

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DE
TROZAS PARA DEBOBINADO**

por

**Juan Marcos OLIVERA RICHERO
Ignacio PLATERO STIRLING**

**TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2015**

Tesis aprobada por:

Director: _____

Ing. Agr. Guillermo Morás

Ing. Agr. Gustavo Daniluk

Ing. Agr. Rafael Escudero

Fecha: 10 de marzo de 2015

Autores: _____

Juan Marcos OLIVERA RICHERO

Ignacio PLATERO STIRLING

AGRADECIMIENTOS

Primeramente nos gustaría agradecer a Guillermo Morás, el cual nos dio la oportunidad, el tiempo y el conocimiento para realizar dicho trabajo. A su vez agradecer al resto del tribunal, a Gustavo Daniluk por su dedicación y preocupación por solucionarnos algunos asuntos, y a Rafael Escudero por ser parte de esta oportunidad.

Agradecemos también a la empresa Weyerhaeuser por brindar toda la información precisa para realizar la tesis, en especial a Rafael Scremini y Martín Uranga.

Por último queremos agradecer a nuestras familias y amigos por su apoyo constante durante todo el transcurso de nuestra carrera, ya que sin ellos no hubiese sido posible llegar a esta instancia.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. MARCO FORESTAL.....	2
2.2. TROZA PARA DEBOBINADO.....	5
2.3. <i>EUCALYPTUS GRANDIS</i>	6
2.3.1. <u>Generalidades de la especie</u>	6
2.3.2. <u>Distribución natural</u>	6
2.3.3. <u><i>Eucalyptus grandis</i> en Uruguay</u>	7
2.4. <i>PINUS TAEDA</i>	7
2.4.1. <u>Generalidades de la especie</u>	7
2.4.2. <u>Distribución natural</u>	7
2.4.3. <u><i>Pinus taeda</i> en Uruguay</u>	9
2.5. PODA.....	9
2.6. RALEO.....	10
2.7. COSECHA FORESTAL.....	11
2.7.1. <u>Sistema de cosecha mecanizada</u>	12
2.7.2. <u>Sistema de cosecha semi-mecanizada</u>	13
2.8. RAJADURAS.....	13
2.9. PODREDUMBRES.....	13
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	15
3.1. ZONA DE INFLUENCIA (NORTE DE URUGUAY).....	17
3.1.1. <u>Características generales y meteorológicas</u>	17
3.1.2. <u>Tipos de suelos</u>	19
3.1.2.1. Zona 7.....	20
3.1.2.2. Zona 8.....	20
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	22
4.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y MODELO.....	22
4.1.1. <u>Hipótesis estadísticas</u>	23
4.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	24
5. <u>CONCLUSIONES</u>	36
6. <u>RESUMEN</u>	38

7. <u>SUMMARY</u>	39
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	40
9. <u>ANEXOS</u>	43

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Información de las trozas (general).....	16
2. ANAVA de <i>E. grandis</i> vs. <i>P. taeda</i>	25
3. Porcentaje de rechazo según factor (para <i>E. grandis</i> y <i>P. taeda</i>).....	28
4. ANAVA de mecanizada vs. semi-mecanizada.....	29
5. Porcentaje de rechazo según factor (para mecanizada y semi-mecanizada).....	30
6. ANAVA de tala rasa vs. raleo comercial.....	31
7. Porcentaje de rechazo según factor (para raleo comercial y tala rasa).....	32
8. ANAVA de madera propia vs. madera no propia.....	33
9. Porcentaje de rechazo según factor (para madera propia y no propia).....	34

Figura No.

