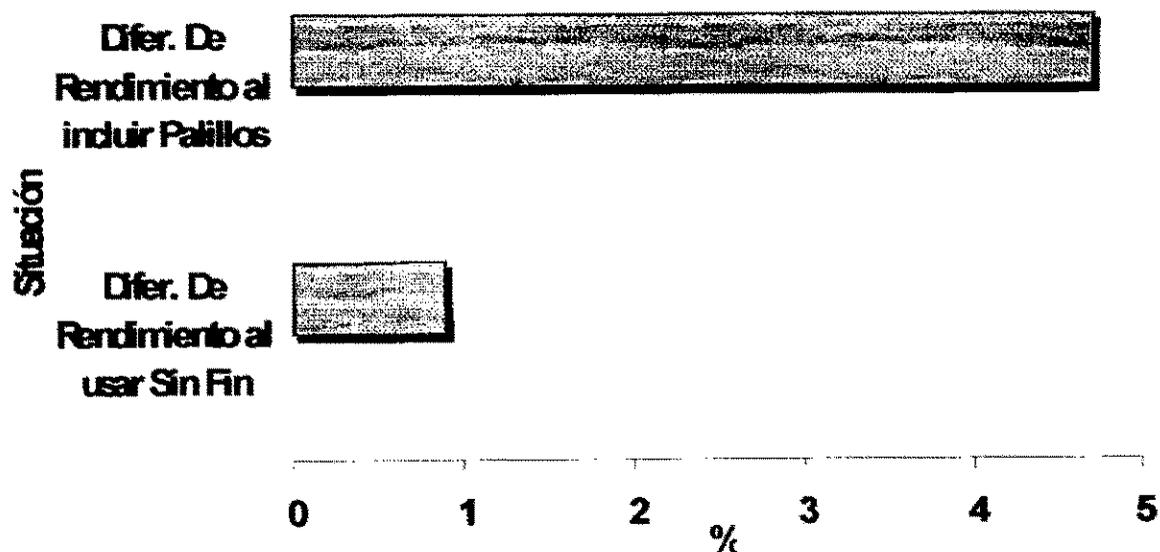


Figura 12: Comparación de dos situaciones que influyen directamente en los rendimientos, procesar palillos y usar sin fin o circular, 1999

Según vides, 1998; el rendimiento depende en un 30% del aserrador, un 30% del mantenimiento, en un 20% de la calidad de la materia prima y 20% de la tecnología utilizada en su asierre.

4.3.2 Comparación entre los resultados económicos obtenidos en los aserraderos, Madriz y Aserradero Jalil Zavala

Cuadro 9. Comparación entre los resultados económicos obtenidos en ambos aserraderos

Aserradero	Produc. Pt/Día	Ingresos en \$/Día	Costos en \$/Día	Utilidad en \$/Día	Utilidad por Pt en \$	P. E Pt/Día
Madriz	4000	1200	882.51	317.49	0.0794	412.75
Palillera	400	120	30.795	89.205	0.2230	62.02
Total	4400	1320	913.305	406.695	0.0924	474.77
Jalil Zavala	5800	1740	1286.944	453.056	0.0781	783.06
Palillera	-	3.333	0	3.333	-	-
Total	5800	1743.333	1286.944	456.389	0.0787	783.06

En el cuadro 9 se puede observar que el Aserradero Jalil Zavala obtiene mayores utilidades por día que el Aserradero Madriz; pero esto se debe a que el A. Jalil Zavala, posee una producción 31.82% mayor que el Aserradero Jalil Zavala.

