



## **ESTRATEGIAS DE PRODUCTIVIDAD EN EL ASERRÍO EN EL ESTADO DE PUEBLA: ESTUDIO DE CASO**

Juan C. ORDAZ HERNANDEZ<sup>1</sup> y Miguel A. PEREZ TORRES<sup>1</sup>

1 – División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México.

**RESUMEN:** El presente estudio se realizó en el aserradero ejidal: “Industria Iztaccihuatl S. P. R. de R. L. de C. V.”, ubicado en San Rafael Ixtapalucan, perteneciente al Municipio Santa Rita Tlahuapan, en el Estado de Puebla, el cual procesa trocería de pino. Para el diagnóstico de tal empresa forestal se siguió la metodología de Zamudio (s/f), y como resultado se obtuvo la caracterización de: La maquinaria, la distribución en planta y el diagrama de flujo del aserradero; encontrándose que es necesario aumentar la velocidad de corte de 5,355.3 pies/min a 8,239.4 pies/min; mediante el cambio de diámetro de la polea motora, de 13 cm a 19 cm. Al procesar los datos de abastecimiento de materia prima se obtuvieron las frecuencias diamétricas, obteniendo que el 58.7% de la trocería se encuentra en un rango de 35 a 45 cm de diámetro; así mismo, se determinó el tiempo efectivo de corte, que resultó de 13.47 min, y una productividad de 3.02 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>. De acuerdo a los lineamientos que establece CONAFOR, se realizó un plan de negocios y se evaluó económica y financieramente (CONAFOR, 2012).

Palabras clave: diagnóstico, productividad, plan de negocios y evaluación económica-financiera.

## **INTRODUCCIÓN**

Un estudio realizado a nivel mundial, el 53% de la extracción de madera se destina a la industria forestal, en sus diferentes variantes; y el resto 47%, se destina a la leña; siendo las regiones Norteamérica y Europa con mayor madera, destinada a la industria forestal mundial (FAO, 2010).

México ha sido históricamente un país importador de productos forestales. Las mayores importaciones han estado relacionadas con la producción nacional de papel, pero en los últimos años la importación de madera aserrada ha aumentado significativamente. Uno de los factores que ha estimulado o explica el aumento de la importación de madera aserrada es que el precio de la madera aserrada elaborada en México no es competitivo con el precio internacional (Flores *et al.*, 2007).

Sin embargo, cuando logra ser competitivo en el precio, sus dos principales inconvenientes son: Una baja calidad; o una nula garantía en su abastecimiento, en cuanto a volumen y oportunidad el otro inconveniente es la falta de desarrollo sustentable, tanto en la producción primaria como en la industria nacional, sobre bases de un manejo moderno del recurso y de la integración de éste al mismo. Es evidente que la apertura comercial ha incidido en el aumento de la importación de madera aserrada (Flores *et al.*, 2007).

Durante el período 2003-2012, la producción forestal maderable ha ido disminuyendo prácticamente de forma constante; iniciando el período con 7.0 millones de metros cúbicos rollo (m<sup>3</sup>r) en 2003, y finalizando este período, con 5.9 millones m<sup>3</sup>r en 2012. Desde inicios de este período la disminución ha sido continua, con excepción de los años 2006, 2007 y



2012, en los cuales la producción alcanzó un aumento, reportando 6.5, 7.0 y 5.9 millones m<sup>3</sup> respectivamente, representando un incremento del 0.9%, 7.8% y del 7.4%, en relación al año anterior (SEMARNAT, 2012).

## MÉTODOS

El diagnóstico de la maquinaria se realizó detallando de la maquinaria y las instalaciones del aserradero. Los datos que se tomaron son: Distribución en planta. Equipo del aserrío, Sierra banda, Desorilladora y Personal. Descripción del producto bajo normas de clasificación del producto.

Para determinar el porcentaje de trocería que existe por cada categoría diamétrica se elaboró una tabla de frecuencias diamétricas, con base en la toma de datos de una jornada de trabajo, para obtener los porcentajes de trocería que existe por categoría diamétricas; posteriormente, se elaboró una gráfica de frecuencias para representar esquemáticamente la distribución de la trocería por cada categoría diamétrica.