1. Evolución de la superficie forestada en Uruguay.....	2
2. Porcentaje de las principales especies forestales plantadas e Uruguay.....	3
3. Volumen de madera según destino.....	4
4. Distribución natural de <i>Pinus taeda</i>	8
5. Temperatura media anual (°C) en Uruguay.....	18
6. Precipitación media anual (mm) en Uruguay.....	19
7. Croquis de las zonas de uso y manejo de los suelos.....	21
8. Muestreo de trozas.....	22
9. Residuos vs. predichos.....	25
10. Histograma de residuales.....	26
11. Q-Q Plot.....	27
12. Porcentaje de rechazo según factor (para <i>E. grandis</i> y <i>P. taeda</i>).....	29
13. Porcentaje de rechazo según factor (para mecanizada y semi-mecanizada).....	31
14. Porcentaje de rechazo según factor (para raleo comercial y tala rasa).....	33
15. Porcentaje de rechazo según factor (para madera propia y no Propia).....	35

1. INTRODUCCIÓN

La forestación en el Uruguay ha presentado un gran dinamismo en los últimos 20 años, principalmente por las políticas ejecutadas a fines de la década de los 80. En los últimos 20 años se ha multiplicado casi por diez la superficie de hectáreas plantadas.

El margen de los productos hoy en día no es muy bueno, por lo tanto se busca ser lo más eficiente económicamente (además de social y ambientalmente), con los menores costos posibles. Para ello, el trabajo intenta dar en detalle cuál es el porcentaje de trozas rechazadas que llegan a planta a ser debobinadas, e identificar si es debido al método de cosecha, a la especie, al tratamiento silvicultural o al origen de la madera.

El objetivo de este trabajo, es encontrar si existen diferencias significativas entre los factores mencionados anteriormente, para solucionar uno de los problema que tiene la empresa (lograr ser lo más efectivo posible).

Las posibles razones de rechazo son de origen silvícola (nudos por mal manejo de podas, rajaduras, diámetros finos o muy gruesos, trozas torcidas, podredumbres), o de cosecha (trozas cortas o largas). Los factores que se van a estudiar son las diferencias de rechazo entre *Eucalyptus grandis* y *Pinus taeda* (para una cosecha mecanizada); dentro de *Pinus taeda*, se va a comparar la cosecha mecanizada contra la semi-mecanizada; dentro de *Eucalyptus grandis* se analizará si existen diferencias entre los tratamientos silviculturales (tala rasa contra raleo comercial); y finalmente se estudiará si existen diferencias de rechazo entre la madera que llega a la planta de origen propio contra la de origen de terceros.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MARCO FORESTAL

En la década del 60, con unas 170 mil hectáreas plantadas (de las cuales el 94% de los bosques tenían una superficie menor a las 10 hectáreas, destinadas a abrigo y sombra del ganado), y cerca de 608 mil hectáreas de bosques nativos, ingenieros agrónomos, productores y empresarios, comenzaron a promover el desarrollo forestal del país. Es así, que luego de años de análisis y debates, se crea la ley 15.939 en 1987, y comienza un ascenso exponencial en cuanto al número de hectáreas plantadas (Ligrone, 2014).