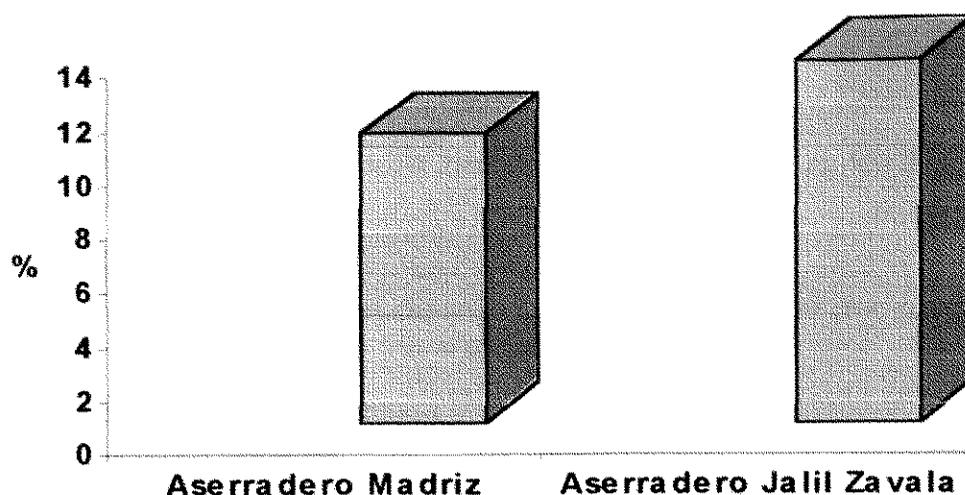


Figura 13: Comparación entre los puntos de equilibrio en relación con su producción diaria.

El punto de equilibrio del Aserradero Madriz equivale al 10.79% de la producción diaria y el punto de equilibrio del Aserradero Jalil Zavala es el 13.5% de su producción diaria, (ver figura 13), aunque los puntos de equilibrio de ambos aserradero son bajos, el Aserradero Madriz alcanza su punto de equilibrio con menor cantidad producida, ya que los costos fijos del aserradero Madriz ascienden a US\$ 36.58 y los del Aserradero Jalil Zavala a 70.710; es decir que los costos fijos del Aserradero Jalil Zavala son 47.7% mayores a los del Aserradero Madriz, lo que hace que el riesgo de pérdidas sea menor que en el Aserradero Jalil Zavala.

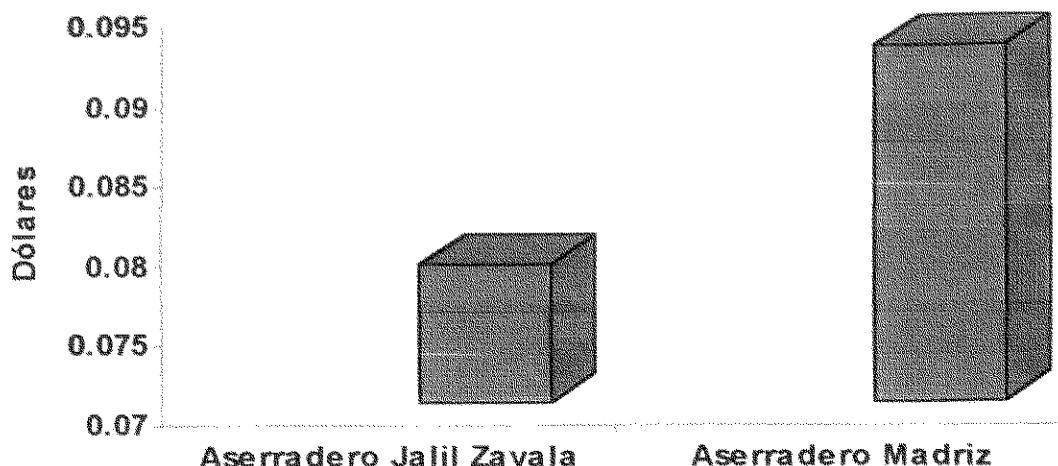


Figura 14: Comparación de las utilidades obtenidas por pie tablares en cada uno de los aserraderos evaluados.

El Aserradero Madriz obtiene más utilidades por pie tablar que el aserradero Jalil Zavala, (ver figura 14), ya que los costos de producción del aserradero Madriz son 29.03% menores que los costos del Aserradero Jalil Zavala; y además el aserradero Madriz obtiene utilidades por la actividad de procesar el desperdicio en palillos.

Si el Aserradero Madriz llegará a producir diariamente la misma cantidad de pie tablares que el Aserradero Jalil Zavala, las utilidades diarias de este serían de **US\$ \$ 535.92 diario**($0.0924 \times 5800 \text{Pt.}$); ósea 14.84% mayor que las utilidades que obtiene el Aserradero Jalil Zavala al producir la misma cantidad 5800Pt.

Actualmente el Aserradero Jalil Zavala está dejando de generar diariamente **US\$ \$115.22**, ya que en al palillera que actualmente se está alquilando a un grupo de desmovilizados del ejercito se producen 516.6 Pt en palillos y la utilidad por cada Pt de palillo producido es de **US\$ \$0.22**, de estos **US\$ \$115.22** el Aserradero Jalil Zavala solo obtiene **US\$ \$3.33** por concepto de alquiler.