Con los datos que se obtuvieron para determinar el porcentaje de trocería se elaboró un cuadro, el cual contiene los elementos siguientes: Diámetro, Categoría diamétrica, Especie, Volumen, Porcentaje.

Los diámetros que se tomaron para la elaboración de las tablas, fue el diámetro menor de la troza; del diámetro menor se tomó un promedio de 2 diámetros, y éste fue el que se utilizó.

Para la mano de obra, se determinaron los puestos de cada operario, de acuerdo a Arias (2011).

El conocimiento de la formación y capacitación que tiene el personal que labora en la empresa forestal fue obtenida en base a una encuesta realizada a cada trabajador que labora en dicha empresa.

Para la elaboración de los controles administrativos; fueron basados en las necesidades de los administradores de la empresa forestal; no dejando a un lado la facilidad para el llenado de éstos.

Para la determinación de tiempos y movimientos, se utilizó la metodología de Nájera, *et al.*, (2012) y de la OIT (1996).

Para determinar los costos, se siguió la propuesta de la FAO, esto para hacer el análisis financiero (FAO, 1984).

Con los estados de resultados y el balance general se realizó un análisis financiero, utilizando las propuestas de Sánchez de Gante (2004) y Pérez Bolde (2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diagnóstico: Características de la maquinaria

La maquinaria con la que cuenta la Industria Iztaccihuatl es: Carro portatrozas, torre principal, desorilladora, péndulo así como las escalerillas de transporte. Sin embargo para la torre principal se determinó su velocidad de corte óptimo como se muestra a continuación:

La velocidad de corte utilizada para aserrar maderas blandas es de 50.8 a 60.96 m/s pies/min, mientras que para maderas con dureza media es de 40.64 a 45.72 m/s, y para maderas duras tropicales y encino es de 30.48 m/s Zamudio (1986) y Sánchez (2004).

$$VC = \text{rpm del volante} * \pi * \text{diámetro del volante}$$

$$VC = 433.3 * 3.1416 * 1.20$$



$$= 1632.7 \text{ m/min}$$

La velocidad de corte obtenida fue de 1,632.7 m/min; convirtiendo a m/seg se utilizó el factor de 0.0167 o dividiéndola VC/60 obteniendo 27.2 m/seg.

También se convirtió el valor de 1,632.7 m/min a pies/min, utilizando el factor de 3.28, obteniendo la VC de 5,355.3 pies/min, que corresponde a lo que menciona Zamudio (1986) y Sánchez (2004), a una velocidad de corte para maderas duras.

La velocidad de corte de la sierra principal fue de 1,632.7 m/min (27.2 m/s), siendo muy baja para la madera de pino que se asiera. Para corregir este problema, se debe de cambiar la polea motora de 13 cm a 19 cm, siendo la polea receptora de 54 cm, para demostrarlo se realizaron los siguientes cálculos:

$$\text{RPM polea receptora} = (\text{RPM polea motora} * \phi \text{ polea motora}) / \phi \text{ polea receptora}$$

$$\text{RPM polea receptora} = (1800 * 20)/54; \text{RPM polea receptora} = 666.6 \text{ rpm}$$

$$\text{Velocidad de corte} = 666.6 * 3.1416 * 1.2 = 2,512 \text{ m/min}$$

$$\text{Velocidad de corte} = 2512 * 3.28 = 41.85 \text{ m/s pies/min}$$

La velocidad de corte obtenida fue de 41.85 m/s siendo este valor el recomendado por Zamudio (1986) y Sánchez (2004).

## **Materia prima**

### **Abastecimiento**

El 90 % del volumen a aserrar corresponde a madera de *Pinus teocote*, *P. montezumae*, *P. hartwegii*, *P. pseudostrobus* y *P. ayacahuite*, debido a su alta demanda en el mercado, y el 10% restante de *Abies religiosa*; estas especies forestales provenientes de bosques naturales, en su mayoría de ejidos vecinos; que son: Ex-hacienda de Contla, San Andrés, San Miguel, y del mismo Ejido de San Rafael Ixtapalucan.