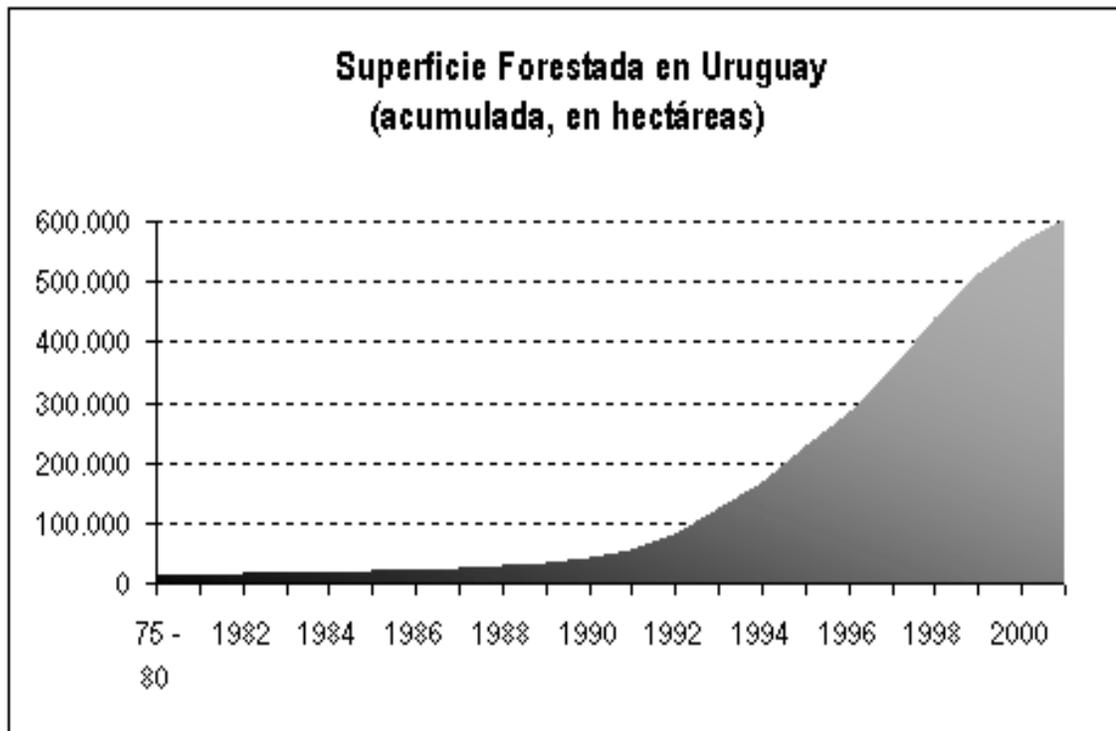


Figura No. 1. Evolución de la superficie forestada en Uruguay. Fuente: MGAP. DGF (2002).

La superficie total de plantaciones forestales cubren aproximadamente un 6% (casi un millón de hectáreas) de la superficie total del país, de las cuales

casi un 70% corresponde al género Eucalyptus, 28% a Pinus, y un 2% a otros (Salicáceas, etc., Uruguay XXI, 2011).

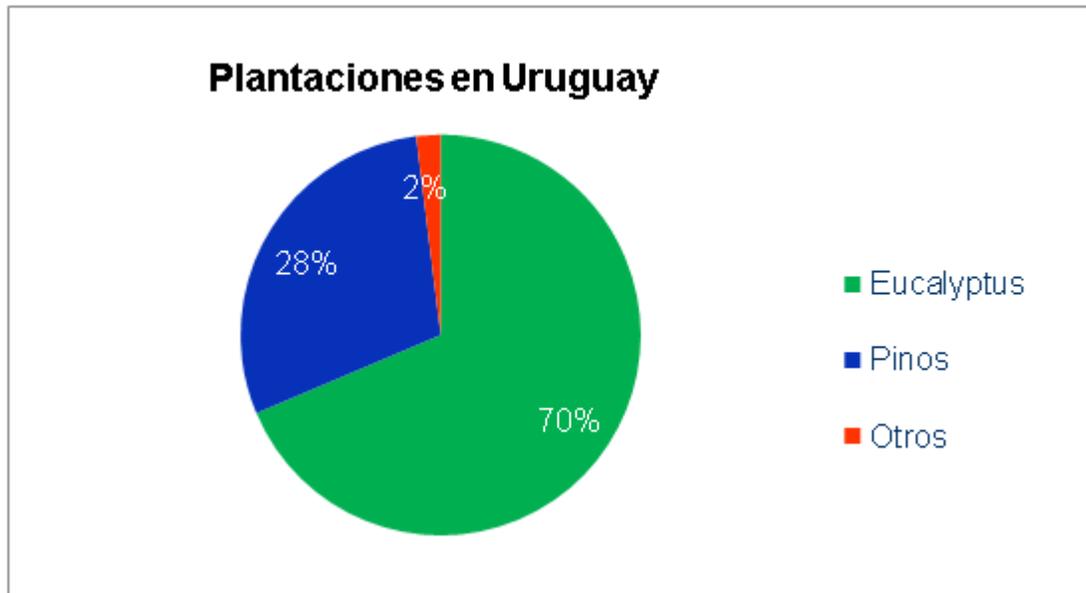


Figura No. 2. Porcentaje de las principales especies forestales plantadas en Uruguay. Fuente: Uruguay XXI (2011).

