

# INGENIERÍA FORESTAL

Integradora

Mario Gabriel Sackser  
Ramón Augusto Suárez

Colección: Cuadernos de Cátedra



Facultad de Ciencias Forestales  
Universidad Nacional de Misiones

EDITORIAL UNIVERSITARIA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

Coronel José Félix Bogado 2160  
Tel-Fax: 03764-428601

Correos electrónicos:  
direccion@editorial.unam.edu.ar  
Página WEB: www.editorial.unam.edu.ar

Colección: Cuadernos de Cátedra  
Coordinación de la edición: Nélide González  
Preparación para la web: Francisco A. Sánchez

Sackser, Mario Gabriel  
Ingeniería forestal : integradora / Mario Gabriel Sackser ; Ramón  
Augusto Suárez. - 1a ed. - Posadas : Universidad Nacional de  
Misiones, 2019.  
Libro digital, PDF - (Cuadernos de cátedra)

Archivo Digital: descarga  
ISBN 978-950-766-149-5

1. Conservación de Bosques. 2. Ingeniería Forestal. 3. Eucaliptos. I.  
Suárez, Ramón Augusto II. Título  
CDD 577.3

ISBN: 978-950-766-149-5  
Impreso en Argentina  
©Editorial Universitaria  
Universidad Nacional de Misiones  
Posadas, 2019

# PARTE I

Estudio de rendimiento y costo de producción del proceso de laminado,  
en la Fábrica de compensados “COAMA SUDAMERICA S.A.”,  
Eldorado, Misiones, Argentina

INTEGRADORA FINAL

Orientador:

Ing. Ftal. Marcelo Marek

Alumnos:

Sackser, Mario Gabriel Suárez, Ramón Augusto

## **Diversidad específica del sotobosque en dos plantaciones de *Pinus taeda* L. en el Municipio 9 de julio, Departamento Eldorado, Provincia de Misiones.**

### **RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue caracterizar estructuralmente la vegetación del sotobosque en dos plantaciones de *Pinus taeda* en el municipio 9 de Julio, Departamento Eldorado, Provincia de Misiones. Para ello se determinó la abundancia relativa de la regeneración natural de especies nativas, instalando parcelas cuadradas de 100 m<sup>2</sup> (10m x 10m), distribuidas aleatoriamente en ambas plantaciones, relevándose las especies nativas leñosas entre 2,5 y 9,9 cm. de d.a.p, además, la cobertura vegetal herbácea se determinó utilizando el método de la “línea - intercepción”. En parcelas circulares de 650 m<sup>2</sup> se midieron los diámetros de los individuos de *Pinus taeda* y se determinó el grado de iluminación mediante la escala de iluminación debajo de la plantación. Como resultado de este estudio se obtuvo una riqueza y composición florística de la regeneración natural mayor en el Lote A, mientras que el Laurel amarillo (*Nectandra lanceolata*) Nees, *Matayba eleagnoides* Radkl, *Allophylus edulis* (A. St. Hil & al), Rabel, *Cupania vernalis* Cambess, *Cabrarea canjerana* (Vell), Mart y *Nectandra megapotamica* (Spreng), Mez, son las especies de mayor abundancia relativa. En el segundo Lote (Lote B), la especie que más abundancia relativa presenta es *Cedrela fissilis* Vell., en cuanto a la diversidad es menor en éste lote según los valores arrojados utilizando los índices de Shanon y Simpson, mientras que la composición del estrato inferior en el Lote A está dada por 33 especies siendo los helechos los más dominantes (57 %), y las dicotiledóneas (21 %), en cambio el Lote B presenta 31 especies, de las cuales el 58 % aproximadamente está compartida con el primero, en este (Lote B), las especies de helechos también son las más dominantes (43,65 %), seguidas por las dicotiledóneas (25,68 %).

**Palabras clave:** diversidad, plantación, sotobosque, composición florística, 9 de Julio, abundancia relativa, regeneración natural.

## INTRODUCCION

La mitad de los bosques del mundo han desaparecido, y las áreas forestales con mayor biodiversidad están en peligro. Hoy los bosques cubren más de la cuarta parte de las tierras del mundo excluyendo la Antártica y Groenlandia. La mitad de los bosques están en los trópicos, y el resto en las zonas templadas y boreales (Lanzara y Pizzetti, 1979). Cerca del 78 % de los bosques primarios han sido destruidos y el 22 % restante están amenazados por la extracción de madera, la conversión a otros usos como la agricultura, los cultivos energéticos y la ganadería, la minería, los grandes embalses, las carreteras y las pistas forestales, el crecimiento demográfico y el cambio climático. Siete países albergan más del 60 % de la superficie forestal mundial: Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos, China, Indonesia y Congo (el antiguo Zaire), (FAO, 1976).

Las necesidades de conservación del bosque ha alcanzado un importante lugar en la agenda política de muchos países, dando lugar a innovaciones importantes, como las reservas extractivistas en Brasil.

Otro avance es el uso de incentivos para promover la conservación del bosque primario, el fomento de la regeneración natural o el establecimiento de plantaciones forestales.

En América Latina la selva Atlántica de la cual la selva Paranaense forma parte no escapa a esta situación, debido a ello ha adquirido relevancia a escala mundial y en la actualidad se plantea la necesidad de desarrollar programas de conservación y restauración de la biodiversidad. El sotobosque de plantaciones o monocultivos forestales puede representar un potencial sitio de restauración de la vegetación nativa, por lo cual es importante conocer la dinámica y composición del sotobosque.

En la Provincia de Misiones existen aproximadamente 350.000 ha. plantadas con especies forestales, estando representadas en mayor número los géneros *Pinus*, *Araucaria* y *Eucalyptus*.

La riqueza, abundancia y diversidad del sotobosque en estos monocultivos dependen mucho del uso anterior, fuentes de semillas, tipo de limpieza y preparación del terreno a implantar; así como también la densidad de plantación y la elección de la especie.

Existen pocos antecedentes de estudios de sotobosque bajo plantaciones, siendo escaso el conocimiento acerca de la regeneración natural vegetal en esta situación con diferentes especies y edades. Existen estudios sobre la diversidad específica del

sotobosque en plantaciones de *Pinus sp*, *Eucaliptos sp*. y *Araucaria angustifolia* Maiocco *et al*, (2006), ha estudiado la diversidad específica del sotobosque en plantaciones de *Pinus sp*, *Eucaliptos sp*. y *Araucaria angustifolia* utilizando la metodología de IBONE y Barret (1996), Moscovich *et al*, (2002), ha realizado estudios sobre indicadores de impacto ambiental de plantaciones forestales como de sustentabilidad. Los aspectos de diversidad, riqueza, abundancia y composición florística en relación a los bosques nativos en la Provincia de Misiones ya han sido abordados con relativa profundidad por López Cristóbal *et al.*, (1999), Vera *et al.*, (1999). Esa relativamente escasa información que existe sobre el impacto generado por plantaciones con especies exóticas y su manejo sobre la capacidad de generar especies leñosas motivan la realización del presente trabajo. Es por esto que se trata de estudiar las características de estas comunidades de sotobosque que existen bajo los monocultivos forestales, y además se plantea sobre el manejo actual que no tiene en cuenta la diversidad generada en el sotobosque durante el ciclo de la plantación al momento del aprovechamiento, la cual se pierde prácticamente todo por los equipos empleados en el campo.

Este trabajo se basó en la aplicación de una metodología utilizada por Maiocco *et al*, (2006), para el estudio sobre la diversidad específica del sotobosque en monocultivos forestales. Se trata de una caracterización de la diversidad y estimación del grado de cobertura del sotobosque en dos plantaciones de *Pinus taeda* L. de diferentes edades, lo cual permitió evaluar comparativamente la composición vegetal y diversidad que presentan.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Materiales utilizados:**

1. Forcípula
2. Cintas métricas y diamétricas
3. Machete
4. Cámara digital
5. Claves dendrológicas.

### **Área de estudio:**

La implementación del estudio se llevó a cabo en dos plantaciones contiguas de *Pinus taeda*, ubicadas en el Municipio 9 de Julio, Departamento Eldorado, Provincia de Misiones.

Una plantación tiene 34 años de edad (Lote A), y la otra 16 años (Lote B). El Lote A se encuentra en un suelo con una pendiente que oscila entre 4 y 5% en sentido este-oeste, ocupando un área aproximada de 4 Ha. El lugar utilizado para la plantación proviene de un uso agrícola anual y posterior plantación de Tung (*Aleuritis Fordii*), agricultura perenne, con existencia de buenas fuentes de semillas de especies arbóreas nativas en forma aleadaña y pocas intervenciones silvícolas después de establecida la plantación. El Lote B presenta pendientes que oscila entre 5 y 6% en sentido este-oeste, con un área de 2,13 Ha, aproximadamente. El lugar proviene de un uso leve de agricultura durante unos pocos años con buena fuente de semillas aleadañas. Además la plantación fue manejada con podas y dos intervenciones de raleos, la última, hace un año donde se utilizaron tractores para la extracción de los productos maderables.

Los lotes se ubican a los 26° 47' de latitud sur y 54° 45' longitud oeste. Las características climáticas de la región se corresponden con las isotermas de 24 y 25°C como temperatura media para el mes más cálido (enero), y la isoterma de 14 °C para las temperaturas medias del mes más frío (julio), registrándose ocurrencias de heladas meteorológicas en el 90 % de los años, con mínimas absolutas de -6 °C.

La región se encuentra próxima a la isohieta de 1800 mm como medias anuales de precipitación. Para la localidad de Eldorado, se referencia 2020 mm de precipitación media anual Silva, et al (2008).

En el sector donde se encuentran las plantaciones, los suelos se corresponden con el complejo 9, rojo profundo muy evolucionado, lixiviado, permeable, ácido o ligeramente ácidos, medianamente fértiles de buenas características C.A.R.T.A. (1.963), con presencia de pequeñas piedras sueltas. Las pendientes en sentido Este – Oeste son leves y moderadas, no superando en ningún sector el 8 % dando su límite Norte a un curso de agua permanente, denominado arroyo Tigre.

## **Metodología:**

Se realizó un relevamiento a partir de una intensidad de muestreo del 9,75 % en el Lote A y un 18 % en el Lote B registrando los diámetros de todos los individuos de *Pinus taeda*, presentes en parcelas circulares de 650 m<sup>2</sup> distribuidas aleatoriamente en las plantaciones, los mismos se utilizaron para determinar el área basal (AB), de ambas plantaciones. Por otra parte se realizó una estimación visual en cada una de estas parcelas circulares del grado de iluminación bajo el dosel de la plantación mediante el método de la Escala de Iluminación de Dawkins modificado por Hutchinson (1993), Quirós (1998), que establece cinco niveles de iluminación: 1-iluminación vertical plena además de lateral (emergente), 2- iluminación vertical plena, 3- iluminación vertical parcial y oblicua, 4- iluminación oblicua únicamente, 5- escasa iluminación oblicua.

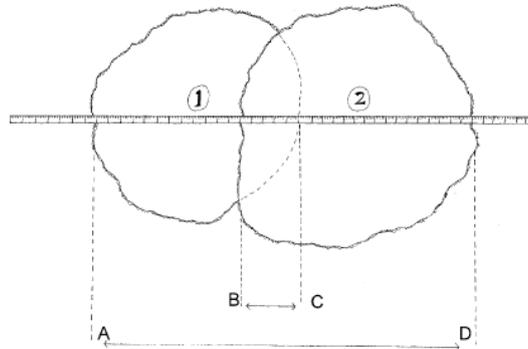
Mediante parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10m x 10m), e intensidad de muestreo de 3 % en el Lote A y 5,6 % en el Lote B se relevó la regeneración natural de especies leñosas (renovales), entre 2,5 cm. y 9,9 cm. de d.a.p. determinándose riqueza florística, composición florística y abundancia relativa. También se midieron los individuos mayores a 10 cm de d.a.p. para determinar la composición florística en este estrato.

En el estrato inferior los parámetros de la cobertura vegetal ( $\leq 1$  m de altura), se determinó utilizando el método de la “línea-intercepción” (Canfield, 1941), se relevó en el Lote A 4 línea–intercepción en el borde de la plantación y 4 línea–intercepción en el interior de la misma, mientras que en el Lote B se midió 5 línea–intercepción en el borde y 5 líneas–intercepción en el interior de la plantación. Esta técnica consiste en lo siguiente: extender una cinta métrica a través de la vegetación; la cinta en cuestión marca un plano vertical que corta la vegetación hasta el nivel del suelo. Cada parte de la planta interceptada, que pasa a través de este plano vertical es registrada de acuerdo al número de centímetros que ocupa a lo largo de la cinta horizontal. Se registran solamente las plantas con partes interceptadas mayores a 10 cm de longitud.

Se considera como componente de la cobertura vegetal inferior a todo vegetal con follaje por debajo de 1 metro de altura, esto incluye hierbas, arbustos y renovales de árboles o lianas leñosas.

En muchos casos la cobertura puede ser mayor del 100 %, pues es común el solapamiento del follaje entre plantas de especies diferentes. Esta cobertura adicional tan sólo se mide cuando el solapamiento corresponde a especies distintas (Fig. 1).

En el estrato inferior se determinó la dominancia relativa de especies particulares, dividiendo la suma de las intercepciones de una especie por la suma de todas las intercepciones de la transecta y multiplicando por 100. La dominancia relativa de grupos de especies (helechos, monocotiledóneas, dicotiledóneas, etc.), se evaluó sumando la dominancia relativa de las especies que los componen.



**Figura 1:** Solapamiento de canopías. Si los arbustos 1 y 2 son de la misma especie, debe registrarse la intercepción desde el punto A al punto D. Si los arbustos 1 y 2 pertenecen a especies diferentes debe registrarse la intercepción desde A hasta C para el arbusto 1 y desde B hasta D para el arbusto 2.

## RESULTADO Y DISCUSIÓN

### Caracterización del Lote A

La plantación registró una densidad actual de 258,46 Ind./ha., un Área Basal (AB), de 34,53 m<sup>2</sup> y una altura promedio de 28,45 m. Los niveles de iluminación estimados según la escala de iluminación son: de grado 3 en aproximadamente el 50% del área muestreada y el 50% del área restante con grado 4 (Hutchinson 1993), es decir, incide una iluminación vertical parcial en determinadas partes y oblicua en otras dependiendo de la posición de las copas (Ver anexo gráfico 3). Esto permite pensar que teniendo en cuenta el uso anterior, la buena disponibilidad de semillas y estos niveles de iluminación, el sitio presenta características que podría favorecer en cierta parte la regeneración natural.

La regeneración natural (d.a.p >2,5 cm.- 9,9 cm.), de especies nativas presenta una riqueza florística de 19 especies, en cuanto a la composición florística esta dada por: 11 familias botánicas, principalmente: Sapindaceae, Leguminosa, Lauraceae y Meliaceae (Tabla 1).

Las especies que presentan mayor abundancia relativa son: *Nectandra lanceolata* Nees (Laurel amarillo), 20,68 %, *Matayba eleagnoides* Radkl (Camboata blanco), 17,24 %, *Cupania vernalis* Cambess (Camboata Colorado), 10,34 %, *Allophylus edulis* (A St Hill & al.), Radkl (Kocú), 10,34 %, *Cabralea canjerana* (Vell), Mart 8,62 % y *Nectandra megapotamica* (Spreng), Mez (Laurel negro, Canela negra), 6,89 % (Ver anexo tabla 2). La composición florística del sotobosque (d.a.p.> 10 cm.), solo registró dos familias: Lauraceae y Meliaceae. En cuanto a la diversidad se analizaron dos índices, Shanon y Simpson, los cuales arrojaron valores de 2,36 y 0,856 respectivamente. Para el análisis se tomó como base los datos obtenidos en una situación muy similar (Moscovich, *et al.*, 2002), en que la plantación esta rodeada de vegetación natural (monte nativo), y plantada a menor densidad, lo cual nos lleva a pensar que la evolución en esta situación se ve más favorecida, comparativamente se comprobó esto ya que los valores encontrados por este investigador son más altos (Shanon 3,489 y Simpson 0,949), con lo cual se concluyó que la diversidad en nuestro trabajo es menor, ahora, si comparamos estos datos con los de Bosques Nativos de Misiones (0,97 máximo), son inferiores en ambos casos.

**Tabla 1: Listado de especies de la regeneración natural (>2,5 cm. -9,9 cm. d.a.p), presente en la plantación del Lote A**

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Annonaceae	<i>Rollinia emarginata</i> Schltld.	Araticú
Lauraceae	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meiss.) Mez	Laurel aju'y/Ayuí
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	Laurel negro, Canela preta
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Laurel amarillo
Leguminosa	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Anchico blanco
Leguminosa	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Anchico colorado-Angico vermelho
Leguminosa	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Rabo itá, Feijão crú
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro Misionero/Colorado
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cancharana
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Guabirá-Guabiroba
Rosaceae	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltld.) D. Dietr.	Persiguero bravo
Sapindaceae	<i>Matayba eleagnoides</i> Radkl.	Camboatá blanco
Sapindaceae	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	María preta
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá colorado
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St. Hil.& al.) Radlk.	Kocú
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> Mart. Et Eichl. Engl.	Aguai
Solanaceae	<i>Cestrum laevigatum</i> Schltld.	Palo capuera
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Azota caballo, Açoita cavallo
Verbenaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumá

Cuando se relevó la composición del estrato inferior ( $\leq 1$  m de altura), se encontró los siguientes datos:

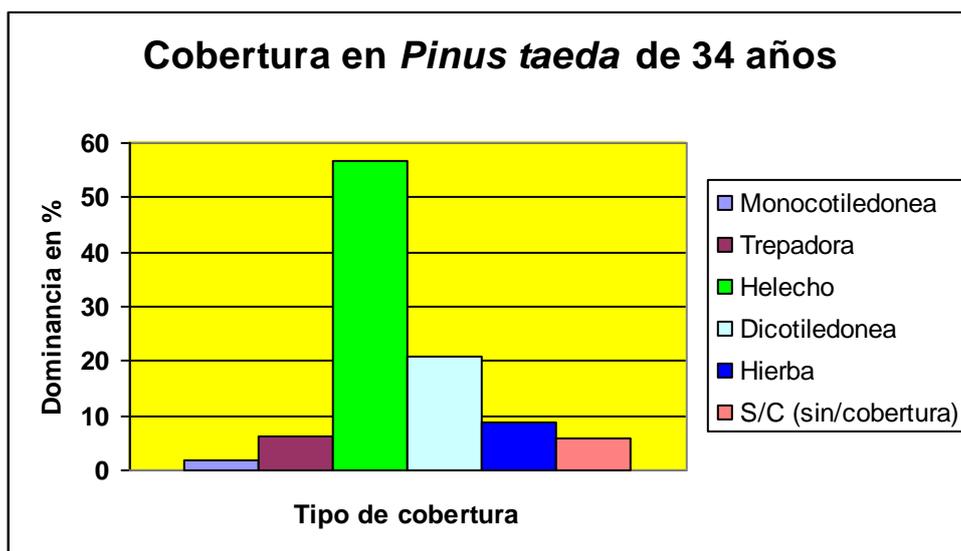
La riqueza florística en este estrato está dada por 32 especies, mientras que la composición está dada por 32 familias botánicas (Tabla 2).

Las principales familias son: Leguminosas, Piperaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae Sapindaceae.

El estrato vegetal inferior esta cubierto principalmente por helechos con un valor del 57 %, por debajo de éste se encuentra las dicotiledóneas con una cobertura del 21 % y las hiervas con un 8,9 % (Ver anexo cuadro 1).