### **Características:**

Por el momento sólo se adquieren troza de 8' de largo, con diámetros que van desde 25 cm hasta 80 cm; no aceptan trozos que tengan menos de 25 cm de diámetro, debido a que su mayor demanda se concentra en productos forestales que tienen un ancho mayor a 20 cm.

Cuando llega la troza al patio se realizan cuatro mediciones de diámetro, dos en cada extremo; luego se calcula el promedio de éstas, y posterior para las resultantes, ésto para tener una sola medida, que y se anota en un extremo de la troza, al igual que en la hoja de control de trocería que entra al patio.

Cuando la troza entra a producción, el arrimador anota en la hoja de control: El diámetro que está en un extremo de la misma, para que al final de la jornada, el Subgerente Administrativo determine: La cantidad de metros cúbicos que se aserraron en el día, ésto para llevar un control de la producción que se tiene en el aserradero, y de forma muy práctica obtener: El coeficiente de aserrío, en una hoja de Excel.

El rango de categorías diamétricas de 25 a 70, las categorías diamétricas más frecuentes que se aserran son 45, 40 y 35 con una probabilidad del 52.37% y las que menos se aserran son: Las de 25, 65 y 70, con una probabilidad de 1.59%.

Con base a que las categorías diamétricas: 45,40 y 35 son las que entran a producción con mayor frecuencia, se concluye, que:

Para estas categorías diamétricas se deberá realizar sólo un volteo a la troza, y posteriormente pasarlas a la desorilladora, para aumentar la obtención de tablas de 6" de



ancho, como mínimo; y así, disminuir la producción de anchos más pequeños; puesto que los clientes demandan sólo tablas de 8", 10" y 12", y es muy difícil que en un viaje compren las demás; sin embargo, se ha tratado que en cada compra de los clientes se lleven un porcentaje determinado de tablas de anchos pequeños, para evitar tener grades volúmenes en el almacén de producto terminado de anchos pequeños.

Además, se tiene que volver a medir las trozas que entran a producción ya que existe un error de medición, puesto que sólo una persona hace las mediciones. Se diseñaron formatos para el control de la troza que llega al patio, y para el control de la troza que entra a producción.

### **Mano de obra**

En Industria Iztaccihuatl SPR de RL de CV actualmente se encuentran laborando 14 trabajadores.

Se encontró que, el personal que labora en la Industria, el grado máximo de estudios es secundaria. Esto se proyecta en un desconocimiento del manejo de la empresa, así como sus instrumentos necesarios para llevar a cabo su trabajo.

También es necesario que, al invertir en la capacitación del personal se asegure la permanencia.

Los trabajadores no cuentan aún con la capacitación necesaria para poder desempeñar su trabajo.

Con lo anterior, se determinó que se debe invertir más en la capacitación y adiestramiento de los trabajadores, debido a que tienen un cierto grado de desconocimiento de las actividades que se llevan a cabo en un aserradero, y porque las actividades a realizar se deben hacer de manera especial (en tiempo, en lugar y en forma específica).

Además, al invertir la empresa forestal ejidal en la capacitación y en el adiestramiento del personal, tendrá que asegurar la permanencia del trabajador puesto, que es un gasto financiero que tiene que solventar el aserradero.

### **Tiempos y movimientos:**

Cabe mencionar que por cuestiones de productividad no se realizaron los tiempos con 1,000 pt, y: De acuerdo con Nájera (2001), en su estudio realizado por él en El Salto, Durango, concluyó que por cada metro cúbico de madera en rollo ( $m^3_r$ ) que es aserrado, se obtienen 261 pt ( $0.616 m^3$ ) de madera aserrada (considerando que un  $m^3$  de madera en rollo, equivale a 424 pt); mientras que para obtener 1,000 pt ( $2.36 m^3$ ) de madera aserrada, se requieren  $3.83 m^3$  de madera en rollo.