Las 3 principales zonas donde se encuentran las plantaciones forestales son: el Centro-Norte del país (con aproximadamente el 50% de las plantaciones), Litoral Oeste, y el Sur Este con la menor concentración de plantaciones (Pou, 2013).

Las exportaciones de productos forestales alcanzan los dos mil millones de dólares. A fines de 2013, el principal producto exportado en el sector forestal era la celulosa (por el ingreso de UPM al país) con un poco menos de 600 millones de dólares. Lo sigue papeles y cartones, madera pulpable, contrachapados, madera aserrable, etc. (Pou, 2013). Se estima que con el funcionamiento de la planta de Montes del Plata en Punta Pereira, el Producto Bruto Interno forestal va a aumentar considerablemente.



Figura No. 3. Volumen de madera según destino. Fuente: MGAP. DGF (2008).

El sector continúa consolidándose cada vez más y contribuyendo cada vez más al desarrollo socioeconómico del país. Cada vez se invierte más en nuevas tecnologías, para mejorar la calidad del producto, aumentar la productividad, mejorar la calidad del empleo y reducir los impactos ambientales negativos. Por su parte, hay más fuentes de trabajo femenino, y se cuida cada vez más a la sociedad en su conjunto (Ligrone, 2014). A su vez, Uruguay se ubica en la misma latitud que los principales emprendimientos forestales del mundo, con una zona climática muy parecida al sur de Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Brasil, Argentina y Chile (SPF, 2011).

Por otra parte, en el año 2007, el gobierno comienza a incentivar el manejo intensivo de los bosques (podas y raleos, con el objetivo final de aserradero, debobinado, etc.), a través de la exoneración de la contribución inmobiliaria a toda la superficie bajo “proyecto de madera de calidad”, ley 18.245 (SPF, 2011).

2.2. TROZA PARA DEBOBINADO

Mediante el debobinado se obtienen finas láminas de madera sólida que son utilizadas en la producción de tableros contrachapados y paneles. Para la producción de madera contrachapada, que requiere grandes planchas de debobinado, la troza se pasa por un torno con una cuchilla, sobre la que se hace girar para obtener la lámina. Una troza de gran tamaño puede producir decenas de metros de lámina continua, que es entonces cortada a un tamaño dado, secada y apilada con otras láminas para formar un tablero de por ejemplo 3, 5 o 7 capas. Cada capa de lámina debobinada en el tablero está alineada en la dirección de grano opuesta a la siguiente, lo que le da al contrachapado su resistencia (Reid et al., 2009).

La madera debobinada tiene el patrón de grano de la madera de corte tangencial. Se prefiere utilizar láminas limpias para las caras exteriores del tablero contrachapado, en especial cuando va a ser utilizado para revestimientos, puertas o encofrados para hormigón. En algunos casos, se utiliza una lámina de una especie diferente para la cara externa. Las trozas de grandes diámetros generan el mayor rendimiento, no sólo por el costo de fijar cada troza en el torno, sino porque además el cilindro central residual (conocida en Uruguay como polín) es a menudo descartado (Reid et al., 2009).

El rendimiento de madera rolliza a madera laminada es bajo. En 1993, una empresa de Montecarlo procesó 4.380 toneladas de rollizos, obteniendo un rendimiento promedio de 0,343 metros cúbicos de láminas por tonelada. A su vez, en una prueba puntual, con árboles de *Eucalyptus grandis* de entre 35 y 70 cm de DAP, se obtuvo un resultado aceptable de 42% de aprovechamiento. Al comparar los árboles podados de los no podados, los podados fueron un 15% superior en rendimiento de láminas, mientras que el rendimiento en láminas sin defectos, fue un 150% mayor que los no podados. Otra prueba, utilizando *Eucalyptus dunnii*, el rendimiento en láminas fue 39,8% superior en los árboles podados, para árboles de entre 27 y 33 cm de DAP (INTA, 1995).

Ventajas de madera contrachapada sobre madera maciza (Moya, 2010):

- Paneles de grandes dimensiones con material proveniente de árboles de pequeño diámetro.
- Mayor estabilidad dimensional en la dimensión plana del panel:

-similar % de contracción/expansión que el movimiento radial de madera maciza de la misma especie.