**Tabla 2: Listado de especies relevadas en el estrato vegetal inferior ( $\leq 1$  m de altura), de la plantación de *Pinus taeda* de 34 años.**

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>
Asteraceae	<i>Erechthites valerianifolia</i> (Wolf) DC.	Erechthites
Asteraceae	<i>Vernonia tweediana</i> Baker	Matacampo
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma marginatum</i> (Cham.) DC.	Isipò de vaquero
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	Cyperus
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis submarginalis</i>	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp	
Euphorbiaceae	<i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Müll. Arg.	Bernardia
Fabaceae	<i>Acacia velutina</i> Benth. var. <i>monadena</i> Hassl.	Yuqueri flores en racimo
Fabaceae	<i>Machaerium minutiflorum</i> Tul.	Isapyhy, Isapu´y moroti
Fabaceae	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Rabo itá, Feijão crú
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	Pega pega
Fabaceae	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrin, Alecrim, Ybirá-pepé
Fabaceae	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Isapyhy-pará, Isapu´y guazu
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Laurel amarillo
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	Laurel negro, Canela preta
Marantaceae	<i>Maranta sobolifera</i>	Bananita
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro Misionero/Colorado
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga, Ñangapirí
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> L.	
Piperaceae	<i>Piper mikanianum</i> (Kunth) Steud.	
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L. var. <i>Aduncum</i>	
Piperaceae	<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Rodilla de viejo
Poaceae	<i>Setaria poiretiana</i>	Pasto macho
Portulacaceae	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Carne gorda
Pteridaceae	<i>Pteris deflexa</i>	
Rubiaceae	<i>Geophila repens</i> (L.) I.M. Johnst.	
Rutaceae	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Canela de venado
Sapindaceae	<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Swartz.	Isipó timbó miúdo
Sapindaceae	<i>Matayba eleagnoides</i> Radkl.	Camboatá blanco
Telipteridaceae	<i>Thelypteris recumbens</i>	
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich	Ortiga brava
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis subsp. <i>verticillata</i> S/C (sin/cobertura)	



**Gráfico 1: Cobertura de las especies del estrato vegetal inferior: en la plantación de *Pinus taeda* en el Municipio 9 de julio.**

Las especies dominantes en esta situación son: *Ctenitis submarginalis* (Dryopteridaceae), seguida pero con porcentajes mas bajos: *Bernardia pulchella* (Euphorbaceae), y *Thelypteris recumbens* (Telipteridaceae).

### Caracterización del Lote B

La densidad actual registrada es de 261,3 Ind. /ha., un Área Basal (AB), de 17,51 m<sup>2</sup>/ha con una altura promedio de 22,3 m. Los niveles de iluminación estimados fueron 50% de escala 2 y 50% de escala 3 (Ver anexo gráfico 3), (iluminación vertical plena e iluminación vertical parcial), lo cual indica buenos niveles de iluminación para la regeneración natural.

Sin embargo, al analizar los datos obtenidos en el campo se encontraron dos especies para la riqueza florística (regeneración natural d.a.p >2,5 cm.-9,9 cm.), en cuanto a la composición esta dada solamente por dos familias botánicas, Meliaceae y Moraceae (Tabla 3). En este caso la especie más abundante (abundancia relativa), es *Cedrella fissilis* Vell. (Cedro misionero/colorado), con un 66,66 %, y luego *Hovenia dulcis* Thunb (Hovenia), con 33,33 %, éstas son las únicas especies que se encontraron en la plantación (Ver anexo tabla 4). La composición florística para el sotobosque (d.a.p >10 cm.), no registró ningún individuo. Los índices de diversidad arrojan valores de 1,05 para Shannon y 0,64 para Simpson, comparativamente con los valores encontrados por Moscovich *et. al.* (2002), sobre Indicadores de impacto ambiental de plantaciones

forestales, es muy bajo en nuestro trabajo, ya que éste investigador registró volares de 3,489 para Shannon y 0,949 en Simpson, y más aún si se comparan con los valores encontrados en los Bosques Nativos cercanos a 0,97 como máximo en Misiones.

**Tabla 3: Listado de especies de la regeneración natural (d.a.p >2.5 cm. -9.9 cm.), presente en la plantación del Lote B**

Familia	Nombre científico	Nombre común
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro Misionero/Colorado
Moraceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Hovenia

Cuando se relevó la composición del estrato inferior ( $\leq 1$  m de altura), se encontraron los siguientes datos:

La riqueza florística está dado por 30 especies, mientras que la composición florística está dada por 19 familias botánicas (Tabla 4).

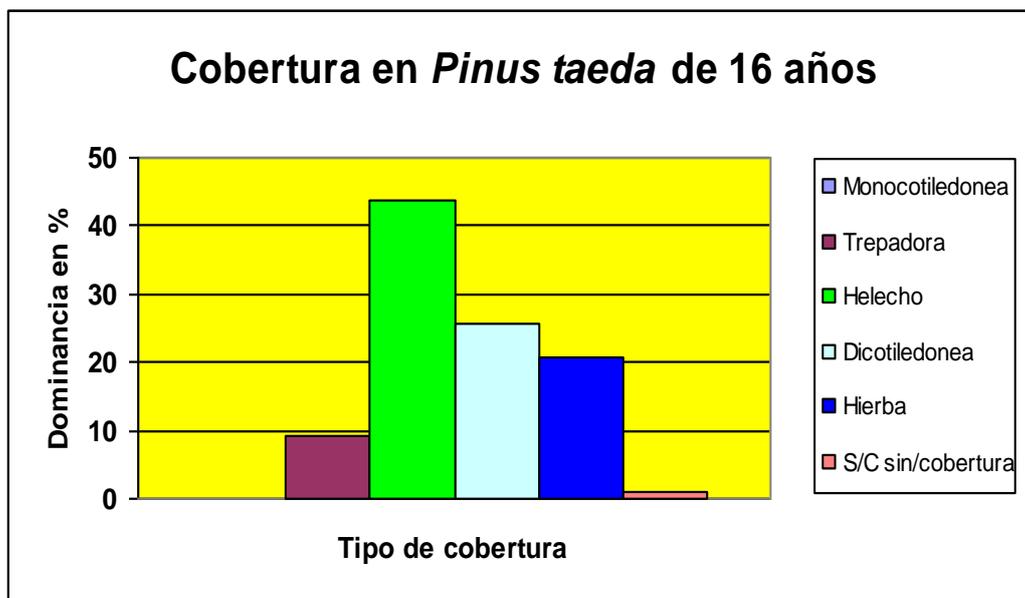
La principales familias son: Leguminosa, Asteraceae, Euphorbaceae, Lauraceae, Solanaceae, Pteridaceae.

La cobertura del estrato vegetal inferior en ésta plantación de *Pinus taeda*, el interior está liderada por especies de: helechos con un 43,65 %, seguidas por las dicotiledóneas con un 25,68 %, hierbas con un 20,63 %, trepadoras 9,11 %, un pequeño porcentaje de suelo descubierto (S/C), 0,92 y por ultimo no están representadas las monocotiledóneas (Ver anexo cuadro 2).

**Tabla 4: Listado de especies relevadas en el estrato vegetal inferior ( $\leq 1$  m de altura), de la plantación de *Pinus taeda* de 16 años.**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Asteraceae	<i>Erechthites valerianifolia</i> (Wolf) DC.	Erechthites
Asteraceae	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Mikania
Asteraceae	<i>Vernonia tweediana</i> Baker	Matacampo
Bignoniaceae	<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A.H. Gentry	Peine de mono
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp.	Commelina
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	Cyperus
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis submarginalis</i>	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp	
Euphorbiaceae	<i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Müll. Arg.	Bernardia
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Dalbergia, Isapuy
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	Pega pega
Fabaceae	<i>Machaerium minutiflorum</i> Tul.	Isapyhy, Isapu y moroti
Fabaceae	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Rabo itá, Feijão crú

Fabaceae	<i>Acacia velutina Benth. var. monadena Hassl.</i>	Yuqueri flores en racimo
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata Nees</i>	Laurel amarillo
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica (Spreng.) Mez.</i>	Laurel negro, Canela preta
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia L.</i>	Escoba dura
Marantaceae	<i>Maranta sobolifera</i>	Bananita
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa O. Berg.</i>	Guabirá-Guabiroba
Piperaceae	<i>Piper amalago L.</i>	
Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	Pasto yacarè
Pteridaceae	<i>Pteris deflexa</i>	
Pteridaceae	<i>Doryopteris nobilis</i>	
Rosaceae	<i>Rubus schottii Phol ex Focke</i>	Frutilla de monte
Rubiaceae	<i>Geophila repens (L.) I.M. Johnst.</i>	
Rubiaceae	<i>Manetia luteo-rubra Chung. var. Paraguariensis (Chod.) Chung.</i>	
Sapindaceae	<i>Matayba eleagnoides Radkl.</i>	Camboatá blanco
Solanaceae	<i>Solanum granulolum-leprosum Dunal</i>	Fumo bravo
Solanaceae	<i>Solanum trachytrichium Bitter</i>	
Vitaceae	<i>Cissus verticillata (L.) Nicolson &amp; C.E. Jarvis subsp. verticillata</i>	



**Gráfico 2: Cobertura de las especies del estrato vegetal inferior: en la plantación de *Pinus taeda* en el Municipio 9 de julio.**

Las especies dominantes para este estrato son *Paspalum sp.* (Poaceae), *Erechthites valerianifolia* (Wolf) DC: (Asteraceae), y *Ctenitis submarginalis* (Dryopteridaceae).

### Comparación entre ambas situaciones

Si se comparan las plantaciones, ambas se encuentran con buena fuente de semilla rodeada de vegetación nativa y un uso poco degradante como en este caso es la agricultura. Los niveles de iluminación en el Lote A están en 3 y 4, además existió un

plantación de Tung (*Aleuritis fordii*), previa al pinar provocando una mayor alteración en este lugar. Luego de establecida la plantación no se hicieron muchas intervenciones de manejos en cuanto a podas, raleo y limpieza, combinado a la edad de la plantación esto favorecerá la evolución o buen desarrollo de la vegetación en el lugar.

En el caso del Lote B se presenta con mejores niveles de iluminación (2 y 3), pero hubo mas intervenciones como poda en dos ocasiones, también dos raleo, el último hace un año, esto podría explicar por que solo se registraron dos especies, para la riqueza (Gráfico 4), a pesar de que se produjo una apertura en el dosel superior permitiendo una mayor entrada de luz que en el Lote A, lo cual, debería favorecer la regeneración natural en el lugar, en el caso del estrato vegetal inferior ( $\leq 1$  m de altura), no se registraron monocotiledóneas que es común en los primeros estadios sucesionales mas aún con la apertura que se produjo en el dosel superior permitiendo una mayor entrada de luz. En cuanto a la abundancia relativa de especies es mayor en el Lote A (Gráfico 3), esto podría ser debido a que la plantación tiene mayor edad y no fue intervenido hace mucho tiempo y los índices de diversidad han demostrado ser mayores en ambos casos (Shanon y Simpson), con una alta distribución y representatividad de especies (Mayor equidad), siendo más bajo en el Lote B.

## **Consideraciones**

Las variables de mayor impacto sobre la diversidad son, probablemente las relacionadas al uso anterior, fuentes de semilla y al desarrollo del dosel.

La diversidad depende probablemente de la cercanía del bosque nativo aledaño.

Las prácticas de establecimiento como quemas, labranza y herbicidas probablemente generen sotobosques más pobre al eliminar o reducir el banco de semillas, renovales y rebrotes existentes.

Gráfico comparativo de abundancia en ambos Lotes.

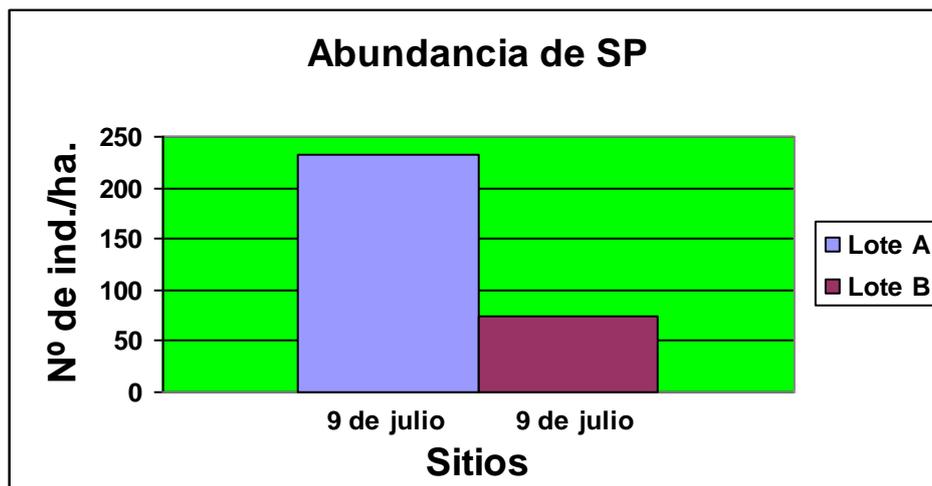


Gráfico 3: Abundancia de especies leñosas (regeneración natural d.a.p >2.5 cm.-9.9 cm.), en el sotobosque de las plantaciones para cada uno de los lotes.

Gráfico comparativo en cuanto a riqueza de ambos Lotes:  
Lote A= 34 años y Lote B= 16 años

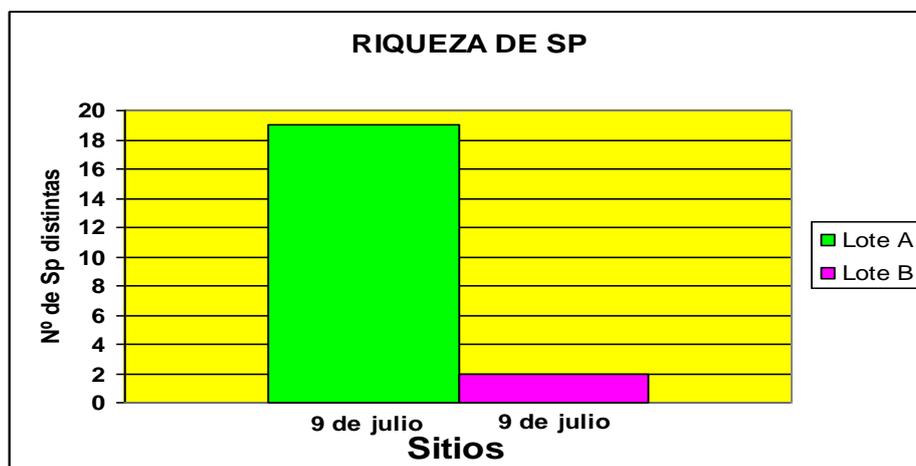


Gráfico 4: Riqueza de especies leñosas (regeneración natural d.a.p >2.5 cm. – 9.9 cm.), presente en el sotobosque de cada una de las plantaciones.

## CONCLUSIONES

En el lote A existe una mayor riqueza y composición florística tanto en la regeneración natural (d.a.p. >2,5-9,9 cm.), como en la cobertura vegetal inferior, en este, caso 18 especies están compartidas entre ambos.

La abundancia relativa de la regeneración natural (d.a.p. >2,5 cm.-9,9 cm.), en el Lote A es mayor que en el Lote B.

La composición florística del sotobosque (d.a.p. >10 cm.), en el Lote A, está dado solamente por dos familias (Lauráceas y Meliáceas), en el Lote B no se registró ninguna especie.

Según el estudio realizado los resultados obtenidos no son los completamente esperados, el Lote A, que proviene de un uso más degradante, con menores niveles de iluminación es el que presenta mayor riqueza y diversidad, lo cual, nos lleva a pensar en la fuente de semilla del lugar y sus alrededores como una de las posibles variables condicionantes en el Lote B ya que este no presenta el desarrollo esperado a pesar de tener mejores niveles de iluminación, lo cual favorece la evolución durante los primeros estadios sucesionales, sobre todo de monocotiledóneas, pero en este caso no presenta permitiendo pensar en el tipo de cobertura que tiene el suelo relacionado con la época en la que fue talada la cobertura original (Bosque Nativo), haciendo que se manifieste determinadas especies según la estación del año. Otra de las posibles variables condicionantes es el manejo, en el Lote A se intervino unas pocas veces con tareas culturales sobre todo empleando maquinaria como es el caso del Lote B donde se intervino hace un año para la extracción de los productos maderables, lo cual probablemente afectó su evolución y podría explicar los valores de riqueza y diversidad existentes, otra de las variables a tener en cuenta es la edad, cuanto mayor es, mayor posibilidad de desarrollo tiene el lugar, esto también podría explicar las diferencias entre uno y otro.

## BIBLIOGRAFÍA

- APUNTES DE CATEDRA DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS; 2004, Informe Día Mundial del Medio Ambiente, Unidad N° 4, Pagina 1, (Lanzara y Pizzetti, 1979).
- BARRET W., Tressens S. G. 1996. Estudio de la vegetación nativa en plantaciones de *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) en el norte de la provincia de Corrientes, República Argentina. *Bonplandia* 9 (1-2): 1-18.
- CANFIELD R; 1941, Smith 1980. Denevan & Treacy 1987. Método de la “Línea - intercepción”.
- Compañía Argentina de Relevamiento Topográfico y Aerofotogrametrico (C.A.R.T.A, 1.963), Descripción de los suelos.
- DAWKINS, modificada por HUTCHINSON 1993, Quirós 1998; Escala de iluminación.
- EVALUACION DE LOS RECURSOS FORESTALES MUNDIALES; 1976, Informe Principal, ISSN 1014-2886, Estudio FAO Montes, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma 2002.
- GARTLAND, H. M.; 2005. Apuntes de dendrologia. Parte 1. Facultad de Ciencias Forestales. U.Na.M.
- LOPEZ CRISTOBAL, L.; Vera N. 1999. La diversidad florística del bosque nativo secundario y primario de la reserva de Guaraní, Misiones, Argentina. *Yviraretá* N° 9. Facultad de Ciencias Forestales. U.Na.M.
- MAIOCCO, D. C.; Stehr, A. M., Gauto, O. A.; Ferreira, A.; Gómez, C.; Flores R. (2006). Comparación de la diversidad específica del sotobosque en plantaciones de *Pinus sp.*, *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. y *Eucalyptus sp.* en Misiones.
- MOSCOVIH, F.; 2002; Keller H.; Martiarena R.; Fernandez R.; Borhen A.; Indicadores de impacto ambiental de plantaciones forestales – componente vegetal.
- MOSCOVIH, F.; 2002; Martiarena, R.; Keller, H.; Fernandez, R.; Borhen, A.; Aguilar, M.I.; Indicadores de Sustentabilidad.

- PINAZZO M., 2009. Influencia del rodal y de paisaje sobre la diversidad de especies arbóreas nativas forestales. Primer Seminario-Taller “Conservación de la biodiversidad en Agroecosistemas”. INTA.
- VERA, N.; López Cristóbal, L. 1999. El potencial productivo de un bosque secundario de la reserva de uso múltiple de Guaraní, Misiones, Argentina. Yviraretá N° 9. Facultad de Ciencias Forestales. U.Na.M
- VERA, N.; López Cristóbal L.; Sosa G.; López M.; 2007. Evolución florística y estructura de un bosque secundario de la reserva de Guaraní, Misiones, Argentina. Yviraretá N° 14. Facultad de Ciencias Forestales. U.Na.M.
- SILVA, F., Eibl, B.; Bobadilla A.; Periodo 1999-2007, Características Climáticas de la localidad de Eldorado, Misiones, Argentina. 13 Jornadas Técnicas, forestales y Ambientales, Pág. 58. Cátedra de Agrometeorología de la Facultad de Ciencias Forestales. U.Na.M.
- SANTAMARTA FLOREZ, L., 2007. Revista World Watch. Informativos Net. Dia Mundial Forestal.