El tiempo de corte es de 13.47 min, tiempo necesario para aserrar 691.91 pt; que correspondiendo 41.6% del tiempo total, al corte efectivo.



Tabla 1. Tiempo para aserrar 691.91 pt en la Industria Iztaccihuatl

| TIEMPO PARA ASERRAR 691.91 pt (min)  |       |
|--------------------------------------|-------|
| Tiempo de carga en el carro escuadra | 2.30  |
| Tiempo de avance                     | 13.47 |
| Tiempo de retrocesos                 | 7.50  |
| Tiempo de volteo de la troza         | 2.98  |
| Tiempo justificado                   | 5.39  |
| Tiempo no justificado                | 0.78  |

Con respecto a la productividad del proceso de asierre, García *et al.* (2001) encontraron valores promedio de  $2.95 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ , en aserraderos del sur de Jalisco, la cual resultó mayor en  $3.02 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$  a la obtenida en el presente estudio (Cuadro 10).

Estudio económico-financiero: Con el siguiente estudio económico-financiero tiene como objetivo presupuestar la producción de madera aserrada con la finalidad de cuantificar el capital necesario para que opere el aserradero y pueda generar beneficios económicos y sociales, puesto que al no ser rentable los socios tienen la inquietud de cerrarlo.

Además el aprovechamiento que actualmente está ejerciendo el ejido es vendido a aserraderos vecinos, por esto es uno de los motivos del por qué hacer el presente estudio, para que el ejido destine la cantidad necesaria de madera en rollo al aserradero y así se generen más utilidades.

Para llevar a cabo el estudio se utilizaron los costos en los que incurre el aserradero para producir la madera aserrada y se proyectaron a cinco años, de la misma forma se hizo con las ventas.

#### A continuación se muestran los resultados del estudio:

**Presupuesto de ingresos:** Los ingresos que se proyectan que tenga el aserradero son: por la venta de tablas de primera, tercera, cortas dimensiones, polín y tablón. El porcentaje de ventas al inicio es de 25 y en Septiembre del mismo año se llega a un 98.

En el mes de Enero no hay ventas ya que por lo regular la madera en las condiciones ambientales que se seca tarda aproximadamente 30 días, por tal motivo al iniciar Febrero ya se cuenta con un inventario de 26,621.64, 56,666.30, 3,897.92, 3,513.79 y 2,532.54 pies tabla de primera, terceras, cortas, polín y tablón respectivamente y de este solo el 25% se vende en dicho mes. En Marzo se cuenta con el 75% de la producción de Enero y el 100% de Febrero del total de éstas se vende el 40%, como lo indica el cuadro. Para el mes de Abril se vende el 70% de lo acumulado de los tres meses anteriores, y así sucesivamente.

Los ingresos por venta de madera aserrada se detallan en los Cuadros 12 y 13, los precios que se establecieron por pie tabla son: \$12.65, \$ 9.20, \$7.90, \$5.10 y 13.3 para tablas de primera, tercera, cortas polín y tablón respectivamente.

Los ingresos totales que se generan por la venta de madera aserrada se detallan en Cuadro 3 y para obtenerlos se usa un coeficiente de aserrío de 55,57, 59, 61 y 63% para el primero, segundo, tercero, cuarto y quinto año respectivamente. Además los metros cúbicos que se aserrarán en cada año son: 4,800, 5,760, 6,240, 6,720 y 7,200 dando un total de 30,720.

**Presupuesto de egresos:** En el costo de operación del primer año desglosado en meses nos muestra que en Mayo los costos aumentan hasta \$1,201,231.93 debido a la compra de madera en rollo para trabajar en los meses de lluvia, mientras que en Julio estos disminuyen hasta \$131,677.56 el precio por metro cubico es de \$1,600.