- Propiedades mecánicas más uniformes.
- Optimización del recurso básico:
-láminas de alta calidad en las superficies, y de menor calidad en el interior.

2.3. *EUCALYPTUS GRANDIS*

2.3.1. Generalidades de la especie

Es un árbol de mediana a gran altura, puede alcanzar los 60 metros de alto y 1,50 metros de diámetro. Presenta una corteza persistente hasta el primer metro de altura (puede llegar hasta los 2 metros); delgada; fibrosa o escamosa. Por encima del primer metro de altura, la corteza es caduca en largas fajas, presentando un ritidoma gris blanquecino. La copa del árbol es amplia y poco densa. Las hojas adultas son alternas, pecioladas, lanceoladas a ampliamente lanceoladas, de hasta 15 centímetros de largo y 3 de ancho. Las flores (de color blanco) están agrupadas de a 7, en inflorescencias simples, axilares, sobre pedúnculos achatados. Los frutos son de forma periforme, que tienen una gran cantidad de semillas muy pequeñas. Presentan pedicelos cortos, disco plano, y un orificio deformado con 4 a 5 valvas, anchas y curvadas hacia adentro. La madera es de color rojo claro, liviana, y moderadamente durable en contacto con el suelo. La densidad varía en promedio, entre 0,4 y 0,59 ton/m³ (Ospina et al., s.f.).

2.3.2. Distribución natural

Se encuentra naturalmente en Australia, entre los 32° y 17° de Latitud Sur, en la región costera de Queensland y Nueva Gales del Sur. El rango altitudinal va desde los 0 metros (nivel del mar) en la zona Norte donde se encuentra naturalmente, hasta los 900 metros al Sur. Las precipitaciones medias anuales en dichas zonas, van de 1.000 mm a 1.780 mm. La temperatura máxima es de aproximadamente 35°C, y la mínima de 5°C. El *Eucalyptus grandis* tiene preferencia de suelos con buena capacidad de retención de agua pero bien drenados, profundos y de texturas limosas (Ospina et al., s.f.).

2.3.3. Eucalyptus grandis en Uruguay

Es una de las especies más utilizadas en el país para plantaciones comerciales, por su buena conformación y rápido crecimiento. Ocupa una superficie superior a las 158 mil hectáreas en Uruguay, representando aproximadamente el 24% del total de las especies exóticas implantadas en el país. Tradicionalmente, los productos maderables de plantaciones de *Eucalyptus ssp.* han sido comercializados con bajo valor agregado, como por ejemplo combustible, rollizos para pulpa o postes. Es por esto, que es necesario aplicar tratamientos silvícolas como podas y raleos, para obtener mayor calidad en las trozas para madera sólida, y a su vez mayor valor agregado. Dichos tratamientos, son complementarios en el régimen silvícola, ya que la poda tiene como objeto controlar la presencia de nudos y otros defectos anatómicos, y el raleo permite un máximo incremento en diámetro y volumen de los árboles podados (Pelufo y Vázquez, 2007).

2.4. *PINUS TAEDA*

2.4.1. Generalidades de la especie

Pinus taeda (loblolly pine) o pino americano, es la especie forestal de mayor importancia comercial en el sur de Estados Unidos, donde es dominante en unas 11,7 millones de hectáreas, y constituye más de la mitad del volumen de pino en pie (Baker y Langdon, s.f.).

Es un árbol de rápido desarrollo y crecimiento. Presenta gran porte, derecho, que puede alcanzar los 50 metros de altura. Presenta una copa piramidal, con ramas inclinadas hacia abajo. Las acículas se encuentran agrupadas de a 2 a 3, de 15 a 20 cm de largo, presentando una vaina persistente. Los estróbilos femeninos son sésiles y se encuentran agrupados de a 2-4. La corteza es de color rojiza a canela, profundamente surcada, con un espesor de 1.5 a 2.5 cm (Baker y Langdon, s.f.).