## ANEXOS

### 1- Regeneración Natural (d.a.p. >2,5 cm.-9,9 cm.)

#### Lote A

Tabla 1:

<b>Especie</b>	<b>Nº ind/sp</b>
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	1
<i>Rollinia emarginata</i> Schltld.	6
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltld.) D. Dietr.	5
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	2
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meiss.) Mez	1
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	1
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	2
<i>Matayba eleagnoides</i> Radkl.	6
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	1
<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	2
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	10
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> Mart. Et Eichl. Engl.	21
<i>Cestrum laevigatum</i> Schltld.	5
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	1
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	1
<i>Allophylus edulis</i> (A.St. Hil.& al.) Radlk.	1
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	1

Tabla 2:

<b>Especie</b>	<b>abun relativa/sp</b>
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	1,724137931
<i>Allophylus edulis</i> (A.St. Hil.& al.) Radlk.	10,34482759
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	8,620689655
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	3,448275862
<i>Cestrum laevigatum</i> Schltld.	1,724137931
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> Mart. Et Eichl.) Engl.	3,448275862
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	10,34482759
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1,724137931
<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	3,448275862
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	1,724137931
<i>Matayba eleagnoides</i> Radkl.	17,24137931
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	20,68965517
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	6,896551724
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meiss.) Mez	1,724137931
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1,724137931
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltld.) D. Dietr.	1,724137931
<i>Rollinia emarginata</i> Schltld.	1,724137931
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	1,724137931

2- Estrato vegetal inferior ( $\leq 1$  m de altura).

Cuadro 1: Lote A

Clasificación	Total cob. Cm.			cob. %
	Interior	Borde	B+I	
Monocotiledónea	105		105	1,6512
Trepadora	88	304	392	6,16449
Helecho	3596		3596	56,5498
Dicotiledónea	1117	203	1320	20,758
Hierba	111	458	569	8,94795
S/C (sin/cobertura)	187	190	377	5,92861
		<b>Total</b>	<b>6359</b>	<b>100</b>

3- Regeneración Natural (d.a.p.  $>2,5$  cm.- $9,9$  cm.)

Lote B

Tabla 3:

Especie	Nº ind/sp
Cedrela fissilis Vell.	2
Hovenia dulcis Thunb.	1

Tabla 4:

Especie	Dens relativa/sp
Cedrela fissilis Vell.	66,66666667
Hovenia dulcis Thunb.	33,33333333

4- Estrato vegetal inferior ( $\leq 1$  m de altura).

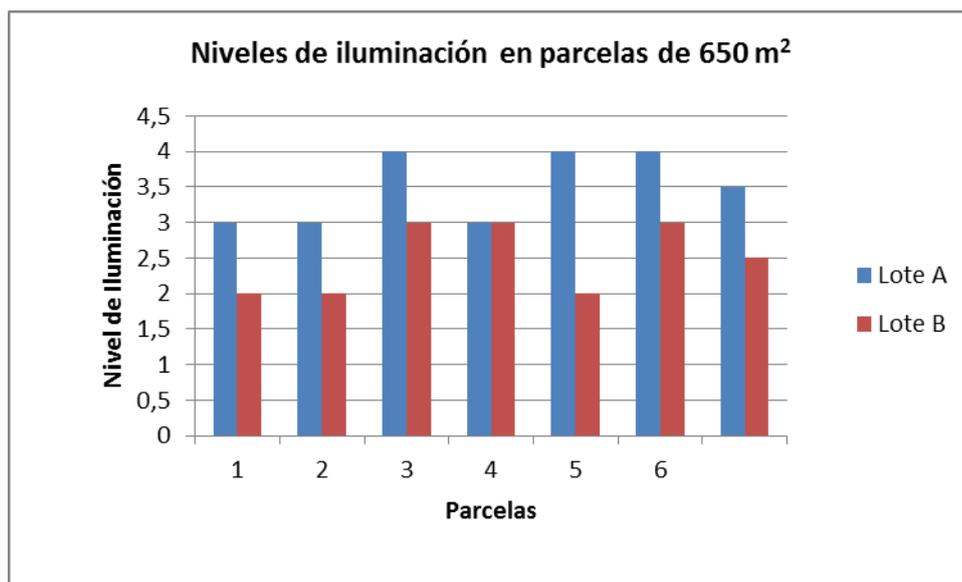
Cuadro 2: Lote B

Clasificación	Total cob. Cm.			cob. %
	Interior	Borde	B+I	
monocotiledónea			0	0
Trepadora	272	74	346	9,11
Helecho	1273	384	1657	43,65
Dicotiledónea	336	639	975	25,68
Hierva	424	359	783	20,63
S/C		35	35	0,92
		<b>Total</b>	<b>3796</b>	<b>100</b>

## 5- Niveles de iluminación registrados con la Escala de iluminación

**Cuadro 3:**

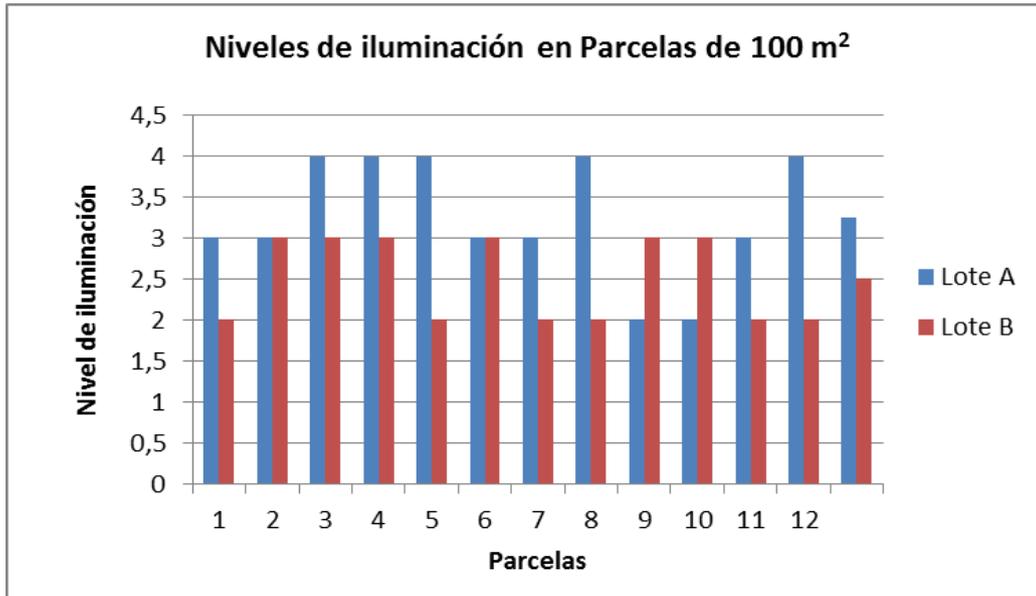
Parcelas 650 m <sup>2</sup>	Lote A nivel de iluminación	Lote B nivel de iluminación
1	3	2
2	3	2
3	4	3
4	3	3
5	4	2
6	4	3
Promedio	3,5	2,5



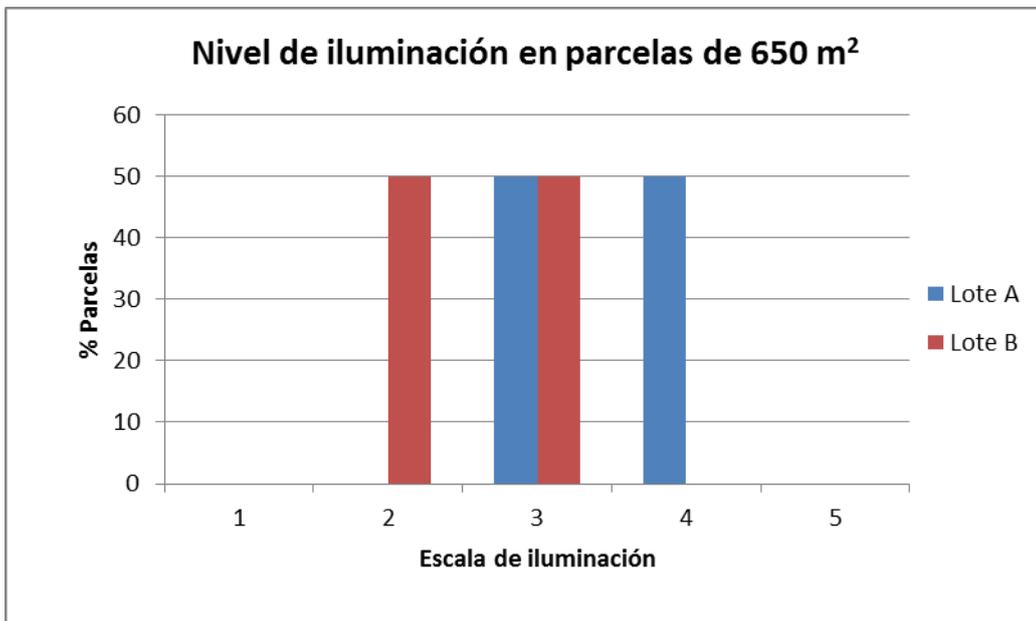
**Gráfico 1:** Nivel de iluminación presente en cada parcela de ambos lotes.

**Cuadro 4:**

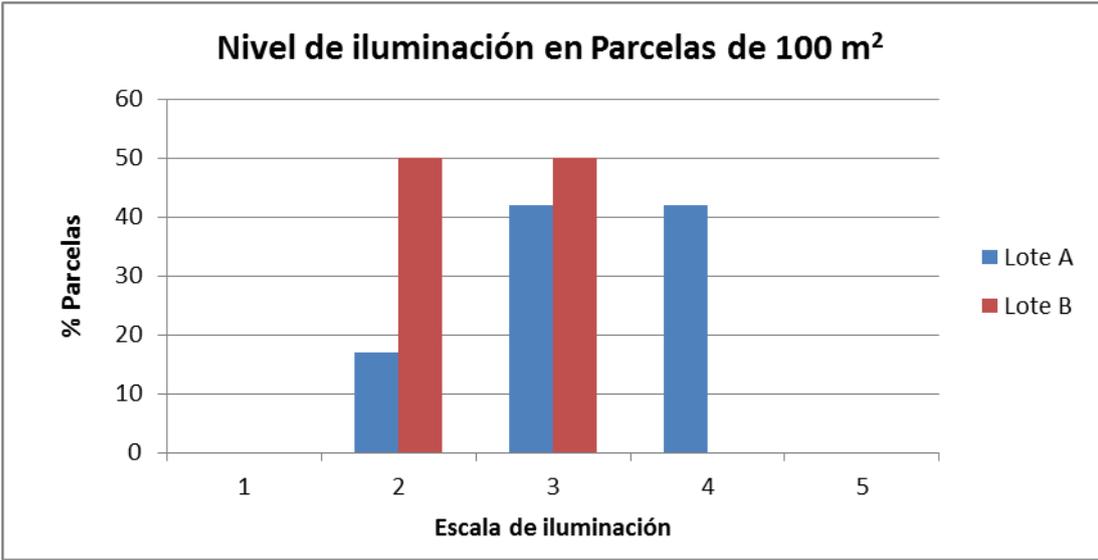
Parcelas 10 m x 10 m	Lote A nivel de iluminación	Lote B nivel de iluminación
1	3	2
2	3	3
3	4	3
4	4	3
5	4	2
6	3	3
7	3	2
8	4	2
9	2	3
10	2	3
11	3	2
12	4	2
Promedio	3,25	2,5



**Gráfico 2:** Nivel de iluminación presente en cada parcela de ambos lotes.



**Gráfico 3:** Porcentaje de iluminación por grado de iluminación con la Escala de Iluminación de cada lote.



**Gráfico 4:** Porcentaje de iluminación por grado de iluminación con la Escala de Iluminación de cada lote.

## PARTE II

Diversidad específica del sotobosque en dos plantaciones *Pinus Taeda L.*  
en la localidad 9 de julio, Departamento Eldorado.

INTEGRADORA

Orientadores:

Domingo Maiocco  
Lidia López Cristóbal

Alumno:

Mario Gabriel Sackser



## 1. RESUMEN

El siguiente trabajo presenta un análisis detallado del proceso de laminado hasta la obtención de lámina verde con énfasis en el rendimiento y el costo de producción incurrido en la industria del compensado, COAMA SUDAMERICA SA.

Para ello se calculó el volumen de las toras, el volumen del cilindro y el volumen de meolo, y se determinó el rendimiento de lámina verde con destino a “caras”, para la especie *Guatambu* y el *Eucalyptus sp.*, con dos clases diamétricas en cada una de ellas. El costo de producción ( $\$/m^3$ ), de la lámina verde se calculó a partir del costo total mensual ( $\$/mes$ ), y de la producción mensual ( $m^3/mes$ ).

Para determinar el costo horario mensual se usó la metodología de la FAO, adaptándola a tal fin. Los demás costos mensuales de materia prima, mano de obra y energía (costos fijos y costos variables), se determinaron mediante el empleo de planillas diseñadas exclusivamente para ello.

Efectuando el test de Tukey ( $\alpha = 5\%$ ), se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas en los “rendimientos” respecto a las especies, no así entre las clases diamétricas y entre las interacciones “especies - clases diamétricas”.

El *Eucalyptus sp.* presentó un rendimiento de 42,75 % y el *Guatambu* un rendimiento de 32,53 %. Para ambas especies el costo de producción es de **1070,45  $\$/m^3$** .

**Palabras claves:** lámina verde, rendimiento, costos de producción, *Guatambu*, *Eucalyptus sp.*

## 2. SUMMARY

This work is presenting a detailed analysis of the rotary-cutting process to obtain green veneer with an emphasis on the “yield” and “production costs” accounted in COAMA SUDAMERICA S.A plywood industry.

To accomplish this evaluation, logs` volume, cylinder`s volume and peeler core`s volume were calculated, and the green veneer yield was determined for two diametrical classes of *Eucalyptus* and *Guatambu* species. The production cost ( $\$/m^3$ ), of the green veneer was obtained from the total monthly cost ( $\$/month$ ) and monthly production ( $m^3/month$ ).

To determine the monthly cost per hour, the FAO`s methodology was used, adapting it for this purpose. Other monthly costs of raw materials, labor and energy costs (fixed and variable costs) were determined using charts/lists specially adjusted for this case.

Trough the application of the test of Tukey, statistically significant yield differences were found ( $\alpha = 5\%$ ), in correspondence to “species”, but not so in the analysis of “diametrical classes” and into interactions between “species to diametrical classes”.

Yields obtained were 42,75 % for *Eucalyptus sp.* and 32,53%. for *Guatambu*  
For both species production cost was of **1070,45  $\$/m^3$** .

**Keywords:** green veneer, yield, production costs, *Guatambu* and *Eucalyptus sp.*

### 3. INTRODUCCIÓN

El procesamiento mecánico de la madera data de los primeros días del ser humano, y su desarrollo acompañó la evolución de la civilización humana, partiendo de los primeros instrumentos rudimentarios, hasta llegar a los equipamientos computarizados de la actualidad. (ALBUQUERQUE, 1.995), citado por IWAKIRI (2.004).

El proceso de laminado no constituye una invención moderna. Este proceso productivo de obtención de lámina de madera se inició en el antiguo Egipto, cerca de 3.000 años a C., destinadas a la confección de piezas para muebles perteneciente a los reyes y príncipes, en el cual maderas valiosas, como el ébano, eran transformadas en láminas (ALBUQUERQUE, 1.996), citado por IWAKIRI (2.004).

Según CELANO *et al.* (2.004), la laminación tuvo sus orígenes en Egipto hace 3.000 años a C., por medio de la obtención de sierras manuales, la industrialización del proceso nació a partir del primer torno rotativo, cerca de 1.818 para la producción de láminas continuas y la instalación de las primeras industrias de laminado a principios del siglo XX.

En Argentina el sector foresto-industrial más importante se encuentra en el NEA, con su participación en más del 50 % y una producción de más de 35.000 m<sup>3</sup>/año, la Argentina es prácticamente una de las más pequeñas productoras de láminas en el mundo con una producción de 70.000 m<sup>3</sup>/año, mientras la producción global es de 50.000.000 m<sup>3</sup>/año, representando esto el 0,16 % del total global (CELANO y JACOBO, 2.004). Los principales países productores de laminados son Estados Unidos con más del 34% de la producción mundial, le sigue Indonesia con el 18%, Japón con el 12% y Brasil con 6% (CELANO, e IWAKIRI, 2.004). La industria del compensado presenta una importante concentración geográfica: el 93% de la producción proviene de Misiones y Corrientes, Entre Ríos el 4 % y Buenos Aires un 3 % y Neuquén un 3 % (BERCOVICH, 2.000), citado por CELANO (2.004).

En cuanto al desarrollo de la industria del compensado se vio impulsada en los años 40, con las primeras fábricas instaladas en la provincia de Misiones, (Posadas), de “Heller S.A.”, entre otras como Henter, Terciados Mitre, etc. En el caso particular, la empresa donde se realiza este estudio, “COAMA SUDAMERICA S.A.”, en la década del 80, instala la fábrica con una producción de 8.050 m<sup>3</sup>/año, con la línea más moderna de la época, “**Raute**” para procesar madera nativa (MAREK, 2008), y la fábrica de “Henter” de 11.200 m<sup>3</sup>/año (1.981).

La última inversión que se llevó adelante en el país, con maquinaria nueva, fue en la provincia de Corrientes en el año 1.985, perteneciente al grupo de “Tapebicua”, con una producción de 46.000 m<sup>3</sup>/año. Vale aclarar que desde ese período hasta el momento no se produjeron inversiones importantes en la incorporación de nuevas tecnologías (CELANO, 2.004).

El proceso de obtención de láminas de buena calidad se inicia desde la selección de árboles en el bosque, en términos de diámetro y forma del fuste. Ambos parámetros están relacionados no solo con la calidad de lámina, sino también con el rendimiento (SELLERS Jr, 1.985).

La lámina ideal es aquella que presenta las siguientes características: uniformidad de espesor, baja aspereza, sin presencia de fisuras en ambas caras, color y vetas deseables (JACOBO, 2.004).

Años atrás por la abundancia de materia prima y por su bajo costo, las empresas no se preocupaban por el rendimiento de sus fábricas, lo cual llevaba a tener costos por volumen de madera más elevados. En la actualidad la escases de materia prima a hecho que el costo de la misma aumente, y por ello las empresas se han obligado hacer estudios de rendimiento y con respectivos análisis de costos, optimizar la producción. Actualmente continúan utilizando una alta proporción de madera de bosque nativo (BERCOVICH, 2.000).

El rendimiento en la producción de láminas está ligado al diámetro de la troza o rollo, a la tecnología empleada, la capacitación del operario y a la calidad de materia prima utilizada, además, permite saber cuan eficiente es el proceso, y no solo demuestran cualitativamente el nivel del producto, sino que también permiten sacar conclusiones para la toma de decisiones.

Los costos de producción (también llamados costos de operación), son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas), y el costo de producción indica el beneficio bruto (FAO, 1.996).

El conocimiento del costo operacional de las maquinas es de suma importancia en la toma de decisiones, auxiliando, de forma fundamental, el control y la planificación de la utilización de los equipos (MACHADO y MALINOVSKI, 1.988).

El costo de la producción depende de todos los factores que interviene en el proceso productivo (ALVEZ, 2.002), y permite determinar precio de venta del producto elaborado, como también minimizar al máximo dichos costos (FAO, 1.996).

El costo de la maquinaria se refiere a la suma de todos los costos derivados de su adquisición y operación (MACHADO, 1.988). En general, estos costos se expresan en términos de unidades de las horas efectivas de trabajo de la máquina.