VI. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de los aserraderos podemos concluir:

- Existe una relación directamente proporcional entre el diámetro de la materia prima y el rendimiento de esta.
- El Aserradero Madriz posee un rendimiento promedio de 47.3%, lo que quiere decir que solo este porcentaje de la troza es transformado en madera aserrada, el 52.66% restante se pierde en aserrín, costoneras y piezas aserradas que no dan dimensiones uniformes por lo que son descartadas como madera aserrada.
- Si las costoneras y las piezas que no poseen dimensiones uniformes son procesadas en la palillera, se obtienen piezas aserradas de menor dimensión, lo que aumenta el rendimiento de la materia prima en un 4.7%, lo que quiere decir que el rendimiento del Aserradero Madriz aumenta hasta un 52.1%.
- El Aserradero Jalil Zavala tiene un rendimiento promedio en su materia prima de 48.2%; pero si se realiza la actividad de procesar el desperdicio de la madera en rollo para transformarla en palillos el rendimiento aumenta en 4.7%, por lo que el rendimiento promedio del Aserradero Jalil Zavala pasa a ser de 52.9%.
- El rendimiento promedio del Aserradero Jalil Zavala supera en un 0.89% al rendimiento del Aserradero Madriz; pero el Aserradero Madriz posee mejores rendimientos en las trozas de menor diámetro (trozas entre 18-31 cm) que el Aserradero Jalil Zavala, (este factor es importante ya que la

mayoría del bosque de pino en las Segovia es bosque joven y bosque en desarrollo; es decir árboles de menores dimensiones.

- Es más importante para el aumento del rendimiento la existencia de una palillera que procese el desperdicio de la madera en rollo, que el tipo de sierra a utilizar para el procesamiento de la madera en rollo. El procesar el palillo el rendimiento aumenta en un 4.717% y el utilizar la sierra de banda aumenta el rendimiento en un 0.8967% solamente.
- El aserradero Jalil Zavala posee utilidades diarias 10.88% superiores al Aserradero Madriz, pero los costos de producción del Aserradero Madriz son 29.03% menores que los del aserradero Jalil Zavala, por lo que las utilidades por unidad producida, (utilidad/Pt), son 14.84% mayores que las del Aserradero Jalil Zavala
- El punto de equilibrio del Aserradero Madriz se alcanza con el 10.79% de la producción diaria y el Aserradero Jalil Zavala lo alcanza con el 13.5%, por lo que las posibilidades de incurrir en pérdidas son menores en el Aserradero Madriz; por estas razones concluimos que el Aserradero Madriz es más rentable que el Aserradero Jalil Zavala.

VII. RECOMENDACIONES.

- Establecer en los aserraderos palilleras ya que estas ayudan a mejorar los rendimientos de la materia prima y por ende permiten obtener ingresos productos de la venta de palillos aumentando de esta manera las utilidades del aserradero.
- Disminuir los costos fijos para que el punto de equilibrio se alcance con menor cantidad de unidades producidas.
- El Aserradero Jalil Zavala tiene que asumir de manera inmediata, el proceso productivo de la palillera ya que actualmente la empresa se la está alquilando a un grupo de desmovilizado.
- Realizar un estudio ergonómico para determinar las condiciones de los trabajadores en cada uno de los aserraderos.
- Realizar un estudio de tiempo y movimiento en ambos aserraderos, para determinar en que momento de la producción se pierde tiempo innecesario lo que provoca disminución en la eficiencia del trabajo.
- En lo posterior, realizar estudios que determinen el costo de todo el proceso de extracción de la madera, desde el bosque, hasta el aserradero, ya que la materia prima utilizada en este trabajo fue comprada puesta en el aserradero.
- Se recomienda el aserradero circular dientes fijos para procesar trozas entre 18 – 31 cm de diámetro.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Brown – James 1990 La Industria Maderera/ Editorial Limsua, S. A. de C. V./México, D. F./ Pag. 391**
- Instituto Técnico Forestal – INATEC 1993/ Manual Técnico Forestal /INTECFOR – INATEC/ Managua / Pag. 250**
- KALLION KONEPAJA OY 1996/ Sierra Circular Kara, Todo un Aserradero con un Solo Operador / KALLION KONEPAJA OY/ Raisio – Finlandia.**
- Kontro, Silva, Tercero, Vázquez 1998/ Memorias del II Curso de aserradero/ INTECFOR – Proyecto 8 PROCAFOR/ Santa Cruz – Estelí/ Pag. 83**
- Soza 1990/ Estudio Preliminar Comparativo de la Industria de Transformación Primaria en tres Aserraderos de Masaya (tesis)/ Universidad Nacional Agraria/ Managua – Nicaragua/ Pag. 65**
- Vides 1998/ Comparación de Tres Tipos de Aserraderos (Trabajo de Tesis)/ ESNACIFOR/ Siguatepeque – Honduras/ Pag. 50**
- Weston – Brigham 1996/ Fundamentos de Administración Financiera X edición en Español/ Pag. 1148**
- CEMAPIF – ESNACIFOR 1998/ Manual Técnico Forestal/ ESNACIFOR / Siguatepeque – Honduras/ Pag. 220**