2.4.2. Distribución natural

El área de distribución natural del *Pinus taeda* se extiende a través de 14 estados, que van desde el sur de Nueva Jersey hasta el centro de Florida, y del oeste al este de Texas. No se encuentra de forma natural donde son frecuentes las inundaciones, en las llanuras del Río Mississippi. Se encuentra sobre un área muy amplia, por lo tanto es de gran adaptabilidad (Baker y Langdon, s.f.).

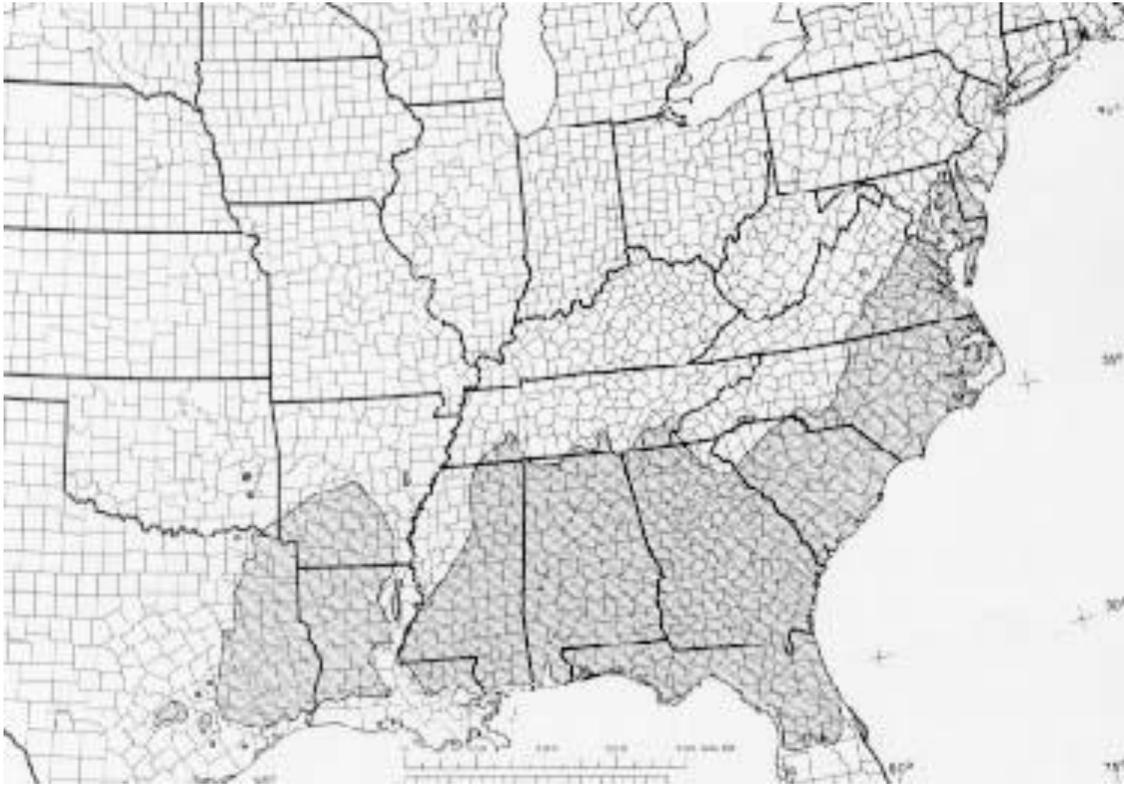


Figura No. 4. Distribución natural del *Pinus taeda*. Fuente: Baker y Langdon (s.f.).

El clima en dicha zona, es principalmente húmedo, de cálido a templado, con veranos largos y calurosos e inviernos relativamente suaves. La precipitación media anual varía desde los 1020 a 1520 mm. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 13 a 24 ° C. La temperatura media en pleno verano es de 27 ° C, pudiendo superar los 38 ° C. En invierno, la temperatura media oscila entre 4 a 16 ° C, pudiendo llegar a - 23 ° C. El período libre de heladas va desde los 5 meses en la parte norte de la sierra, a 10 meses en los Estados ribereños del sur (Baker y Langdon, s.f.).