Según MACHADO *et al.* (2.000), citado por FREITAS *et al.* (2.004), existen varias metodologías para el cálculo de los costos. En 1.956 la FAO desarrolló una metodología de cálculo, en forma esquemática, de los costos operacionales, la cual fue aceptada por la mayoría de los países europeos y utilizada desde ese entonces; luego en 1.971 esa metodología sufre una leve modificación por Kuratorium für Waldarbeit y Forsttechnik (KWF), dando origen a un nuevo método denominado FAO/ECE (Economic Commission for Europe), (FREITAS *et al.*, 2.004). La determinación del rendimiento y costos para la obtención de láminas, implica un análisis detallado de todo el proceso de laminado (obtención de lámina verde).

Para el análisis de rendimiento se utilizó un diseño estadístico Factorial 2X2 (bi factorial), dos factores con dos niveles.

La unidad experimental está constituida por cada una de las toras evaluadas. La variación entre los tratamientos se analizó aplicando análisis de variancia (ANOVA).

## 4. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un análisis detallado de todo el proceso de laminado, desde la puesta de las toras en la mesa de carga hasta la obtención de lámina verde, enfocado al estudio de rendimiento y al costo de producción en la fábrica de compensado “COAMA SUDAMERICA S.A.” Eldorado, Misiones, Argentina.

### 4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el rendimiento de lámina verde destinada a cara en *Guatambu blanco* (*Balfourodendron riedelianum*, Engl.), y en *Eucalyptus sp.* con dos clases diamétricas dentro del proceso de laminado.
- Determinar costo de producción en el proceso de laminado (costos incurridos hasta la obtención de lámina verde).

## 5. MATERIALES Y MÉTODO

### 5.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

#### 5.1.1 Ubicación de la industria

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa “COAMA SUDAMERICA S.A.”, ubicada sobre Avenida El Fundador en el departamento de Eldorado, Misiones, Argentina (Ver Anexo 1).

#### 5.1.2 Descripción general de la industria

La planta se encuentra distribuida en los siguientes sectores:

- 1) Balanza
- 2) Oficinas
- 3) Patio de trozas
- 4) Cocción (Acondicionado)
- 5) Trozado de la madera a medidas
- 6) Mesa de carga y alimentación a la descortezadora
- 7) Descortezadora
- 8) Mesa de alimentación al torno
- 9) Elevador de toras al Torno
- 10) Centrador de Toras
- 11) Torno
- 12) Enrollado de láminas mediante el sistema de bobinas
- 13) Transporte de bobina de lámina

- 14) Sección de Línea de recuperación de láminas con guillotina independiente
- 15) Sector de guillotinado y seccionado de lámina (sábanas)
- 16) Sector de clasificación de láminas y recortes
- 17) Sector de apilado de láminas y recortes
- 18) Secado de láminas
- 19) Sector de apilado de láminas secas
- 20) Sector de juntado de láminas
- 21) Sector de Pre-armado del panel
- 22) Encolador
- 23) Pre-prensa
- 24) Prensa en caliente
- 25) Sector de encuadrado, lijado, clasificación y embalaje
- 26) Sala de afilado
- 27) Deposito de chips o astillas
- 28) Evacuación de residuos hacia la chipera por medio de cinta transportadora
- 29) Chipera
- 30) Caldera.
- 31) Sector de depósitos

## 5.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INDUSTRIA:

Consumo mensual de materia prima: 1.589,75 m<sup>3</sup>/mes (nativo-implantado), corresponde al período 2009-2010.

Diámetro promedio: 42 cm.

Largos: 2,3 – 2,6 m.

Producción: se obtienen 32,26 m<sup>3</sup>/día de lámina en un turno de 9 horas. Para esto se utilizan 79,49 m<sup>3</sup> aproximadamente de materia prima.

La productividad es de 0,21 m<sup>3</sup>/hora. Hombre. (Procesos de laminado).

Costo de energía eléctrica total en la industria: \$ 65.000 /mes.

Costo de mano de obra (con cargas sociales): 119.186,5 \$/mes (Sector de laminado).

La cantidad de horas trabajadas por turno es 9 hs distribuidas desde las 6:00 hs. a 16:00 hs, con un receso de 12 a 12:40 hs.

Cantidad de operarios: 17 (Sector de Producción de lámina verde). Estos son remunerados por hora y por producción.

El consumo de energía eléctrica teórica mensual de la fábrica de compensados, para las características operacionales actuales, es de 211.559 Kwh/mes.

Las principales actividades que ofrece este establecimiento son: debobinado, secado y producción de paneles.

## 5.3. DESCRIPCION DE LOS SECTORES

### 5.3.1. Báscula

El acceso a la báscula es de superficie entoscada. Un operario efectúa la medición y registro del peso de la carga de los camiones mediante una báscula marca **Donher** de capacidad máxima y mínima, de 60 tn y 1 tn respectivamente y de 10 Kg. de apreciación. Siendo el largo de ésta de 15 m y 3,45 m de ancho.

### 5.3.2. Playa de acopio

La dimensión de la playa de acopio es de 96 m x 34 m (3.264 m<sup>2</sup>), siendo utilizable una superficie de 2.937,6 m<sup>2</sup> debido que el 10 % aproximadamente de dicha planchada es ocupada por las trozas que no cumplen con las especificaciones establecidas para el debobinado y que son descartadas. La madera se estiba clasificando por especies nativas o implantadas y dentro de estas por calidades.

La superficie de la playa de acopio es prácticamente en su totalidad de tierra, con una pendiente de aproximadamente 2,5 % que facilita el escurrimiento en días de lluvias, y favorece el rodamiento de la maquina descargadora y abastecedora de los rollos.

A la planta ingresan trozas de 2,80 m largo de pino y rollos de 6 m largo de nativo, los cuales se trozan después de la cocción para evitar rajaduras. La Playa de acopio es a la intemperie, con un mínimo de tiempo de acopio y no poseen protección en topes.

En la foto N° 1 se puede ver un camión en la entrada de la playa de acopio esperando a ser pesado para su posterior descarga.



Foto N° 1: Ingreso de materia prima: Trozas de *Pinus sp.* largo: 2,80 m, Ø 420 mm.

En la foto N° 2 se puede ver tareas de apilado de la materia prima mediante el empleo de una maquina cargadora.



Foto N° 2: Distribución de materia prima en playa de acopio al aire libre. Troncos de madera *Eucalypto sp.* largo: 6 m Ø 420 mm.

### 5.3.3. Materia Prima

La materia prima es estibada de este a oeste y las primeras que entran son las últimas en salir, el tiempo que las trozas permanecen en planchada se minimiza, dentro de lo posible, para evitar ataques de hongos y/o rajaduras excesivas.

En la tabla N° 1 se detallan las especies más utilizadas en la industria para la elaboración de lámina verde y sus respectivos precios.

Tabla N° 1: Precio de la materia prima (Fuente: Revista Argentina Forestal)

<b>Especificaciones y consideraciones para la provisión de materia prima</b>			
<b>Especies</b>	<b>Dap (cm)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Precio (\$)/TN</b>
<b><i>Pinos (Pinus sp.)</i></b>	Más de 35cm.	2,5-2,6	280-290
<b><i>Eucalypto (Eucalyptus sp.)</i></b>	Más de 35cm.	6,10	185
<b><i>Guatambu (Balfourodendron riedelianum)</i></b>	34 a 48 cm.	Múltiplos de 1,75 y 2,25	57 \$/m <sup>3</sup> AP
<b><i>Laureles (Ocotea spp)</i></b>	Más de 44 cm.	Múltiplos de 0,25 Desde 3,50 a 10 m.	32,50 \$/m <sup>3</sup> AP
<b><i>Carne de Vaca (Stirex leprosus)</i></b>	Más de 44 cm.	Múltiplos de 1,75 y 2,25	30 \$/m <sup>3</sup> AP

#### Los criterios de calidad de rollos (Materia prima), según la empresa:

- Los rollos bien desramados
- No se aceptan muy tortuosos
- No se aceptan rollos moros (Rollo Moro: se encuentran en un estado fitosanitario malo, es decir, afectado por agentes destructores causando pudrición interna no detectable desde afuera, solamente al corte transversal)
- En lo posible densidades en el orden no mayor a 0,400 gr/dm<sup>3</sup>
- No se aceptan rollos de despuntes o bifurcados en caso de madera implantada

#### **5.3.4. Máquinas cargadoras**

El equipo cargador está conformado por dos máquina marca CAT 126 modelo L 20, posee un motor **Deutz** de 5 cilindro Diesel (110 HP), articulado doble tracción (4WD), con un operador en cada una de ellas. Éstas cuentan con dos uñas para la descarga de rollos en la playa de acopio y carga de los rollos hasta la sección de acondicionado (piletas), luego traslado de las toras hasta la mesa de carga y alimentación de la descortezadora.

#### **5.4. COCCIÓN DE LA MATERIA PRIMA (ACONDICIONADO)**

Se realiza en piletas que originalmente eran para cocción en agua, (hormigón armado), en la actualidad la cocción se hace mediante vaporización tal como se observa en la foto N° 3, entre 80-90 °C durante unas 8-10 hs aproximadamente cubierto con un plástico de polietileno negro de 200 micrones.



Foto N° 3: Detalle de la piletta cargada próxima a ser cubierta con el plástico negro para su posterior cocción. En el Anexo N° 26 se puede ver el detalle de cómo se realiza la carga y descarga de la piletta con el aparejo eléctrico-monorriel.

#### **5.5. EQUIPO DESCORTEZADOR**

##### **5.5.1. Mesa de alimentación**

La alimentación se realiza por medio de una mesa de estructura de perfiles metálicos (hierro de UPN y doble T), con 2 cadenas de placas montadas sobre rieles, accionadas por medio de un motor-reductor, a partir de ahí la troza es volcada sobre un carro monorriel que transporta la pieza hasta el descortezador.

### 5.5.2. Descortezador

El descortezador es del Tipo “**Cabeza Rosser**”. Las maquinas descortezadoras de troncos para madera de debobinado tienen una bancada análoga a la del torno debobinador, sustituyendo la cuchilla fija por un brazo descortezador móvil. La carga y descarga se efectúa mecánicamente. La corteza se elimina mediante rotación de la troza contra la cabeza del brazo descortezador. El brazo descortezador se mantiene fijo (con un movimiento ascendente-descendente), mientras que el carro avanza y la troza gira sobre su eje, dejando sobre la superficie de la madera trazas helicoidales. Las fresas son para maderas de corteza muy adherida eliminando también una porción de la madera. Ver características técnicas en el Anexo N° 3.

## 5.6. CENTRADOR DE ROLLOS

### 5.6.1. Centrado mecánico

Según se indica en la Figura N° 1, los dos extremos del rollo son centrados por tres puntos, es decir el rollo es medido solo en  $2 \times 3 = 6$  puntos. Esta manera de centrado no toma en cuenta la forma del rollo en detalle, con todos los defectos como por ejemplo curvas, irregularidades, engrosamientos de nudos, conicidad, hendiduras, contrafuertes, etc. lo que resulta en una imprecisión durante el centrado. En el redondeo de esta pieza, debido a su impreciso centrado, una parte substancial de la valiosa materia prima aprovechable se convierte en residuos, y otra importante parte defectuosa debe ser eliminada de la manta de lámina continua.

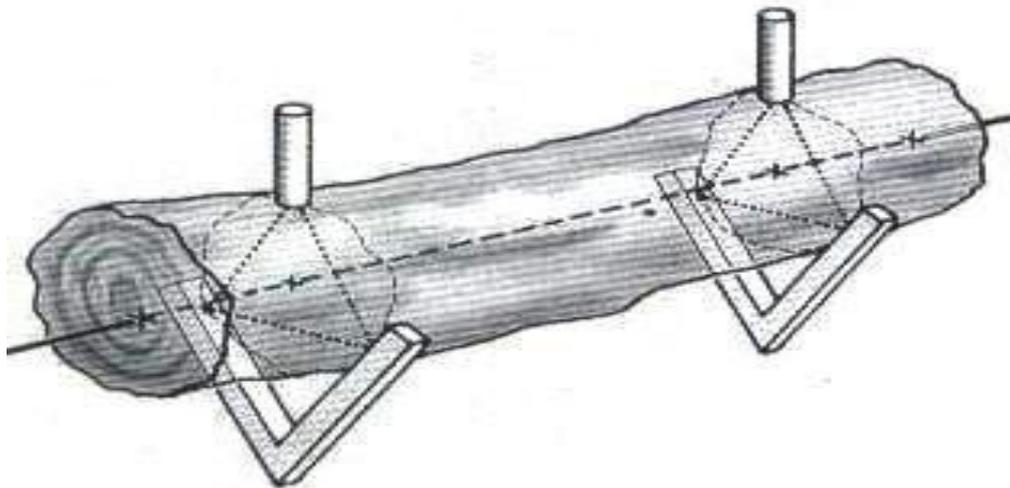


Figura N° 1: Detalle de la triangulación del centrador mecánico mediante los tres puntos a cada lado del rollo.

## 5.7. EQUIPO DE DEBOBINADO

### 5.7.1. Torno debobinador

El Torno Debobinador (Figura N° 2), es un torno marca **Raute** de control manual, con un diámetro máximo de laminado de 950 mm y un mínimo de 80 mm, en el que la troza, sujeta entre sus dos puntos motrices provistos de garras, gira a una velocidad tangencial variable de unos 100 a 120 m/min. La ideal esta en 60 m/min mientras que la cuchilla que corta la lamina,

dispuestas paralelas a las generatrices del tronco, se desplaza hacia el centro produciendo la sabana que tiene longitud variable de acuerdo al diámetro de la troza.

Los principales elementos del Torno Debobinador son: bancada, montantes, husillos y carro porta cuchilla.

Las características técnicas del Torno Laminador se presentan en el Anexo N° 3.

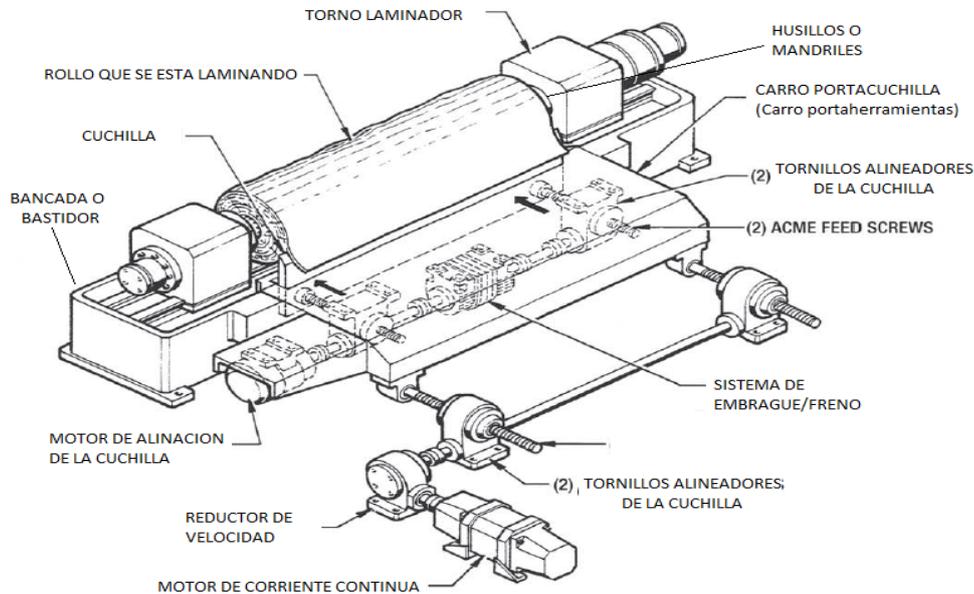


Figura N° 2: Distintas partes que componen el Torno.

### 5.7.1.1. Bancada o bastidor

La bancada está formada por una estructura de fundición fuertemente nervada en el interior para darle rigidez, fijándose al suelo mediante espárragos roscados anclados a una base hormigonada. Sobre los extremos de la bancada van colocados los dos montantes. El eje principal de transmisión va generalmente incluido en la bancada.

### 5.7.1.2. Montante y husillos

Los montantes están situados en los extremos de la bancada y contienen los dispositivos más importantes del torno. Albergan los elementos destinados a los movimientos giratorios y de ajuste del tronco, los cojinetes, el mecanismo de husillos para sujetar el tronco por sus extremos y la rueda de impulsión principal. De cada uno de los montantes salen los husillos, son de acero especial y se desplazan en forma hidráulica, dentro del dispositivo mecánico en el interior del montante. En el extremo de los husillos se encuentran las garras, cuya misión es agarrar el tronco y arrastrarlo en el movimiento giratorio.

### 5.7.1.3. Carro porta herramientas

El carro porta herramienta contiene el soporte de las elementos de trabajo (elementos de corte), la cuchilla y barra de presión. La barra de presión se desliza sobre una guía y mediante dos tornillos de ajuste, vertical y horizontal, para el ajuste conveniente de su posición. Cumple un rol esencial ya que impide que la lámina se desprenda del rollo y a la vez evita que se produzca una superficie muy rugosa o escarpada. Esta comprime la madera perpendicular al grano, lo que evita el efecto cuña producido por la cuchilla.

La parte inferior del carro sirve de soporte de la cuchilla, los dispositivos y tornillos de regulación de la misma. La cuchilla se desliza en una guía aflojando previamente el tornillo de ajuste o apriete, y una vez fijada con los tornillos de ajuste se vuelve a apretar.

En la figura N° 3 se observan los ángulos de la cuchilla y la barra de presión que comprime la madera perpendicularmente al grano evitando el efecto cuña producido por la cuchilla.

### Ángulos utilizados por la empresa:

- Ángulo de ataque ( $\gamma$ ):  $8^\circ$
- Ángulo de filo de la cuchilla ( $\beta$ ):  $22^\circ$
- Ángulo de incidencia o barrido ( $\alpha$ ):  $60^\circ$

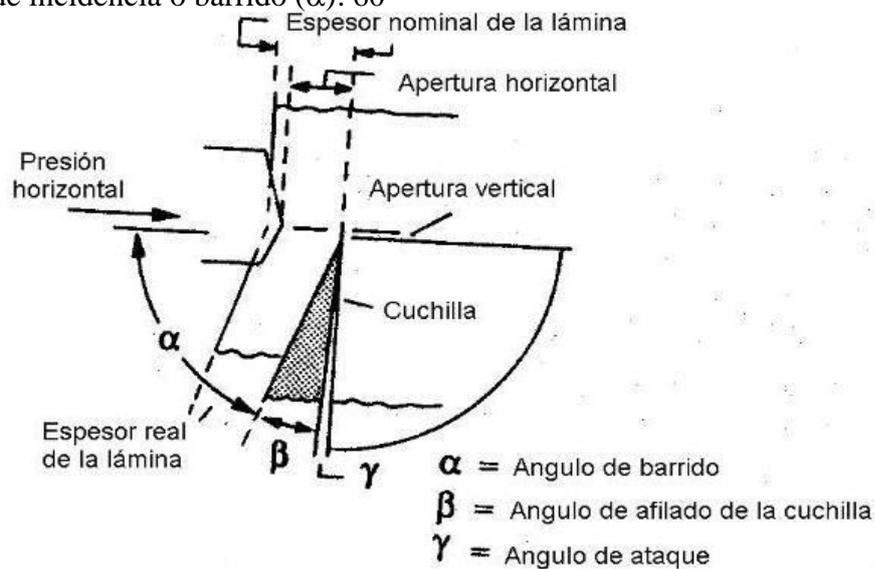


Figura N° 3: Ángulos de la cuchilla.