ANEXOS

Anexo 2. Datos obtenidos en el Aserradero Madriz para el cálculo de rendimiento

No Troza.	Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Diámetro promedio (cm)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Aserrado (Pt)	Aserrado en m ³
1	50	44.85	47.425	4.87	0.86027	205.8333	0.485456
2	32.8	28.75	30.775	5.48	0.407631	79.83333	0.188286
3	26	20.5	23.25	4.26	0.180862	23.33333	0.055031
4	43.8	31.5	37.65	4.26	0.474275	89.33333	0.210692
5	35.25	18.1	26.675	4.26	0.238073	72.16667	0.170204
6	54.5	44	49.25	4.26	0.811546	179.1667	0.422563
7	43.7	36.6	40.15	4.26	0.539351	119	0.28066
8	34.25	29.75	32	4.87	0.39167	86.33333	0.203616
9	43.5	37.25	40.375	4.87	0.623512	137.3333	0.323899
10	29.75	23.45	26.6	5.48	0.304533	50.83333	0.11989
11	52.5	43.5	48	4.26	0.770873	171.5	0.404481
12	38.4	33	35.7	4.26	0.426419	89	0.209906
13	37	30.1	33.55	3.65	0.322678	53.33333	0.125786
14	34	26.35	30.175	3.65	0.261023	44.75	0.105542
15	23.25	19.5	21.375	4.26	0.152867	23	0.054245
16	47	34.5	40.75	4.26	0.555592	96.5	0.227594
17	39.9	33.9	36.9	3.65	0.390334	97	0.228774
18	28	24.65	26.325	5.48	0.298269	55.33333	0.130503
19	21	16	18.5	3.35	0.090049	10.08333	0.023781
20	52.5	48.5	50.5	4.26	0.853264	192.8333	0.454796
21	32.5	29.5	31	4.26	0.321532	51.83333	0.122248
22	33.5	26.35	29.925	4.87	0.342522	70.33333	0.165881
23	50	36.5	43.25	4.26	0.625854	105.4167	0.248624
24	34.5	29	31.75	4.87	0.385574	101.6667	0.23978
25	35.5	28.75	32.125	3.35	0.271533	55	0.129717
26	49	42.5	45.75	4.26	0.700298	159.0833	0.375197
27	30.5	25.9	28.2	4.87	0.304171	57.33333	0.13522
28	35.75	33.5	34.625	4.87	0.458563	73.5	0.173349
29	36	26.9	31.45	4.26	0.330934	55.41667	0.1307
30	43	35.85	39.425	4.26	0.520049	93.83333	0.221305
31	59	51.35	55.175	4.26	1.018557	241.1667	0.568789
32	59	48.7	53.85	4.87	1.109153	248.1667	0.585299
33	35.5	30.5	33	4.26	0.364358	61.83333	0.145833
34	44.25	36.5	40.375	4.26	0.545413	116.25	0.274175
35	34.5	26.25	30.375	4.26	0.308697	46.83333	0.110456
36	27.9	25.5	26.7	3.35	0.187568	38.66667	0.091195
37	35	29.5	32.25	4.26	0.347985	70	0.165094
38	23.25	18.25	20.75	4.26	0.144058	20.33333	0.047956
39	29.75	15.65	22.7	4.26	0.172406	38.75	0.091392
40	28	22	25	4.87	0.239056	37.33333	0.08805
41	23.75	18	20.875	4.26	0.145799	18.66667	0.044025
42	21.75	18.75	20.25	3.35	0.107891	11.91667	0.028105
43	43.75	40	41.875	4.26	0.586692	146.5	0.345519
44	31.4	25.75	28.575	5.48	0.351434	71	0.167453
45	44.5	36.5	40.5	4.26	0.548796	98.5	0.232311
46	26	21.5	23.75	3.65	0.1617	29.33333	0.069182
47	29	21.5	25.25	6.09	0.304952	58	0.136792
48	39.5	39	39.25	4.87	0.589249	125.1667	0.295204
49	25.35	19.25	22.3	4.26	0.166383	21	0.049528
50	37.25	34.45	35.85	4.87	0.491584	108	0.254717
Total					21.1058	4307.33	10.159