Tabla 2. Ingresos totales (pesos)

| INGRESOS TOTALES (PESOS) |                   |                   |                              |            |            |              |               |
|--------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|------------|------------|--------------|---------------|
| AÑO                      | TABLAS DE PRIMERA | TABLAS DE TERCERA | TABLAS DE CORTAS DIMENSIONES | POLÍN      | TABLÓN     | SUBPRODUCTOS | TOTAL         |
| 1                        | 3,613,337.78      | 5,593,657.62      | 330,402.34                   | 192,277.71 | 361,402.73 | 807,286.25   | 10,091,078.17 |
| 2                        | 4,921,505.76      | 7,618,777.96      | 450,020.76                   | 261,889.67 | 492,244.50 | 1,099,555.09 | 13,744,438.64 |
| 3                        | 5,571,025.58      | 8,624,272.52      | 509,412.62                   | 296,452.78 | 557,208.87 | 1,244,669.79 | 15,558,372.36 |
| 4                        | 6,207,152.97      | 9,609,034.83      | 567,579.88                   | 330,303.23 | 620,833.75 | 1,386,792.37 | 17,334,904.66 |
| 5                        | 6,872,670.66      | 10,639,295.02     | 628,434.59                   | 365,717.64 | 687,398.22 | 1,535,481.29 | 19,193,516.12 |

Además en el mes de Enero se debe comprar madera en rollo equivalente a 15 días de trabajo esto para tener un stock en el patio de trocería para no parar la producción por falta de esta. También en los meses de Abril y Mayo se contempla comprar 600 metros cúbicos de madera en rollo debido a las lluvias que provocan no poder sacar el trozo de los predios mientras que en Junio solo se comprarán 200 metros cúbicos.

Al paso de los años los costos de operación aumenta puesto que se contempla el aumento de la cantidad de materia prima utilizada para ser aserrada además que como se sabe los costos variables tienden a cambiar. El costo de trocería crece ya que por cada año que pasa se pretende aumentar los metros cúbicos mensuales aserrados es decir: 400, 480, 520, 560 y 600.

Evaluación del proyecto: Con base en los datos anteriores se procede a evaluar la rentabilidad del aserradero con un coeficiente de aserrío inicial de 55%. En el Cuadro 4 se muestra el estado de resultados de la Industria Iztaccihuatl proyectado a 5 años.

La utilidad distribuida se realiza para 20 ejidatarios, ya que son los que integran legalmente la empresa, sin embargo esta repartición no se lleva a cabo, y por acuerdo de asamblea se reinvierte el 100% de estas en la empresa.

Evaluación económica financiera: Con los estados de resultados y el balance general se realizó un análisis financiero

#### RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

$$RBC = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{Y_t}{(1+I)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}}$$

Donde:

Y = Ingresos.

E = Egresos (incluida la inversión I0).

t = Tiempo, toma valores que van desde t = 0 hasta t = n.

$$RBC = \frac{114945326.64}{766484806.73} = \$ 1.5$$

#### Resultado Determinístico: Relación Beneficio/Costo = 1.5

La regla de decisión de este indicador es aceptar los proyectos que presenten una RB/C mayor de 1, por lo tanto, conforme a este indicador, el proyecto se considera viable.

**VALOR ACTUAL NETO (VAN)**

$$VAN = \sum (B_t - C_t) \frac{1}{(1+i)^t}$$

Donde:

B = Beneficios o ingresos generados por el proyecto.

C = Costos generados por el proyecto.

t = Tiempo, toma valores que van desde t = 0 hasta t = n.

n = Duración de la vida económica del proyecto en número de períodos.

i = Factor de Valor Presente Pago Único.

(1+i)<sup>t</sup>

i = Tasa de descuento que representa la Tasa Mínima Requerida de Rendimiento.

$$VAN = \$ 15,643836.79$$

La regla de decisión en esta técnica establece que si el VAN es igual o mayor que cero, el proyecto o propuesta de inversión se considera aceptable. Para nuestro caso la VAN es mayor a cero por tanto se acepta el proyecto.