## 5.8. EVACUACIÓN DE LOS RESIDUOS

La evacuación de la corteza y parte del material resultante del redondeado o cilindrado, se realiza por medio de una cinta transportadora de materiales hasta la chipera, luego usado como combustible en la caldera. Las principales características son las siguientes:

Ancho de cinta: 30 cm

Altura del canal: 20 cm

Los meollos, también, son evacuados con esta cinta y procesados en la chipera, los de mejor calidad son separados por un operario para su venta posterior.

## 5.9. PASO DEL TORNO A LA GUILLOTINA

Existen varios métodos para transferir la lámina recién elaborada a la guillotina. Ellos son: sistemas de carretes, sistemas acoplados y sistemas de acumulación en bandejas.

Esta industria, como fue diseñada para rollos de grandes diámetros y especies tropicales presenta el sistema de carretes, el cual consiste en el enrollado de la lámina entera en carretes o bobinas de metal, los cuales son posteriormente guillotinaados. Son usados principalmente en latifoliadas de grandes diámetros para la producción de caras (bajos espesores), porque éstos

producen una gran longitud de láminas, y además requieren un cuidadoso guillotinado para maximizar su valor.

## **5.10. GUILLOTINA**

### **5.10.1. Equipo de guillotinado**

El objetivo de éste equipo es el saneado de la lámina producida, y con esto lograr un aumento en la calidad de las mismas. La guillotina es del tipo convencional, neumática de cizalla por golpe. Posee una velocidad máxima de guillotinado de 30,35 m/min de láminas enteras, es de control manual (Foto N° 4), y realiza un corte vertical. Para no generar atascamientos, la línea debe ser interrumpida por unas décimas de segundo, si no se detiene se puede producir un rajado de la lamina justo atrás del corte.

Una vez obtenida la sabana, ésta se guillotina en las medidas correspondientes para obtener láminas destinadas a cara y contracara, el corte para cara y contracara debe hacerse a una medida de 1,75 m. para obtener tableros de 1,60 m. ya que se debe compensar la contracción producida en el secado y unos 4-5 cm. a cada lado que se pierde por el encuadrado.

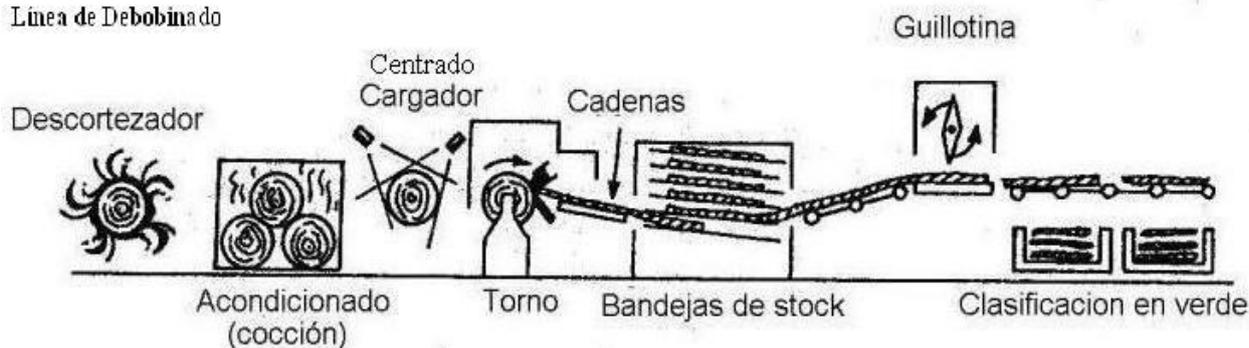


**Foto N° 4: Detalle de la guillotina en el momento del corte.**

## 5.11. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LAMINADO

### Proceso de Producción de Lámina Verde

#### Línea de Debobinado



El proceso de fabricación de láminas comienza con el traslado de los rollos desde la planchada hasta el sector de cocción, mediante el empleo de una máquina cargadora frontal. La carga y descarga de los rollos en piletas se hace empleando un aparejo eléctrico-monorriel, el cual es manejado por un operario en la parte superior, una vez llenadas las mismas se cubre con un plástico negro y se inyecta el vapor de agua por la parte inferior y de frente a los rollos para realizar la cocción o vaporizado. El objetivo de esto es ablandar o plastificar la madera saturada de agua, para lograr un corte suave durante el laminado y una disminución en el consumo de energía y desgaste de la cuchilla. Además, este proceso favorece el descortezado y secado de láminas.

Luego del vaporizado, el rollo se puede laminar, y puede permanecer en reposo hasta cuatro horas aproximadamente después de la cocción. En este intervalo un operario, mediante el empleo de una motosierra, troza los rollos en largos de acuerdo al tamaño del panel solicitado, como así también busca eliminar la mayor cantidad posible de defectos para optimizar el rendimiento de la lámina.

El trozado en diferentes largos se debe a la necesidad de disminuir la curvatura del rollo, tratando de maximizar los largos mayores, ya que son los que permiten obtener láminas con destino a cara (de distinta calidad), o contracara, no así los rollizos cortos cuyo destino es mayoritariamente para relleno del compensado.

El proceso continúa con el traslado de las toras mediante la cargadora frontal hasta la mesa de carga para ser elaboradas. A partir de ésta, la tora avanza hacia el torno, pasando antes por el descortezador del tipo cabezal fresador. La eliminación de la corteza evita el riesgo de desafilado debido a la presencia de arena y otros cuerpos extraños incrustados. El proceso sigue con el centrado de la tora y acomodamiento para la carga al torno, posteriormente se realiza el cilindrado en el mismo, generando un residuo, el cual cae sobre una cinta transportadora y es evacuado hacia la chipera (Cilindrado 1).

Hecho esto, se continúa con el cilindrado (Cilindrado 2), cuyo objetivo es llegar a obtener un rollo cilíndrico en su totalidad, la lámina parcial (cola de pescado), producida durante el redondeo se deriva a clasificación por una línea inferior donde se obtendrá láminas de recuperó, con una guillotina independiente. La sábana que se produce durante el debobinado (Ver figura N° 4), es enrollada en bobinas o carreteles, una vez completadas, se trasladan mediante el sistema de carreteles hasta la mesa de guillotinado y de clasificación, obteniéndose láminas verdes enteras de diferentes calidades.

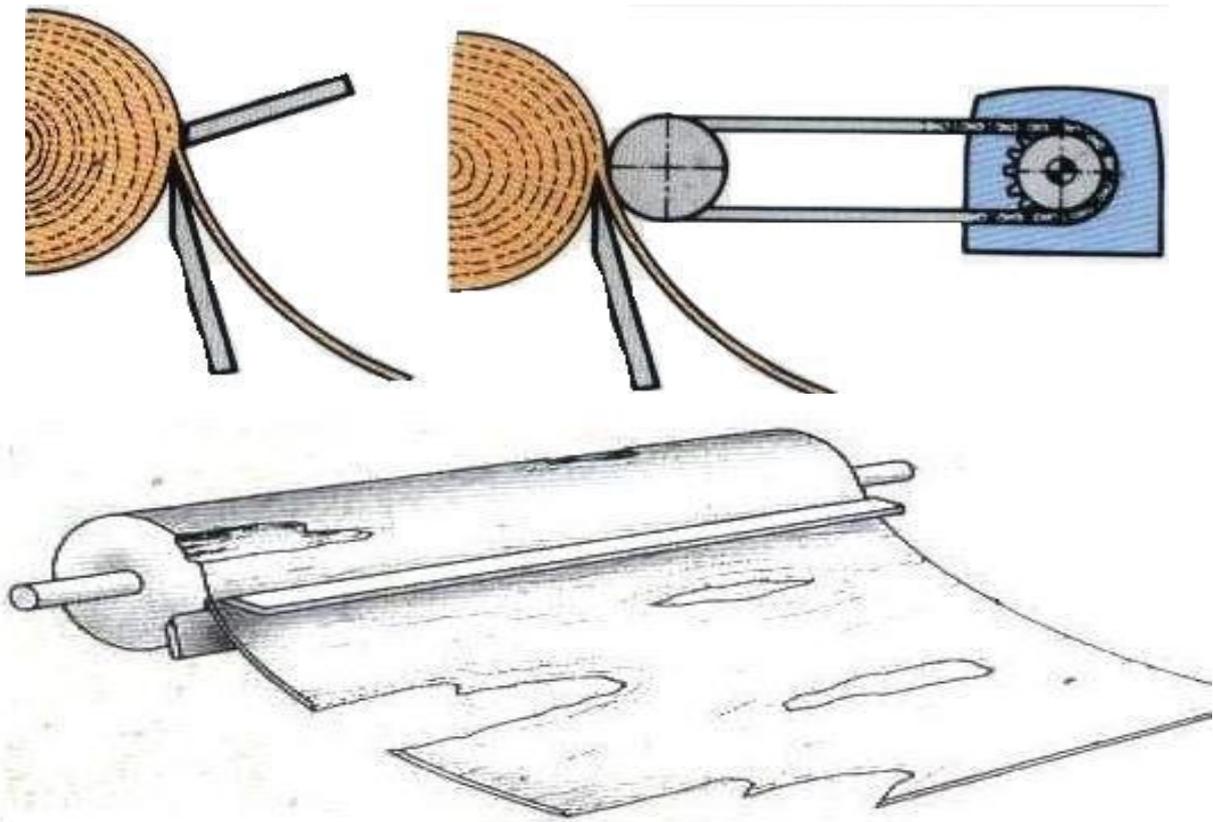


Figura 4: Esquema de Debobinado de la madera

## 5.12. MATERIALES

Para llevar adelante el presente trabajo se contó con: madera en rollos de las dos especies, las instalaciones de la industria de laminado, datos de producción y costos (provistos por la gerencia de la empresa), herramientas de medición: forcípula, cinta métrica; pinturas en aerosol, tiza para madera, papel, planillas, lapicera, cámara digital, calculadora, computadora. Para la determinación de rendimiento y costo de producción se utilizó la metodología que se describe a continuación.

## 5.13. DETERMINACIÓN DE LA ESPECIE A ESTUDIAR

La decisión de trabajar con *Balfourodendron riedelianum* (Guatambu blanco), y con *Eucalyptus sp.* (Eucalyptus), fue por un pedido de la empresa, por la disponibilidad del material y venta del mismo. El número de toras empleadas fueron 40 para cada especie, de las cuales 20 toras se trozaron a 2,3 m de largo y las 20 restantes a 2,6 m de largo.

Previo a la toma de datos, se realizó un ajuste metodológico; para lo cual se usaron 20 toras de *Eucalyptus sp.* (Eucalyptus), familia Myrtaceae.

## 5.14. MARCACIÓN DE TORAS

El material que se utilizó para éste estudio fue enumerado en forma alternada cada 5 toras ya que mediciones previas, durante el ajuste de la metodología, demostraron no poder seguir a cada una de ellas debido a las condiciones de trabajo real de la empresa (Velocidad del proceso).

## 5.15. CÁLCULO DE VOLUMEN

Para calcular el volumen de las toras se midió antes de comenzar el proceso, el diámetro en punta fina (D1), y en punta gruesa (D2), y el largo de cada una de ellas para poder calcular así el volumen total aplicando la fórmula de Smalian:

$$V = \frac{(gpg + gpf)}{2} * L =$$

Donde:

$gpf = \pi * D2^2 / 4$  (Área de la cara en punta fina)

$gpg = \pi * D1^2 / 4$  (Área de la cara en punta gruesa)

D= diámetro

L = largo

4.15.1. VOLUMEN DEL CILINDRO: Una vez obtenido el cilindro, se registra el diámetro (D), para poder calcular el volumen del mismo aplicando la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi * D^2 * L}{4}$$

Donde:

$\pi = 3,1415\dots$

D = diámetro del cilindro

L = largo

Las láminas producidas tenían 1,5 mm de espesor.

Para calcular el volumen de láminas enteras, volumen de recortes, volumen de recuperado y volumen de meollo se determinó lo siguiente:

**5.15.2 Volumen de láminas enteras:** Se registró las medidas de largo, ancho y espesor, además, del número de láminas por toras, para calcular el volumen de láminas destinada a cara.

$$V = A * E * L * N^{\circ} \text{ Lam}$$

Donde:

V= volumen (m<sup>3</sup>)

L=longitud (m)

A= ancho (m)

E= espesor (m)

N° Lam = número de láminas

**5.15.3. Volumen del meollo:** Una vez completado el bobinado se para el torno y se mide el diámetro del meollo antes de liberarlo y ser evacuado por cinta transportadora hasta la chipera.

$$V = \pi \times D^2/4 \times L$$

Donde:

$\pi = 3, 1415 \dots$

D= diámetro (m)

L= largo

### **5.16. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO TEÓRICO**

Para determinar el rendimiento teórico se parte del cálculo de volumen del rollo y volumen del meollo.

Una vez obtenido estos datos se calcula el Volumen de Lámina Verde por diferencia mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Vol. Rollo} - \text{Vol. Meollo} = \text{Vol. Lámina teórico}$$

Con este Vol. Lámina teórico se determina:

$$\text{El rendimiento } (\eta) \text{ es: } \frac{\text{Vol. Lámina teórico}}{\text{Vol. rollo}} = \eta \text{ Lámina teórico}$$

El rendimiento teórico se calcula sin tener en cuenta las pérdidas que se van dando en los distintos procesos hasta la obtención de la lámina verde. En este estudio solo se determinó el rendimiento real de lámina.

### **5.17. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO REAL**

Para determinar el rendimiento en éste estudio se tomo en cuenta el proceso hasta la obtención de lámina verde, el cual comienza en la mesa de carga y termina con el apilado de la lámina después del guillotinado.

Se calcula el volumen de la tora y el volumen de la lámina verde obtenida.

Una vez obtenido estos datos se calculó el rendimiento de lámina verde mediante la siguiente fórmula:

$$\text{El rendimiento } (\eta) \text{ es: } \frac{V_e}{V_r} * 100 \text{ Donde:}$$

Vr: volumen de la tora

Ve: volumen de lámina entera producida a la salida de la guillotina

## 5.18. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el análisis estadístico de los datos obtenidos por medio de los ensayos realizados, se considera el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento. Para obtener los resultados se realizó un análisis de varianza y posteriormente un test de medias de Tukey, con un 95 % de nivel de confianza para identificar medias que difieran entre sí. Para la realización del análisis de varianza se empleó el programa estadístico denominado Statistica.

Los Factores evaluados fueron: especie y clase diamétrica, con un solo espesor (1,5 mm), destinadas a cara. Las especies fueron: Guatambu (*Balfourodendron riedelianum*), y *Eucalyptus sp.*, mientras que las clases diamétricas son:

Clase menor: 30, 4 cm. Hasta 45,99 cm.

Clase mayor: 46 cm. Hasta 60 cm.

Las interacciones (Factorial 2X2), resultaron en 4 tratamientos:

Tratamiento 1	Guatambu X Clase Diamétrica menor
Tratamiento 2	Guatambu X Clase Diamétrica mayor
Tratamiento 3	Eucalyptus sp X Clase Diamétrica menor
Tratamiento 4	Eucalyptus sp X Clase Diamétrica mayor

La unidad experimental está constituida por cada una de las Toras evaluadas. La variación entre los tratamientos se analizó aplicando análisis de variancia (ANOVA).

## 5.19. COSTO DE PRODUCCIÓN DE LÁMINAS (VERDES)

Para la obtención de los costos de producción de láminas verdes se diseñó una planilla teniendo en cuenta los equipos que intervienen en el proceso, los insumos, materia prima, mano de obra, energía, etc., es decir, todos los costos variables y los costos fijos que incurren en el proceso.

Para la confección de las planillas del Costo Horario incurrido en el proceso, se tuvo en cuenta la metodología FAO/ECE/KWF.

A partir de ésta y con los datos brindados por el gerente de producción (Com. Pers. Ing. Baeza, 2011), se determinó el costo horario (\$/hora), que genera el proceso hasta la obtención de lámina verde.

El costo horario de las máquinas y de los operarios, más el total de los costos incurridos en el proceso, obtenidos de las planillas diseñadas a tal fin, se relaciona con la producción mensual ( $m^3$ /mes), obteniendo así el costo por  $m^3$  de lámina verde lograda.

### Salvedades del sistema de costos utilizado

La metodología de la FAO/ECE/KWF fue desarrollada principalmente para las máquinas forestales y no para máquinas estacionarias, dada la sencillez de aplicación, y por contar con una muy buena aceptación y antigüedad, se ha podido adaptar a las condiciones de los equipos estáticos amortizados de la empresa. En éste caso, al tratarse de equipos de mucho tiempo de uso, se debería llevar un registro detallado en las “actualizaciones” o “puesta a cero” en cuanto a reparaciones de importancia, lo cual implica altos costos de mantenimiento para poner en condiciones de operación el equipo.

### Planillas de cálculo de costos:

Para configurar la planilla de cálculo de costos se siguió la siguiente metodología: Recolección de datos de materia prima, producción mensual, gastos de energía, salarios de los operarios y administrativos, precios de las máquinas estáticas y las máquinas móviles.

En el caso del precio de las máquinas estáticas, por ser mayor a 30 años, ya se encuentran amortizados contablemente, se tomó el “valor de mercado” o “valor de reventa”, y se llevó a cero para amortizarlo a una nueva vida útil y así reponer el equipo una vez cumplida la misma. Todo esto se cargó en fórmulas propias dentro de la Planilla de Cálculo, siguiendo la estructura FAO/ECE/KWF.

Para calcular el costo del lubricante consumido se tuvo en cuenta el 20 % de los costos del combustible (MALINOVSKI, 1999).

Para el cálculo de la fórmula de mantenimiento fue elegido el sistema a través de coeficientes (MALINOVSKI, 1999), que se trató de ajustar a los datos provistos por la empresa (Esto es muy variable y se debería llevar adelante mediante registros, tanto para la sustitución de piezas, mano de obra y para el taller, la realización del cálculo es una estimación de este costo). Para la estructura de costo horario se tuvo en cuenta lo siguiente:

Valor de adquisición (VA): corresponde al precio de fábrica, añadidos los impuestos en vigor, carga y comisiones de ventas.

Valor residual (Vr): después de completar un tiempo total de uso, al volverse obsoletos, si la máquina es capaz de seguir en las mismas condiciones en las que trabajó, por uno o varios años, en este caso, la máquina tiene un valor de reventa, que es importante introducir en los cálculos costo/hora, ya que esto reduce el valor de adquisición y por lo tanto el costo/hora.

Valor de depreciación (Vd): corresponde a la distribución de los costos de adquisición del equipo y/o de sus partes por separado, en las horas de uso de la máquina. Esta forma de amortización para calcular la rentabilidad de la utilización de las máquinas, no debe confundirse con la depreciación contable, que sigue por razones fiscales.

Vida útil (N): corresponde al tiempo máximo de uso, en años, durante los cuales la máquina puede ser usada económicamente. Lo que sucede es que en algunos casos las máquinas solo son usadas algunas veces por año, no completando así la vida útil en horas dentro de los plazos de envejecimiento técnico.

Horas de uso al año: depende de las horas diarias trabajadas, de los días en el mes y del número de meses trabajados en el año.

Horas efectivas de uso (hf): son las horas de uso que la máquina alcanza, en promedio de más de un año (depende de las horas real trabajadas en un período, en éste caso las horas de uso al año).

Tiempo total de uso (H): corresponde al período de uso de la máquina en horas, es decir, el tiempo de vida, después del cual no vale la pena seguir utilizando debido al aumento de necesidad de reparaciones.

Tasa de interés simple (i): varía entre máquina forestal, aproximadamente el 15% (si se declara como la agricultura), y el 50% (si es declarado como capital industrial). Este es uno de los parámetros más decisivos en el cálculo del coste.