Los suelos son predominantemente Ultisoles en dicha zona. Son suelos de color pardo rojizo oscuro, sin presencia de saturación hídrica, que tienen un horizonte argílico de poco espesor, y un porcentaje de saturación de bases inferior al 35%. El mejor crecimiento se encuentra en suelos moderadamente ácidos (Baker y Langdon, s.f.).

2.4.3. *Pinus taeda* en Uruguay

Ocupa una superficie total de más de 167 mil hectáreas ubicadas principalmente en Rivera y Tacuarembó (75,2% del total). Esto se debe a que la zona presenta las mejores condiciones climáticas, y los mejores suelos para el desarrollo y crecimiento del cultivo (MGAP. DGF, 2008). Dentro del género *Pinus*, ocupa el 71,1% de la superficie, lo que demuestra la importancia comercial y el buen crecimiento que tiene en el país. A diferencia de los *Eucalyptus spp.*, la mayor parte de los montes de *Pinus taeda* en el país, son sometidos a sistemas de manejos intensivos con podas y raleos, para la producción de madera sólida de “alta calidad”, con turnos que van de los 15 a 25 años (Van Hoff, 2001).

2.5. PODA

La poda consiste en una corta intermedia, es decir un tratamiento que se aplica al rodal durante el lapso dentro de la rotación que no está comprendido en el período de repoblación (Hawley y Smith, 1954). La poda como operación silvícola se puede definir como la remoción de ramas vivas, debilitadas o muertas del árbol en pie, cuyo principal objetivo es producir madera libre de nudos muertos, sueltos o firmes por fuera del volumen central de poda.

Cilindro o volumen central de poda se denomina al volumen por fuera del cual se deposita madera libre de nudos. El diámetro del centro nudoso es considerado como el diámetro máximo del fuste entre verticilos luego de la poda, más las huellas de ramas y las protuberancias nodales (Banks y Prevôst, 1976).

Existen otros beneficios derivados de la poda que no pueden ser evaluados fácilmente en términos económicos. Estos beneficios pueden ser la mayor accesibilidad a todos los sitios del rodal, para la mensura, selección y marcación de los árboles en los raleos tempranos; así como la reducción de la probabilidad de ocurrencia de incendios.

2.6. RALEO

El raleo forestal es una corta realizada en un cultivo forestal o rodal inmaduro, con el fin de acelerar en un principio el incremento en diámetro y la conformación media de los árboles remanentes, mediante una adecuada selección. Debe distinguirse de la limpieza o desmalezado, ya que éstas tienen el objetivo de remover la vegetación competitiva, eliminando las especies indeseables (ya sea malezas leñosas o no), y que se realiza normalmente antes de cerramiento del dosel de copas y antes de la ejecución del primer raleo (Shepherd, 1986).

Existen distintos tipos de raleos, y varían según las circunstancias momentáneas (social, ambiental y económica), dependiendo de la naturaleza del cultivo, la tasa de crecimiento del mismo, la disponibilidad de mano de obra y maquinaria, y del financiamiento y accesibilidad de mercados para los productos a cosechar (Shepherd, 1986).

En rodales disetáneos mixtos (montes naturales), el raleo puede ser utilizado para manipular la composición florística de los árboles para turno final, así como para acelerar el incremento en número de árboles y el tamaño de ciertas especies. En cambio, en rodales artificiales (en Uruguay principalmente coetáneo simple) existe un espaciamiento regular y predeterminado entre los árboles, por lo tanto no se requiere el raleo con ese fin (Shepherd, 1986).

Por lo tanto, en plantaciones artificiales, el raleo tiene ciertos objetivos, tales como:

1. Controlar la densidad y la tasa de crecimiento de los árboles retenidos de modo de satisfacer algún objetivo de mercado predeterminado.
2. Retirar aquellos árboles de mala conformación que compiten con los individuos a retener por luz, agua y nutrientes del suelo.
3. Cosechar tanto como sea necesario de los productos del sitio.
4. Obtener un retorno financiero intermedio de la plantación, reduciendo así la deuda de capital en acumulación o bien, cuando no es posible la venta de productos del raleo, maximizar el valor de comercialización de la cosecha final.