Anexo 3. Datos obtenidos en el Aserradero Jalil Zavala para el cálculo de rendimientos

No Troza.	Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Diámetro promedio (cm)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Aserrado (Pt)	Aserrado en m ³
1	35.5	29	32.25	4.87	0.397813298	100.16667	0.23624214
2	29	24	26.5	4.87	0.268603462	50	0.11792453
3	60	46	53	4.26	0.939836344	196	0.46226415
4	56	36	46	4.26	0.707972126	164.25	0.38738208
5	36.5	30	33.25	4.87	0.42286638	67.166667	0.15841195
6	38	30	34	4.87	0.442158209	90.5	0.2134434
7	31	23	27	4.87	0.278835064	44.666667	0.10534591
8	51	38	44.5	4.26	0.662552837	121	0.28537736
9	35	25	30	5.48	0.38735928	64.916667	0.15310535
10	40	20	30	4.87	0.34424082	68	0.16037736
11	48	40	44	4.26	0.647747654	127.16667	0.29992138
12	37	29	33	5.48	0.468704729	88	0.20754717
13	26	20	23	6.09	0.253025249	33.833333	0.0797956
14	22.5	18	20.25	4.26	0.137198875	14.833333	0.03498428
15	43	36	39.5	4.26	0.522029069	122	0.28773585
16	20	16	18	4.87	0.123926695	16.666667	0.03930818
17	22	14	18	4.87	0.123926695	9.9166667	0.02338836
18	32	26	29	6.09	0.402257533	89.5	0.21108491
19	32	25	28.5	4.87	0.31067734	58.666667	0.13836478
20	36	27.5	31.75	5.48	0.433869294	92.583333	0.21835692
21	37	26.5	31.75	4.87	0.385573624	96.166667	0.22680818
22	23	19.5	21.25	4.87	0.17271805	22.75	0.05365566
23	22	19	20.5	5.48	0.180875264	23.333333	0.05503145
24	26	19.5	22.75	5.48	0.222758486	26.666667	0.06289308
25	32	26	29	5.48	0.361965727	65.333333	0.15408805
26	31	21	26	6.09	0.323336614	42.833333	0.10102201
27	40	36	38	4.87	0.552315271	113	0.26650943
28	38	27	32.5	4.87	0.404004851	71.083333	0.16764937
29	59	49	54	4.87	1.115340257	298.25	0.70341981
30	56.5	46.5	51.5	4.87	1.014458572	240.08333	0.56623428
31	27	22	24.5	3.65	0.172074268	25.333333	0.05974843
32	39	35	37	4.87	0.523628536	103.58333	0.24430031
33	19.5	16.5	18	4.87	0.123926695	20.833333	0.04913522
34	27.5	26	26.75	4.87	0.273695358	45	0.10613208
35	39	34.5	36.75	4.87	0.516576381	119.5	0.28183962
36	52	42.5	47.25	4.87	0.853932384	201.75	0.47582547
37	28.5	22.5	25.5	4.87	0.248713992	41.333333	0.09748428
38	34	31.5	32.75	4.87	0.410244216	53.5	0.12617925
39	29	27.5	28.25	4.87	0.305250766	63.333333	0.14937107
40	45	39	42	4.26	0.590199826	150	0.35377358
41	44	37	40.5	5.48	0.705962288	163.08333	0.3846305
42	38.5	35	36.75	4.26	0.451871741	106.58333	0.25137579
43	27	21.5	24.25	4.87	0.224927908	42.083333	0.09925314
44	28	26.5	27.25	4.87	0.284022582	64.916667	0.15310535
45	23.5	20	21.75	4.87	0.180941581	34.75	0.08195755
46	42	35	38.5	4.87	0.566945506	134.08333	0.31623428
47	46	36	41	4.87	0.642965354	123.25	0.29068396
48	47.5	34	40.75	4.87	0.635148219	116.16667	0.27397799
49	22	20	21	4.26	0.147549956	26.333333	0.06210692
50	24	18	21	4.87	0.168678002	29.666667	0.06996855
Total					21.03620323	4284.4167	10.1047563