Factor de corrección (f): en el cálculo de los costos de interés, tiene por finalidad corregir el importe calculado por el interés simple, en el caso de usarse el interés compuesto por la fórmula de renta vitalicia, veremos que los costos serían superiores a los calculados por el interés simple. Se determinó que este valor varía entre 0,55 y 0,70, dependiendo de la importancia del valor de adquisición, la tasa de interés y período de amortización.

Arreglos mecánicos (c): depende del tipo de trabajo que está realizando la máquina, y si los accesorios y equipos adicionales se amortizan conjuntamente o por separado, porque cada parte tiene su propio coeficiente de reparaciones. Este coeficiente por lo general varía entre 0.5 y 0,8 del precio de compra, dependiendo del tipo de base de máquina.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

#### 6.1.1. Análisis estadístico

En la tabla N° 2 se muestran los resultados del análisis de variancia obtenidos con significancia del 5 % (ANOVA). Existen diferencias estadísticamente significativas ( $\alpha= 5\%$ ), en los rendimientos respecto a las especies, no así entre las clases diamétricas y entre las interacciones especies X Clases diamétricas (Ver gráfico 1).

**Tabla N° 2: ANOVA para las variables Especie y Clases Diamétricas sobre el rendimiento.**

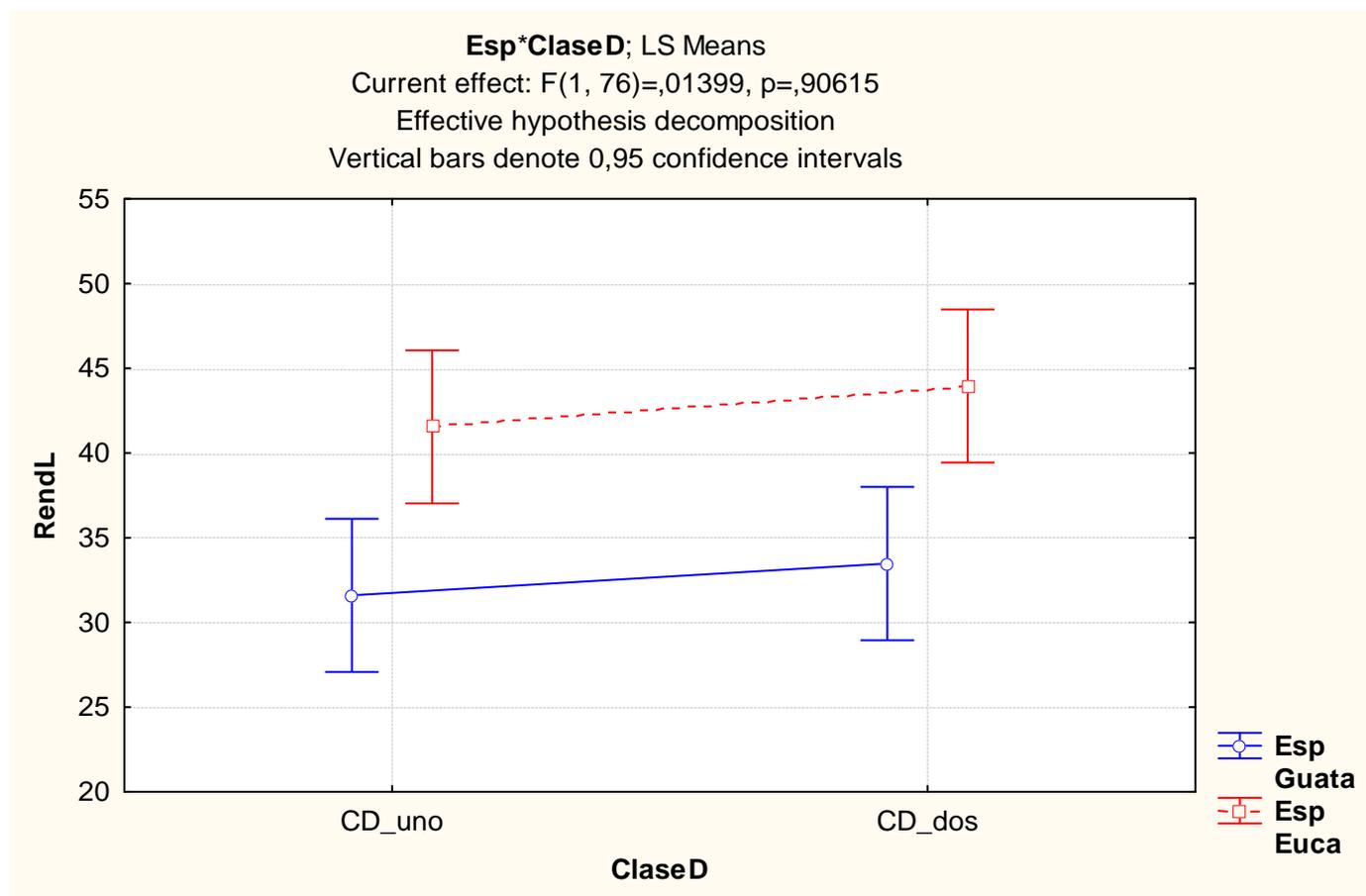
	SS	Grados de Libertad	MS	F	P
Especie	2087,3	1	2087,3	20,256	<b>0,00024</b>
Clase Diamétrica	91,8	1	91,8	0,890	0,348347
Especie X Clase Diamétrica.	1,4	1	1,4	0,014	0,906147
Error	7831,7	76	103,0		

**Tabla N° 3: Representación de las intercepciones de las variables bajo estudio mediante análisis estadístico efectuando el test de Tukey.**

Especie	Clase Diamétrica	Tratamiento	Rendimiento Promedio Lámina	1	2	3
Guatambu	CD_menor	T1	31,60	****		
Guatambu	CD_mayor	T2	33,47	****	****	
Eucalyptus	CD_menor	T3	41,54		****	****
Eucalyptus	CD_mayor	T4	43,95			****

Del análisis de los tratamientos se obtiene:

- a- No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento (nivel de confianza de 0,95), entre el tratamiento uno y el tratamiento dos.
- b- No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento (nivel de confianza de 0,95), entre el tratamiento tres y el tratamiento cuatro.
- c- Si se encontraron diferencias significativas en el rendimiento entre las especies.
- d- El tratamiento uno presentó diferencias significativas en el rendimiento respecto al tratamiento tres y el tratamiento cuatro.
- e- El tratamiento dos no presentó diferencias significativas en el rendimiento respecto al tratamiento tres. Si presentó diferencias significativas respecto al tratamiento cuatro.



**Gráfico N° 1: Representación del rendimiento de Láminas por Clase Diamétrica para ambas especies.**

En el gráfico N° 1 se observa que el rendimiento es estadísticamente significativo entre las especies, pero no presenta diferencias estadísticamente significativas entre las clases diamétricas, lo cual indica que dentro de una misma especie al pasar de la clase diamétrica menor a la clase diamétrica mayor hay una pequeña diferencia (no significativa), que no supera el 2,3 %.

Las clases diamétricas están conformadas de la siguiente manera:

	Límite inferior	Límite superior
<b>Clase Diamétrica menor</b>	<b>30,4</b>	<b>45,99</b>
<b>Clase Diamétrica mayor</b>	<b>46</b>	<b>62</b>

El gráfico N° 2 muestra los resultados obtenidos para el rendimiento de láminas y desvío estándar con marcadores tramas (barra de rango de datos), para ambas especies.

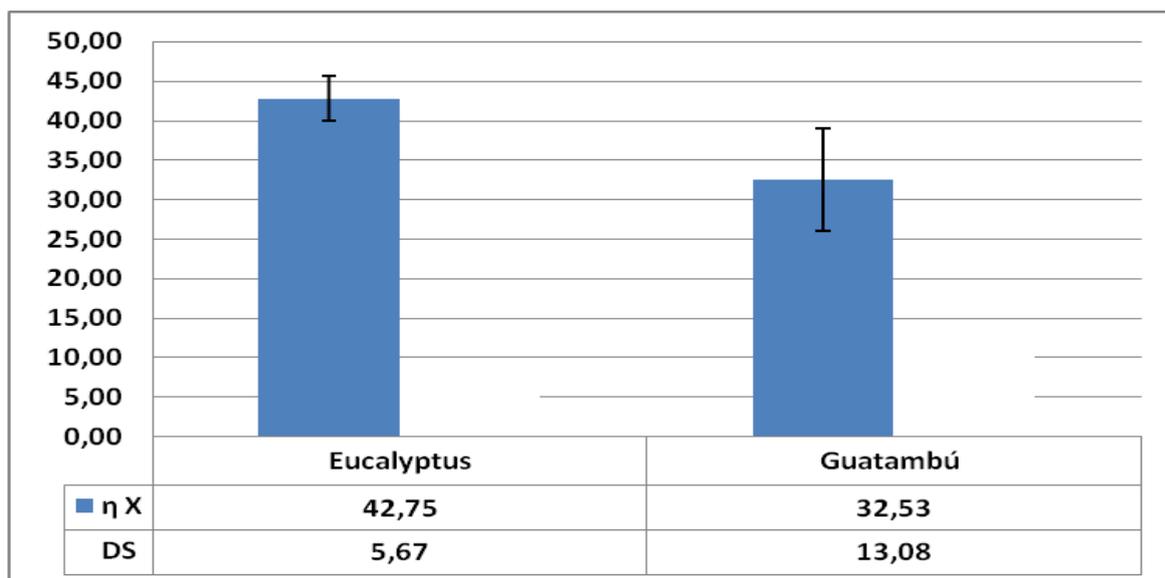


Gráfico N° 2: Rendimiento de láminas ( $\eta$  de Láminas), y Desvío Estándar (DS), por especies.

Según el análisis hecho se puede ver que el *Eucalyptus sp.* presenta el mayor valor de rendimiento de láminas (42,75), comparado con el *Guatambu* (32,52). Esto se da principalmente por la calidad de la materia prima utilizada, coeficiente de forma, diámetro y manipuleo de la sábana antes del guillotinado, efectos que no fueron estudiados en el presente trabajo, pero que fueron observados durante las mediciones. El *Eucalyptus sp.* básicamente tiene mejor forma que la madera nativa, y de allí las diferencias.

En cuanto al desvío estándar, ambos presentan variabilidad entre los rendimientos registrados, en el caso del *Eucalyptus sp.* (5,67), presenta un menor grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio, no así el *Guatambu* con una gran variabilidad.

En el gráfico N° 3 se muestra los resultados obtenidos del diámetro promedio y el Desvío Estándar por clases diamétricas para ambas especies.

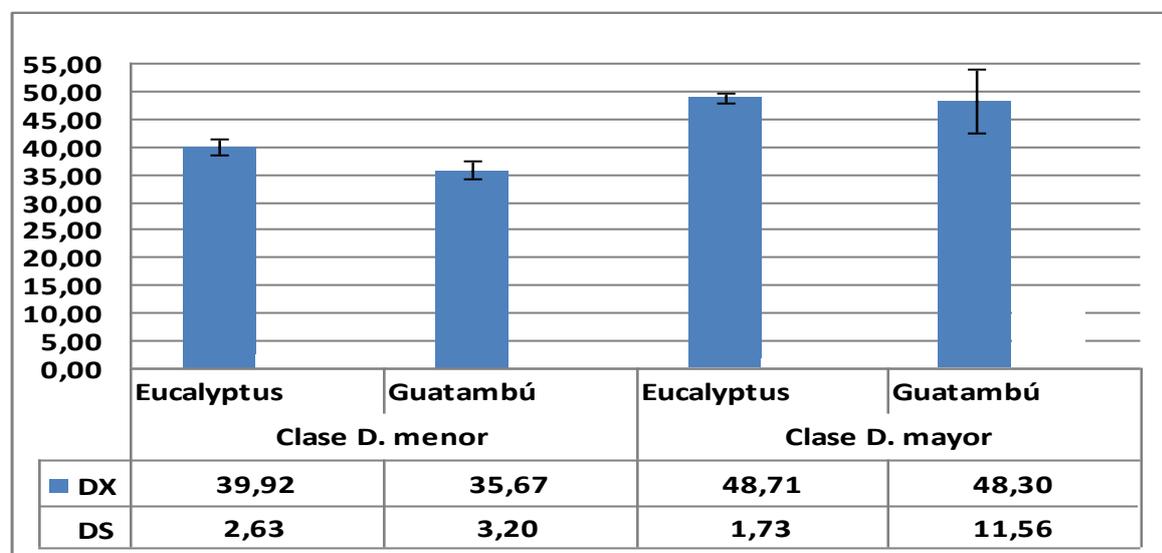


Gráfico N° 3: Diámetro promedio (DX), Desvío Estándar (DS), por especie y clase diamétrica.

Se puede ver en ambas clases diamétricas que el *Eucalyptus sp.* presenta los mayores diámetro promedio (DX), respecto al *Guatambu*. El valor del desvío estándar (DS), para ambas

clases diamétricas, resulta ser menor para la especie *Eucalyptus sp.* Esto se da porque existe una menor variabilidad entre los datos registrados dentro de la especie, es decir, los diámetros de las trozas están más cerca del diámetro promedio, lo cual está dado por la edad homogénea de la plantación de la cual proviene la materia prima, no así el *Guatambu*, proveniente del bosque nativo disetáneo.

En el gráfico N° 4 se muestra los resultados del rendimiento promedio ( $\eta X$ ), y desvío estándar (DS), por especie y por clase diamétrica.

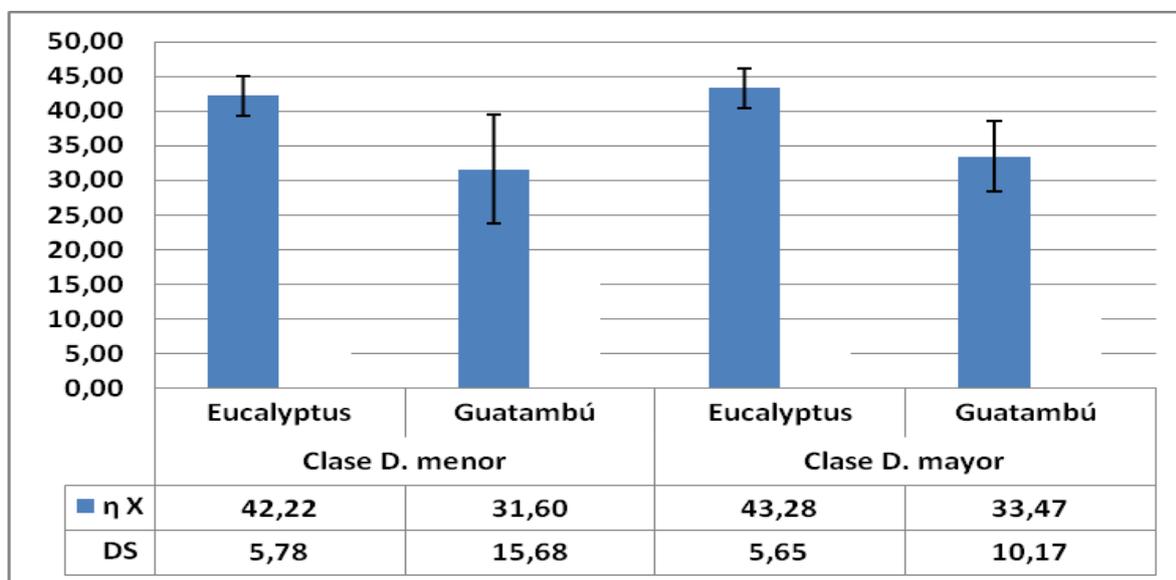


Gráfico N° 4: Rendimiento promedio ( $\eta X$ ), Desvío Estándar (DS), por especie y por clase diamétrica.

Se observa que la especie *Eucalyptus sp.* tanto, en la clase diamétrica menor como en la clase diamétrica mayor, arroja los mayores valores de rendimiento promedio. En ambas clases diamétricas el rendimiento promedio de *Eucalyptus sp.* supera en el orden de 10 % a la especie *Guatambu*. Esa diferencia de rendimiento posiblemente está dado en gran medida por la calidad de la materia prima utilizada, que al tener mejor forma y menores curvaturas, permiten un mejor centrado de la tora. Esto produce mejores laminas durante el debobinado, que disminuye la necesidad de manipuleo y menos guillotinado. Al momento de la medición se observó que en el caso del *Eucalyptus sp.* las toras no presentaban curvaturas, acompañadas de un buen trozado del rollo, en el caso del *Guatambu*, si se apreció problemas de forma, como ser curvatura por el crecimiento tortuoso del árbol y hendiduras. Además de éstos problemas, se tuvo en cuenta el estado fitosanitario de ambas especies, para ello se hizo una observación visual y se registró que el *Guatambu* presentaba mayores inconvenientes de centro moro y pudriciones en la corteza y parte del material leñoso, no así el *Eucalyptus sp.* En el caso del centrado de la tora, las mismas son centradas a través de un centrador mecánico, el cual solo toma tres puntos en dos partes, si bien el operador tiene mucha práctica, muchas veces se pasa por alto algunos defectos como las irregularidades, engrosamiento de nudos, hendiduras, conicidad, etc. Afectando esto al rendimiento ya que en el cilindrado (1 y 2), se pierde además de corteza parte de la madera.

El desvío estándar presenta los valores más bajos en el *Eucalyptus sp.* en ambas clases diamétricas, indicando una menor variabilidad entre los rendimientos entre las clases diamétricas.

En el gráfico N° 5 se presenta los resultados de las pérdidas porcentuales (%), que se producen en los distintos procesos durante la obtención de lámina verde.

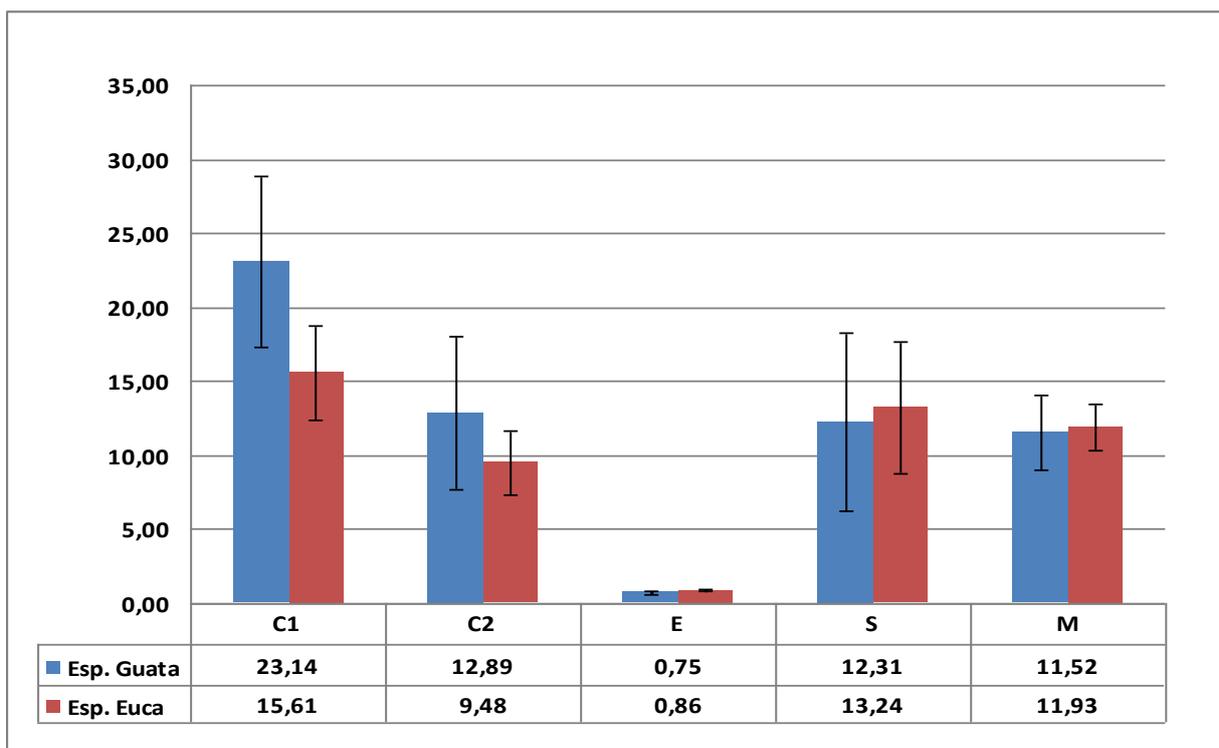


Gráfico N° 5: Pérdidas porcentuales (%), en los diferentes procesos: C1= Cilindrado 1, C2= Cilindrado 2, E=Enrasado, S= Saneado, y M= Meollo, en *Eucalyptus sp.* y *Guatambu*, con el desvío estándar en cada uno de los procesos.