**TASA INTERNA DE RETORNO**

$$TIR = VAN(i) = \sum (B_t - C_t) \frac{1}{(1+i)^t}$$

$$TIR = 181\%$$

La regla de decisión para la técnica de la TIR establece que si ésta es mayor que la Tasa de Rentabilidad Mínima (TREMA), entonces el proyecto es financieramente aceptable. Para la Industria la TIR es mayor del 14% (TREMA), por tanto se acepta.

Con referencia de los criterios de decisión obtenidos a través del análisis financiero se establece lo siguiente:

Para el presente proyecto se establece una tasa de rentabilidad mínima aceptable del 14%.

Se obtiene un valor actual neto de \$ **15,643,836.79** que tomando los criterios de análisis es mayor a cero se acepta el proyecto.

Se obtiene una tasa interna de retorno del **181%** lo que demuestra que esta se encuentra por encima de la tasa de rentabilidad mínima aceptable por lo cual se acepta el proyecto.

Se obtiene una relación beneficio costo del **1.50** que representa que por cada peso invertido se obtendrá \$ **0.50** centavos lo que garantiza la rentabilidad del proyecto.

**CONCLUSIONES**

La Industria Iztaccihuatl SPR de RL de CV, es una empresa fundadarecientemente, que surge de la necesidad de transformar la madera, que se obtiene del aprovechamiento forestal del bosque propiedad del Ejido; sin embargo, cuenta con una cartera de clientes consolidada que le da una seguridad en su economía, además de un mercado creciente que demanda producto de calidad.

Actualmente el aserradero ejidal está trabajando a una velocidad de corte baja en comparación a lo recomendado por Sánchez (2004) y Zamudio (1986). Además el



mantenimiento que se le aplica a la maquinaria es esporádico, puesto que no existe una adecuada división del trabajo y las actividades se pueden mezclar u omitirse, esto también provocado por la falta de capacitación y experiencia del personal que labora en la Industria, ya que sólo un 58% del personal está capacitado y en promedio cuentan con 1.3 años de experiencia en el puesto que desempeñan, sin embargo no es suficiente debido a que la industria forestal demanda trabajadores altamente capacitados. Sumado a lo anterior, otra problemática consiste en la inadecuada adquisición de materia prima, en cuestiones de calidad y cantidad que se requieren para ser competitivos en el voraz mercado económico actual, basado en la oferta y la demanda.

Durante el proceso de aserrío, existen muchos tiempos muertos que provocan una baja productividad y elevan el costo de producción, teniendo como resultado una mínima rentabilidad.

### **LITERATURA CITADA**

Arias G., F. 2011. Administración de recursos humanos. Edición, Trillas. México, D.F.

CONAFOR. 2012. Términos de referencia para el Desarrollo de la Cadena Productiva Forestal. Comisión Nacional Forestal. Coordinación general de producción y productividad.

FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Roma, Italia.

FAO. 1984. Cost estimating in sawmilling: guidelines Forestry Paper Food and Agriculture Organization. Roma, Italy.

Flores-Velázquez, R.; E. Serrano-Gálvez; V. H. Palacio-Muñoz Y G. Chapela, 2007. Análisis de La Industria de La Madera Aserrada En México. Revista Madera y Bosques año/vol. 13, número 001. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México.

Nájera, L., J. A.; Adame V. G. H.; Méndez G., J.; Vargas L., B.; Cruz C., F.; Hernández F.J.; Aguirre C., C.G. 2012. Rendimiento de la madera aserrada en dos aserraderos privados de El Salto, Durango, México. Revista Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

OIT. 1996. Introducción al estudio del trabajo. Ginebra.

Pérez B., M. O. 2009. Factibilidad financiera en la producción de bioenergía, un estudio de caso en el estado de Tabasco. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Sánchez DE G., A. 2004. Evaluación financiera de un proyecto de inversión forestal (estufa para madera aserrada). Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

SEMARNAT. 2012. Anuario estadístico de la producción forestal 2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subsecretaría de Recursos Naturales; Dirección General Forestal. México, D.F.

Zamudio S. E. s/f. Datos necesarios para determinar la situación tecnológica de las industrias forestales a partir de la madera. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). México.