Del análisis hecho, las mayores pérdidas se producen en los procesos de cilindrado 1 y cilindrado 2 del *Guatambu* comparando los mismos procesos con la especie *Eucalyptus sp.* En ambos casos, las pérdidas se producen durante la operación en la cual se hace marchar el torno a fin de conformar una tora sin imperfecciones, como ser ovalidad o conicidad y poder comenzar a debobinar, esto va a depender mucho de la forma que presenta la tora como ser la conicidad, hendiduras, etc. Cuando más mala forma presentan las toras, o más defectos tienen, mayores serán las pérdidas en el cilindrado. Las demás pérdidas se dan durante el enrasado, saneado y el meollo. Como resultado del análisis las mayores pérdidas se producen en los tres procesos para la especie *Eucalyptus sp.* Las pérdidas en el saneado ocurren por la presencia de ojos de pescado, rajaduras de la lámina en los extremos y por las grietas que aparecen en láminas escarpadas (lámina rugosa cuya superficie presenta mayor o menor ondulación, dependiendo del pandeo que sufre la tora al disminuir el diámetro cuando se acerca a la etapa final del proceso de debobinado).

La tabla N° 4 presenta los valores del desvío estándar de las pérdidas para todos los procesos.

	<i>Guatambu</i>		<i>Eucalyptus sp.</i>	
	Pérdidas (%)	DS	Perdidas (%)	DS
C1	23,14	11,52	15,61	6,41
C2	12,89	10,27	9,48	4,31
E	0,75	0,19	0,86	0,10
S	12,31	12,04	13,24	8,81
M	11,52	5,06	11,93	3,19

Tabla N° 4: Pérdidas porcentuales (%), en los diferentes procesos: C1= Cilindrado 1, C2= Cilindrado 2, E=Enrasado, S= Saneado, y M= Meollo, en *Eucalyptus sp.* y *Guatambu*, con el desvío estándar en cada uno de los procesos.

Se observa que en todos los procesos, el desvío estándar es mayor en el *Guatambu*, lo cual indica que las pérdidas de material fueron más variables en esta especie.

## 6.2. ESTUDIO DE COSTO

De los registros obtenidos y evaluados, en la tabla N° 5, se presentan los resultados de los costos incurridos en el proceso de obtención de lámina verde por m<sup>3</sup>.

**6.2.1. Costo mensual: Mano de obra (MO):** Para obtener estos costos (Tabla N° 5), se recurrió a la metodología de la FAO/ECE/WKF, donde partimos del sueldo básico por operario, y se le suma todas las cargas sociales correspondientes. Ver Anexo N° 2.

Tabla N° 5: Resumen de los costos detectados en el proceso de lámina verde.

Costo mensual Mano Obra (\$/mes)	119.186,5
Costo mensual materia prima (\$/mes)	553.076,6
Costo mensual energía (\$/mes)	19.760,0
Costo mensual total (costo mat. prima+energía+costo MO+CF)(\$/mes)	692.023,1
<b><u>costo \$/m<sup>3</sup> = (\$/mes)/(prod./mes)</u></b>	<b>1.072,64</b>

**6.2.2. Costo mensual: materia prima:** éste costo se determina en función de la cantidad de madera que ingresa mensualmente a la industria (Ver anexo N° 2), teniendo en cuenta las especies implantadas y las especies nativas, con sus respectivos precios.

La tabla N° 6 presenta el costo de la materia prima mensual.

Tabla N° 6: Resumen del costo mensual de la materia prima.

	Implantada	Nativa
Consumo mensual madera (m <sup>3</sup> )	1.252,59	337,16
Precio (\$/m <sup>3</sup> )	330,15	413,85
Costo materia prima (\$/m <sup>3</sup> )	413.543,9	139.532,7
Costo total materia prima (\$/mes)	<b>553.076,6</b>	

**6.2.3. Costo de producción de vapor:** Actualmente la fábrica posee una caldera con una capacidad de producción de 4 Tn/hora de vapor, del total producido un 15 % (0,6 Tn), se destina

a la cocción de la madera en la pileta, 80 % al secadero y un 5 % a la prensa. La producción de una tonelada de vapor cuesta \$ 27,66. Ver Anexo N° 2.

El costo del vapor que demanda la pileta por hora es de \$ 16,6 Tn vapor/hora.

**6.2.4. Costo energía:** La industria genera un gasto mensual de \$ 65.000 en concepto de consumo de energía eléctrica. Del total del valor, un 30,4 % corresponde al consumo generado en el proceso para la obtención de la lámina verde. En términos monetarios representa \$ 19.760 mensuales. Ver Anexo N° 2.

Costo kwh por m<sup>3</sup> de lámina verde

Consumo kwh mensual Total de la industria	211.559
Consumo kwh mensual Sector debobinado	52.889,75
Producción mensual (m <sup>3</sup> ) lamina verde	645,16
Costo kwh por m <sup>3</sup> de lamina verde	81,98

**6.2.5. Determinación del costo (\$), por metro cúbico de lámina verde:** Se obtiene mediante la razón del costo \$/mes y la producción m<sup>3</sup>/mes.

Costo total del proceso: 692.023,1 \$/mes.

Producción: 645,16 m<sup>3</sup>/mes.

El costo por metro cúbico de lámina verde es de **1.072,64 \$/m<sup>3</sup>**. Esto se obtiene teniendo en cuenta las características de la industria, es decir, producción, cantidad de días trabajados en el mes, duración del turno, cantidad de operarios que intervienen en el proceso, los rendimientos obtenidos para la materia prima proveniente de bosque implantado y/o de bosque nativo. Todo esto determina el costo de producción, el cual varía al modificar las variables que intervienen en el análisis.

## 7. CONCLUSIÓN

El tiempo empleado en hacer el presente trabajo permitió alcanzar los objetivos planteados.

El estudio del proceso de laminado nos permitió hacer un análisis detallado de las distintas etapas que conforman el proceso junto con una caracterización de las máquinas utilizadas.

El análisis estadístico demostró que existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de lámina verde entre las especies *Balfourodendron riedelianum* y *Eucalyptus sp.*, no así entre las clases diamétricas (Clase diamétrica menor y Clase diamétrica mayor), en cada una de las especies, por lo tanto el factor que determina las diferencias estadísticamente significativas es la especie que interviene en el proceso para éste estudio.

Los tratamientos demuestran que las diferencias estadísticamente significativas están dadas por el factor especie, *Balfourodendron riedelianum* y *Eucalyptus sp.* y no por las clases diamétricas.

Los mayores diámetros promedios y rendimientos de lámina verde se registró en el *Eucalyptus sp.*

Las mayores pérdidas promedio están dadas en los procesos (en orden): Cilindrado 1, Cilindrado 2, Debobinado, Meollo y enrasado.

El costo de producción del  $m^3$  de lámina verde puede variar conforme varían los costos fijos, los costos variables y la producción. Los costos fijos se mantienen fijos (estables), debido a que son independientes del nivel de producción a corto plazo. Los costos variables dependen del nivel de producción (volumen), es decir, de la cantidad empleada de los factores variables, por lo tanto, cuanto mayor es la producción, menor es el costo por unidad producida  $\$/m^3$ , al disminuir la producción, aumenta el costo por unidad producida  $\$/m^3$ .

La producción mensual promedio de la empresa es de  $645,2 m^3/mes$ , para esta producción el costo promedio por unidad de producción es de  **$1072,64 \$/m^3$** .

El costo en Kwh por  $m^3$  de lámina verde producida en esta industria corresponde a 81,98.

## 8. BIBLIOGRAFIA

**ALVEZ, H. M.**, 2002. Determinación de rendimientos, costos y calidad en la producción de madera aserrada en *Pinus taeda* para uso en remanufactura. “Integradora 2” pp 2. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales.

**ARGENTINA FORESTAL**, 2010. Revista de publicación mensual, Año VI. Agosto de 2010, pp 22 – 24.

**BENITEZ, S. N.**, 2009. Estudio de Tiempos y Rendimientos en sistemas de cosechas altamente tecnificados en faena de *Pinus taeda* “Integradora 2” pp. 5. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales.

**BERCOVICH, N.** 2000. Evolución y Situación Actual del Complejo Forestal en la Argentina. División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID/IDRC).

**CELANO, J. A.; JACOBO, G. J.** 2004. Estudio de la Producción Industrial de Paneles de Madera Compensada en el NEA para la Aplicación en la Construcción. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia Argentina.

**CELANO, J.A.; IWAKIRI, S.** 2004. Producción de Paneles Multilaminados Compensados. Maestría en Tecnología de la Madera. Módulo: Laminados Compensados. Universidad Nacional de Misiones.

**DÁVALOS, V., KORTH, S.**, 2002. Estudio de Tiempos y Rendimientos de Feller Buncher de Disco y Skidder de garra en tala rasa de *Pinus sp.* “Integradora 2”. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales.

**PEREZ ENRRI, D.**, 2000. Economía en el pensamiento, la realidad y la acción. Editorial MACHI GRUPO EDITOR S.A., pp 89 - 95.

**FAO.** Departamento de pesca. Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera (Deposito de Documentos de la FAO), 1996. Consultado en: 16/03/11. <http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s06.htm>.

**FREITAS, L. C.; MÁRQUEZ, G. M.; LOPEZ DA SILVA, M.; MACHADO, R. R.; MACHADO, C. C.** 2004. Estudo Comparativo Envolvendo Três Métodos de Calculo de Custo operacional Do Caminhão Bitrem. Revista Arvore Novembro-Dezembro, año/vol. 28 006 Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa, Brasil. pp 855 - 863. pp 3.

**GARCÍA, E. L., GUINDEO CASASÚS, A., PERAZA ORAMAS, C., PALOMA de PALACIOS de PALACIOS**, 2002. La madera y su tecnología.

**INSTITUTO FORESTAL. CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN.** Manual N° 16, 1989. Principios de Organización y Operación del Aserradero. AF 89/15, Concepción, Chile.

**IWAKIRI, S.; MENDES, L. M.; CAMARGO de ALBUQUERQUE, C. E.** 2004. Procedimiento Práctico para Cálculo de Lamina de Madeira por Desenrolamento. Curitiba, Brasil.

**JACOBO, G. J.; CELANO, J. A.** Estudio de la Producción Industrial de Paneles de Madera Compensada en el NEA para la Aplicación en la Construcción. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia Argentina, 2004, Consultado el 15/04/2011. <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2004/7-Tecnologia/T-079.pdf>.

**MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R.** 1988. Ciência do Trabalho florestal. Viçosa, MG: Universidade Federal do Viçosa. pp 68.

**MALINOVSKI, R. A.;** 1999. PROGRAMA COMPUTACIONAL DE SIMULAÇÃO PARA ANÁLISE DE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Brasil, pp 16 – 22.

**MAREK, M.A.,** 2008. Laminado de maderas y producción de tableros compensados. Cátedra de Industrias del laminado y compensado.

**MOCHON, F.; BEKER, V. A.,** 2003. Economía principios y aplicación. Tercera edición. Editorial INDUGRAF S.A. Buenos Aires Argentina, pp 148 - 149.

**MORROW.** 1946. Antecedentes Históricos Muestreo de Trabajo (Estudio de Tiempo). Consultado en: 16/03/11. <http://www.mitecnologico.com/Main/AntecedentesHistoricosMuestreoDelTrabajo>, <http://html.rincondelvago.com/muestreo-de-trabajo.html>.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios por la vida que nos dio y por permitirnos llegar a esta instancia. En segundo lugar a nuestras familias por el apoyo incondicional y por alentarnos a la formación profesional.

A la Universidad por brindar a la sociedad en general, educación pública y gratuita, a la Facultad de Ciencias Forestales y todo los docentes, en especial a la Ing. Silva Fidelina y Parrusini Marta por sus aportes en la confección y análisis del diseño estadístico.

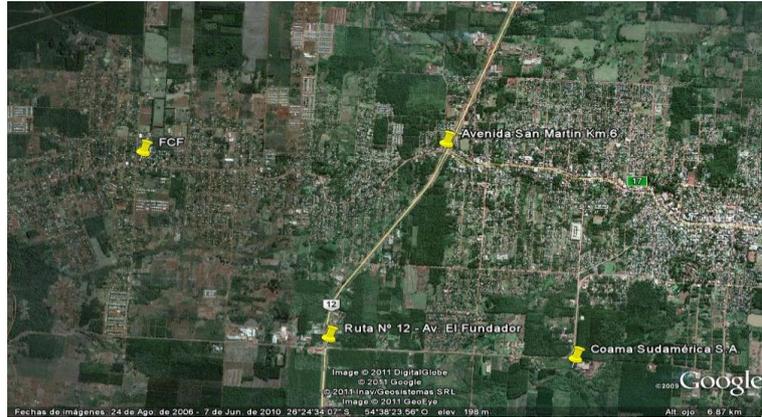
A la empresa por confiarnos el trabajo, ya que partimos de una necesidad real en determinar los rendimientos en estas dos especies y los costos de producción incurridos.

A Queiroz Lucio por recibirnos en sus instalaciones, al gerente de producción ing. Baeza Diego por brindarnos todos los datos necesarios, al capataz del sector de debobinado y a los operarios en general por la colaboración y amabilidad durante la toma de los datos durante el funcionamiento de las máquinas.

A nuestros compañeros estudiantes que nos acompañaron a realizar las mediciones.

## ANEXOS

### Anexo N° 1: ubicación de la industria



Costo Horario

Metodología FAO/ECE/WKF

### Anexo N° 2

<b>Recepcionista</b>		
turnos	1	
hs / día	9	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>180</b>	
Costos de personal		
Cantidad operadores (n° op.)		1
Sueldo operador (s)		\$ 2.655
Costo Operador (op)	s / (hs/mes)	14,75
ART	\$100 / (hs/mes)	0,56
Obra Social	op *0,05	0,74
Carga Social	op *0,12	1,77
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	1,55
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,32
Ausentismo	op *0,10	1,48
<b>Costos personal (\$/hora)</b>		<b>21,16</b>
(\$/jornada)		169,3

<b>Cargadora (2)</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>200</b>	
<b>Concepto</b>	<b>modo obtención</b>	<b>monto</b>

Valor de adquisición (VA)	USD 30.000	118.800,00
Costo de neumáticos (n)	USD 1.500	5.940,00
Valor residual (Vr)	VA*0,15	17.820,00
Valor depreciable (Vd)	VA-n-Vr	95.040,00
Vida útil (N)	años =	10
Vida útil neumáticos (nN)	Horas=	7.000
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	19.200
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo de combustible (comb)	litros/hora=	14
Costo horario	VA/H	6,19
Cantidad horas / mes	H/12	1600
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,56
Seguros	(VA)*0,15/H	0,09
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,65</b>
<b>1.2 Costos semifijos</b>		
Depreciación máquina (dm)	Vd/H	4,95
Depreciación neumáticos	dm*c	3,96
	<b>Subtotal costos semifijos</b>	<b>8,91</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Costo de combustible (c. comb)	\$3,2/l * comb.	44,80
Lubricante	20% c. comb.	8,96
Aceite cadena		
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>53,76</b>
<b>Subtotal costos de la máquina</b>		<b>63,32</b>
Total (2 máquinas)		<b>126,64</b>
<b>2 - Costos de personal</b>		
Cantidad operadores (n° op.)		2
Sueldo operador (s)		\$ 2.655
Costo Operador (op)	(s*n° op.)/(hs/mes)	13,28
ART	\$100*n°op./(hs/mes)	0,50
Obra Social	op *0,05	0,66
Carga Social	op *0,12	1,59
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	1,39

Comida-Transp-Superv.	op *0,2	2,66
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,29
Ausentismo	op *0,10	1,33
<b>Subtotal Costos personal \$/hora</b>		<b>21,70</b>
<b>Total Costo personal \$/hora</b>		<b>43,40</b>

<b>Piletas (2 piletones)</b>		
Concepto	modo obtención	monto
Valor de adquisición (VA)	USD 3.000	11.880,00
Vida útil (N)	años =	10
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año -	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	19.200
Costo horario	VA/H	0,62
Cantidad horas / mes	H/12	1600
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	$(VA)*(i)*(f)/H$	0,06
Seguros	$(VA)*0,15/H$	0,09
<b>TOTAL</b>		<b>0,15</b>

<b>MOTOSIERRA Husqvarna 61</b>		
Concepto	modo obtención	monto
turnos	1	
hs / día	8	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>160</b>	
Valor de adquisición (VA)		2800
Menos costo de piezas de reposición		250
Valor depreciable Vd		2550
Vida útil en años (N) =		1
Tiempo total de uso (H)en horas =		1920
Horas efectivas de uso (hf)= -25%		1440

Tasa de interés simple (i) = 15%		0,15
Factor de corrección (f) = 0,6		0,6
Arreglos mecánicos (c) = 0,8		0,8
1 Costos de la máquina		
1.1 Costos fijos		
Interés = (VA) *(i) *(f)/H		0,13
Seguros (VA) *1,5% / H =		0,02
	S1,1	0,15
1.2 Costos Semifijos		
Depreciación de la máquina	hf*N=2000	1,77
Arreglos en la máquina		1,417
Reposición partes		0,457
	S1,2	1,246
1.3 Costos Variables		
Consumo de combustible (0,95 l/hora)		3,4295
Lubricante (consumo 0,5 l/hora) 30 %		2,673
Aceite cadena(50% combustible)		1,71475
	Subtotal	7,81725
1.3 Subtotal Costos de la máquina		9,06325
<b>2 Costos de personal</b>	h/mes= 20*8	160
Cantidad operadores (nº op.)		1
Sueldo operador (s)		\$ 2.655
Costo Operador (op)	s/(hs/mes)	16,59
ART	\$100 / (hs/mes)	0,63
Obra Social	op *0,05	0,83
Carga Social	op *0,12	1,99
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	1,74
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,36
<b>Ausentismo</b>	<b>op *0,10</b>	<b>1,66</b>
Costos personal (\$/hora)		23,81

<b>Guinche elevador</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	200	
<b>Concepto</b>	<b>modo obtención</b>	<b>monto</b>

Valor de adquisición (VA)	USD 38.000	150.480,00
Valor residual (Vr)	VA*0,15	22.572,00
Vida útil (N)	años =	30
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	57.600
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo eléctrico	Kwh/hora=	25
Costo horario	VA/H	2,61
Cantidad horas / mes	H/12	4800
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,24
Seguros	(VA)*0,15/H	0,04
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,27</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Lubricante		2,00
Energía (\$/kw)	0,1	2,5
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>4,50</b>
<b>Subtotal costos de la máquina</b>		<b>4,77</b>
2 Costos de personal		
Cantidad operadores (n° op.)		1
Sueldo operador (s)		\$ 2.655
Costo Operador (op)	(s*n° op.)/(hs/mes)	13,28
ART	\$100*n°op./(hs/mes)	0,50
Obra Social	op *0,05	0,66
Carga Social	op *0,12	1,59
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	1,39
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,29
Ausentismo	op *0,10	1,33
<b>Subtotal Costos personal</b>		<b>19,04</b>

<b>Mesa de alimentación</b>		
turnos	1	
hs / día	10	

días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>200</b>	
<b>Concepto</b>	<b>modo obtención</b>	<b>monto</b>
Valor de adquisición (VA)	USD 10.000	<b>39.600,00</b>
Valor residual (Vr)	VA*0,15	5.940,00
Vida útil (N)	años =	30
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	57.600
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo eléctrico	Kwh/hora=	25
Costo horario	VA/H	0,69
Cantidad horas / mes	H/12	4800
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,06
Seguros	(VA)*0,15/H	0,01
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,07</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Lubricante		2,00
Energía (\$/kw)	0,1	2,5
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>4,50</b>
<b>Subtotal costos de la máquina</b>		<b>4,57</b>
turnos	1	
hs / día	8	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>160</b>	
Costos de personal		
Cantidad operadores (n° op.)		1
Sueldo operador (s)		\$ 2.655
Costo Operador (op)	s / (hs/mes)	16,59
ART	\$100 / (hs/mes)	0,63
Obra Social	op *0,05	0,83
Carga Social	op *0,12	1,99
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	1,74

Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,36
Ausentismo	op *0,10	1,66
<b>Costos personal (\$/hora)</b>		<b>23,81</b>

<b>Carro - Descortezadora</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>200</b>	
Concepto	modo obtención	monto
Valor de adquisición (VA)	USD 12.000	<b>47.520,00</b>
Valor residual (Vr)	VA*0,15	7.128,00
Vida útil (N)	años =	30
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	57.600
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo eléctrico	Kwh/hora=	25
Costo horario	VA/H	0,83
Cantidad horas / mes	H/12	4800
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,07
Seguros	(VA)*0,15/H	0,01
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,09</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Lubricante		2,00
Energía (\$/kw)	0,1	2,5
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>4,50</b>
<b>Subtotal costos del carro</b>		<b>4,59</b>
<b>Descortezadora</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie

hs / mes	200	
<b>Concepto</b>	<b>modo obtención</b>	<b>monto</b>
Valor de adquisición (VA)	USD 10.000	39.600,00
Valor residual (Vr)	VA*0,15	5.940,00
Vida útil (N)	años =	30
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	57.600
Tasa de interés simple (i)		0,12
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo eléctrico	Kwh/hora=	14
Costo horario	VA/H	0,69
Cantidad horas / mes	H/12	4800
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,05
Seguros	(VA)*0,15/H	0,01
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,06</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Lubricante		2,00
Energía (\$/kw)	0,1	1,4
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>3,40</b>
<b>Costo Subtotal de la descortezadora</b>		<b>3,46</b>
<b>Operario del Torno</b>		
turnos	1	
hs / día	8	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>160</b>	
Costos de personal		
Cantidad operadores (n° op.)		1
Sueldo operador (s)		\$ 2.655
Costo Operador (op)	s / (hs/mes)	16,59
ART	\$100 / (hs/mes)	0,63
Obra Social	op *0,05	0,83
Carga Social	op *0,12	1,99
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	1,74
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,36
Ausentismo	op *0,10	1,66
<b>Costos personal (\$/hora)</b>		<b>23,81</b>

<b>Mesa de Transporte hacia el torno</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	200	
<b>Concepto</b>	<b>modo obtención</b>	<b>monto</b>
Valor de adquisición (VA)	USD 15.000	59.400,00
Valor residual (Vr)	VA*0,15	8.910,00
Vida útil (N)	años =	30
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	57.600
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo eléctrico	Kw/hora=	25
Costo horario	VA/H	1,03
Cantidad horas / mes	H/12	4800
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,09
Seguros	(VA)*0,15/H	0,02
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,11</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Lubricante		2,00
Energía (\$/kw)	0,1	2,5
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>4,50</b>
<b>Total costos de la mesa</b>		<b>4,61</b>

<b>Torno</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	200	

Concepto	modo obtención	monto
Valor de adquisición (VA)	USD 50.000	198.000,00
Valor residual (Vr)	VA*0,15	29.700,00
Vida útil (N)	años =	30
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	57.600
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo eléctrico	Kwh/hora=	25
Costo horario	VA/H	3,44
Cantidad horas / mes	H/12	4800
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,31
Seguros	(VA)*0,15/H	0,05
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,36</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Lubricante		2,00
Energía (\$/kw)	0,1	2,5
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>4,50</b>
<b>Total costos de la mesa</b>		<b>4,86</b>
turnos	1	
hs / día	8	
días / mes	20	lu a vie
hs / mes	<b>160</b>	
Costos de personal		
Cantidad operadores (n° op.)		1
Sueldo operador (s)		\$ 2.655
Costo Operador (op)	s / (hs/mes)	16,59
ART	\$100 / (hs/mes)	0,63
Obra Social	op *0,05	0,83
Carga Social	op *0,12	1,99
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	1,74
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,36
Ausentismo	op *0,10	1,66
<b>Costos personal (\$/hora)</b>		<b>23,81</b>

<b>Estructura para el traslado de las bobinas</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	200	
<b>Concepto</b>	<b>modo obtención</b>	<b>monto</b>
Valor de adquisición (VA)	USD 35.000	138.600,00
Valor residual (Vr)	VA*0,15	20.790,00
Vida útil (N)	años =	30
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	57.600
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo eléctrico	Kw/hora=	25
Costo horario	VA/H	2,41
Cantidad horas / mes	H/12	4800
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,22
Seguros	(VA)*0,15/H	0,04
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,25</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Lubricante		2,00
Energía (\$/kw)	0,1	2,5
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>4,50</b>
<b>Total costos de la mesa</b>		<b>4,75</b>
turnos	1	
hs / día	8	
días / mes	20	lu a vie
hs / mes	160	
Costos de personal		
Cantidad operadores (n° op.)		1

Sueldo operador (s)		\$ 2.655
Costo Operador (op)	s / (hs/mes)	16,59
ART	\$100 / (hs/mes)	0,63
Obra Social	op *0,05	0,83
Carga Social	op *0,12	1,99
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	1,74
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,36
Ausentismo	op *0,10	1,66
<b>Costos personal (\$/hora)</b>		<b>23,81</b>

<b>Guillotinado para recupero</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	200	
Concepto	modo obtención	monto
Valor de adquisición (VA)	USD 10.000	39.600,00
Valor residual (Vr)	VA*0,15	5.940,00
Vida útil (N)	años =	30
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	57.600
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo eléctrico	Kw/hora=	25
Costo horario	VA/H	0,69
Cantidad horas / mes	H/12	4800
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,06
Seguros	(VA)*0,15/H	0,01
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,07</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Lubricante		2,00
Energía (\$/kw)	0,1	2,5
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>4,50</b>

<b>Total costos de la mesa</b>		<b>4,57</b>
--------------------------------	--	-------------

<b>Guillotinado para lamina</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>200</b>	
<b>Concepto</b>	<b>modo obtención</b>	<b>monto</b>
Valor de adquisición (VA)	USD 10.000	<b>39.600,00</b>
Valor residual (Vr)	VA*0,15	5.940,00
Vida útil (N)	años =	30
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	57.600
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo eléctrico	Kwh/hora=	25
Costo horario	VA/H	0,69
Cantidad horas / mes	H/12	4800
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,06
Seguros	(VA)*0,15/H	0,01
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,07</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Lubricante		2,00
Energía (\$/kw)	0,1	2,5
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>4,50</b>
<b>Total costos de la mesa</b>		<b>4,57</b>
turnos	1	
hs / día	9	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>180</b>	
Costos de personal		
Cantidad operadores (n° op.)		6
Sueldo operador (s)		\$ 15.930

Costo Operador (op)	s / (hs/mes)	88,50
ART	\$100 / (hs/mes)	0,56
Obra Social	op *0,05	4,43
Carga Social	op *0,12	10,62
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	9,29
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,32
Ausentismo	op *0,10	8,85
<b>Costos personal (\$/hora)</b>		<b>122,57</b>

<b>Auto-elevador</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>200</b>	
<b>Concepto</b>	<b>modo obtención</b>	<b>monto</b>
Valor de adquisición (VA)	USD 20.000	79.200,00
Costo de neumáticos (n)	USD 1.500	5.940,00
Valor residual (Vr)	VA*0,15	11.880,00
Valor depreciable (Vd)	VA-n-Vr	61.380,00
Vida útil (N)	años =	10
Vida útil neumáticos (nN)	Horas=	6.000
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	19.200
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60
Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo de combustible (comb)	litros/hora=	10
Costo horario	VA/H	4,13
Cantidad horas / mes	H/12	1600
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	(VA)*(i)*(f)/H	0,37
Seguros	(VA)*0,15/H	0,06
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,43</b>
<b>1.2 Costos semifijos</b>		
Depreciación máquina (dm)	Vd/H	3,20

Depreciación neumáticos	dm*c	2,56
Arreglos en la máquina	<b>Subtotal costos semifijos</b>	<b>5,75</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Costo de combustible (c. comb.)	\$3,2/l * comb.	32,00
Lubricante	30% c. comb.	9,60
Aceite cadena		
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>41,60</b>
<b>Subtotal costos de la máquina</b>		<b>47,79</b>
		23,89
2 Costos de personal		
Cantidad operadores (n° op.)		1
Sueldo operador (s)		\$ 2.655
Costo Operador (op)	(s*n° op.)/(hs/mes)	13,28
ART	\$100*n°op./(hs/mes)	0,50
Obra Social	op *0,05	0,66
Carga Social	op *0,12	1,59
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	1,39
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,29
Ausentismo	op *0,10	1,33
<b>Subtotal Costos personal \$/hora</b>		<b>19,04</b>

<b>Encargado</b>		
turnos	1	
hs / día	8	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>160</b>	
Costos de personal		
Cantidad operadores (n° op.)		1
Sueldo operador (s)		\$ 2.655
Costo Operador (op)	s / (hs/mes)	16,59
ART	\$100 / (hs/mes)	0,63
Obra Social	op *0,05	0,83
Carga Social	op *0,12	1,99
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	1,74
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,36

Ausentismo	op *0,10	1,66
<b>Costos personal (\$/hora)</b>		<b>23,81</b>

<b>Administrativo</b>		
turnos	1	
hs / día	8	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>160</b>	
Costos de personal		
Cantidad operadores (n° op.)		19
Sueldo operador (s)		\$ 4.050
Costo Operador (op)	s / (hs/mes)	25,31
ART	\$100 / (hs/mes)	0,63
Obra Social	op *0,05	1,27
Carga Social	op *0,12	3,04
Vacaciones-Enfermedad	op *0,105	2,66
Vestimenta -Equipo de Seguridad	\$350/(hs/mes*6)	0,36
Ausentismo	op *0,10	2,53
<b>Costos personal (\$/hora)</b>		<b>35,79</b>
<b>Costos total personal 19 personal (\$/hora)</b>		680,1
<b>Costos total personal 19 personal (\$/hora) se considera un 25 % asignado del total de los administrativos</b>		170,0

<b>Tinglado</b>		
turnos	1	
hs / día	10	
días / mes	20	lun a vie
hs / mes	<b>200</b>	
<b>Concepto</b>	<b>modo obtención</b>	<b>monto</b>
Valor de adquisición (VA)	USD 100.000	396.000,00
Valor residual (Vr)	VA*0,15	59.400,00
Vida útil (N)	años =	30
Horas de uso al año	hs/mes * 12	2.400
Horas efectivas de uso (hf)	hs/año - 20%	1.920
Tiempo total de uso (H)	hf * N	57.600
Tasa de interés simple (i)		0,15
Factor de corrección (f)		0,60

Arreglos mecánicos (c)		0,80
Consumo eléctrico	Kw/hora=	0
Costo horario	VA/H	6,88
Cantidad horas / mes	H/12	4800
1 Costo/hora de la máquina		
<b>1.1 Costos fijos</b>		
Interés	$(VA)*(i)*(f)/H$	0,62
Seguros	$(VA)*0,15/H$	0,10
	<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>0,72</b>
<b>1.3 Costos Variables</b>		
Lubricante		2,00
Energía (\$/kw)	0	0
	<b>Subtotal costos variables</b>	<b>2,00</b>
<b>Total costos tinglado</b>		<b>2,72</b>

### Determinación del costo horario

	Numero	Descripción	Costo horario (\$/hora)	Costo mensual (\$/mes)
<b>Mano de obra</b>	1	Recepcionista	21,16	3.385,7
	2	Maquinistas	43,40	6.943,9
	1	Motosierrista	23,81	3.809,0
	1	Operador guinche elevador	19,04	3.047,2
	1	Operador, mesa de alimentación	23,81	3.809,0
	1	Operador, carro descortezador	23,81	3.809,0
	1	Operador, torno	23,81	3.809,0
	1	Operador, traslado de bobina	23,81	3.809,0
	6	Operador, guillotina + ayudantes	122,57	19.610,7
	1	Operador del elevador	9,52	1.523,6
	1	Encargado	23,81	3.809,0
	19	Administrativos	170,02	27.203,6
<b>Costos fijos(maquinas)</b>	2	Cargadora	126,64	20.262,3
	2	Piletas	0,15	23,8
	1	Motosierra	9,06	1.450,1
	1	Guinche elevador	4,77	763,9
	1	Mesa de alimentación	4,57	731,6
	1	Carro descortezador	4,59	733,9
	1	Mesa que dirige al torno	4,61	737,3
	1	Torno	4,86	777,8
	1	Traslado de bobina	4,75	760,4

	1	Guillotina para recupero	4,57	731,6
	1	Guillotina para lámina	4,57	731,6
		Costo tinglado	2,72	435,5
	1	Elevador	23,89	3.823,0
		costo vapor	16,60	2.655,4
<b>Costo total</b>			<b>744,92</b>	<b>119.186,5</b>

### Determinación del costo mensual de la materia prima

Producción madera mensual			
10.000	m <sup>3</sup> AP	645,16	m <sup>3</sup> internacional
consumo			
	<i>Implantada</i> 83 %	<i>Nativa</i> 17%	Total
	0,83	0,17	1
$\eta$ lamina	0,4275	0,3253	
Volumen (m <sup>3</sup> )	535,48	109,68	645,2
Consumo mensual madera (m <sup>3</sup> )	1.252,59	337,16	1.589,8
Precio (\$/m <sup>3</sup> )	330,15	413,85	
Costo materia prima (m <sup>3</sup> )	413.543,9	139.532,7	
Costo total materia prima (\$/mes)	<b>553.076,6</b>		

### Determinación del costo de vapor (Datos brindados por el Ing. Aeronáutico ZADERENKO, Constantino, durante el análisis de la Caldera)

Caldera			
Sector	secadero	pileta	prensa
Destino del vapor en %	0,8	0,15	0,05
Costo vapor (\$/tn vapor)		27,66	
Tn vapor/hora (Capacidad de la caldera)		4	
Tn vapor/hora (destino pileta)		0,6	
\$/tn vapor/hora		<b>16,6</b>	

### Cálculo del costo de producción de 1 tn de vapor saturado a partir de Biomasa

Ref	Parte	Especificación	Unidad	Valor	\$/tn vapor	Incidencia
1	Costo caldera	Precio	\$	400.000		
		Bomba de alimentación de agua a caldera	kW	7,5		
		VTI	kW	10		
		VTF	kW	5		
		Iluminación	kW	2		

2	Agua	Bomba de trasvase	kW	4		
		Dosificador de reactivos	kW	0,5		
		Pozo de agua	\$	4.000		
		Bomba de pozo	\$	1.000		
		Tanque de condensado 5m <sup>3</sup>	\$	5.000		
		Bomba de trasvase	\$	2.000		
		Tanque desaireador	\$	30.000		
		Dosificador de reactivos	\$	1.500		
3	Amortización equipos	Valor residual	A 20 años = 25%	100.000		
		Producción de vapor	tn/h	4		
		Rendimiento de caldera	%	65%		
		Calor latente a 10 Kg/cm <sup>2</sup>	Kcal	496		
		Temperatura de condensado	°C	80		
		Días de trabajo por año		349		
		Horas por día		24		
		Vida útil	años	20		
		Paradas por limpieza y mantenimiento	días/año	16		
		Horas de trabajo por año		8.376		
		Horas de trabajo por mes		698		
		Vapor	tn/año	33.504		
		Vapor	tn/en 20 años	670.080		
		Tasa de interés	r = 20%			
		Factor, continuous compounding	P/A, r=20%,20	4,4239		
		Factor, continuous compounding	P/F, r=20%,20	0,0183		
		Condición, investment marginally acceptable	PW= 0			
<b>Total inversión inicial</b>				\$2,98	11%	
4	Costo de combustible	Precio	\$/tn	40		
		Poder calorífico	Kcal/Kg	2600		

		Consumo de combustible	tn/h	1,2		
		<b>Total combustible</b>	\$/año	389.669	\$11,63	42%
<b>5</b>	<b>Consumo interno EE</b>	Factor de utilización		0,6		
		Bomba de alimentación de agua a caldera	kWh	4,5		
		VTI	kWh	6		
		VTF	kWh	3		
		Iluminación	kWh	1,2		
		Bomba de trasvase	kWh	2,4		
		Dosificador de reactivos	kWh	0,3		
		Total cons int. EE	\$/h	18	\$4,50	16%
		<b>6</b>	<b>Tratamiento de agua</b>	Productos de tratamiento	\$/mes	1.133
<b>Total agua tratada</b>	\$/m <sup>3</sup>			0,38		39%
<b>7</b>	<b>Mano de obra</b>	Sueldo supervisor	\$/mes	2.500		
		Tiempo de un supervisor	%	50%		
		Sueldo de calderista	\$/mes	2.000		
		Numero de calderistas	N°	4		
		Cargas sociales	%	57%		
		<b>Total mano obra</b>	\$/año	188.793	\$5,63	20%
<b>8</b>	<b>Mantenimiento</b>	4% de inversión en equipos /año	\$/año	17.740	\$0,53	2%
<b>9</b>	<b>Seguros</b>	20% de inversión en equipos	\$/año	80.000	\$2,39	9%
				\$/tn vapor	<b>\$27,66</b>	
				USD/tn vapor	<b>8,38</b>	

### Determinación del costo mensual de la energía eléctrica

Consumo de energía eléctrica	
\$/mes	65.000
Porcentaje asignado a la prod. de lámina	30,4
Consumo energético en la prod. lámina	<b>19.760</b>

## Características técnicas

### Anexo N° 3:

#### Características técnicas del descortezador del tipo cabezal descortezador

- Marca: Cabezal tipo Cabeza Rosser
- Potencia: 40 CV
- Rpm: 1500
- Diámetro máximo: 1000mm
- Diámetro mínimo: 50mm
- Largo mínimo: 2700mm
- Productividad: 0,5-0,8m<sup>3</sup>/min.



#### Características del Torno Laminador

- Marca: Raute
- Potencia: 40 CV
- Rpm: 140
- Diámetro máximo: 950 mm
- Diámetro mínimo: 80 mm
- Largo máximo: 2700 mm
- Productividad: 0,5-0,8m<sup>3</sup>/min.

#### Esquema de la cuchilla, contracuchilla y cuchilla enrasadora (fuente propia)



**Carga y descarga de la piletta de cocción con el aparejo eléctrico-monorriel.**