2.7. COSECHA FORESTAL

Se puede definir cosecha forestal como el conjunto planificado de actividades relacionado con la corta, procesamiento, extracción y carga de trozas u otras partes aprovechables de los árboles, para su posterior transformación, considerando sus efectos a corto, mediano y largo plazo sobre los recursos naturales y teniendo en cuenta las consideraciones sociales y económicas (Daniluk, 2003).

Para Malinovski (1998) un sistema está definido como un conjunto formado por elementos y procesos. En la cosecha forestal, el sistema es definido como toda la cadena de producción, o sea, todas las actividades parciales desde la corta hasta que la madera es puesta en el patio de la industria consumidora (Daniluk, 2003).

Independiente del grado de mecanización, el cumplimiento de un sistema de cosecha depende de las condiciones técnicas de cosecha como son: tamaño del árbol, dimensiones de la troza producida, rendimiento de madera por unidad de área, lugar de trabajo, población remanente, densidad de caminos, terreno y condiciones climáticas. La aptitud de los equipos y métodos, la productividad, el esfuerzo físico y mental de trabajadores, la seguridad y todos los requerimientos de organización dependen de condiciones externas. La eficiencia de un sistema y de una organización puede ser evaluada sólo atendiendo el entorno operacional (Hakkila, 1992).

Daniluk (2002) explica que no existen equipos y métodos que tengan validez universal para la cosecha forestal, pero aporta algunos elementos a tener en cuenta para elegir el sistema de cosecha a emplear:

a. La calidad exigida del producto. Es muy diferente la calidad exigida para pulpa, leña o aserrado. En el último caso las exigencias son mayores en cuanto a ausencia de nudos, diámetro de tronco y tamaño. En cambio, las exigencias son menores para el caso de tener como destino la pulpa de celulosa, y menores aún si la madera tiene destino energético.

b. El análisis de las existencias (inventario), también determina el sistema de cosecha a utilizar debido a que define los volúmenes de los diferentes productos que se pueden extraer. Como expresa Daniluk (2002), “...*un monte con trozas de grandes diámetros para aserrado nos estaría*

limitando la utilización de métodos manuales para el transporte primario, o en el caso inverso, diámetros muy finos limitarían la utilización de maquinaria forestal especializada... La información básica incluye el área de la masa boscosa, el diámetro y altura promedio del bosque, el tipo de trozas a obtener (diámetro, largo, características tecnológicas), el volumen de los diferentes tipos de trozas a obtener por hectárea.

c. Las características del terreno como la topografía, la transitabilidad, las características físico-mecánicas del suelo, la posibilidad de construcción de caminos, la accesibilidad, y la determinación de zonas sensibles.

d. Los recursos disponibles, como los recursos humanos (cantidad, formación, experiencia), los equipos y herramientas (cantidad, estado y disponibilidad de repuestos), y la infraestructura, como caminos (capacidad de carga, extensión, vida útil) y depósitos.

2.7.1. Sistema de cosecha mecanizada

El sistema de cosecha mecanizada puede estar compuesto básicamente por una máquina cosechadora (Harvesters) y un tractor forestal autocargador (Forwarder) o por de una apeadora-apiladora (Feller-buncher).

"Harvesters" es una máquina capaz de realizar todas las funciones de corta y apeo del árbol, hasta la preparación de trozas, realizando el apeo, desrame, descortezado y trozado de los árboles. La mecánica y la tecnología con circuitos integrados y automatizados permiten la multiplicidad de funciones.

"Feller-Buncher" (apeador – apilador) es una máquina de doble función en su mayoría compuestos por una doble cuchilla. Luego de cortar el árbol la máquina se desplaza con el mismo y lo deposita de modo de facilitar la saca, pudiendo acumular varios árboles en algunos casos antes de efectuar el apilado.

"Forwarder" es una máquina que se emplea en la saca de trozas, depositadas en el terreno por el "Harvester" o el "Feller-buncher" para cargar en el camión efectuando saca directa, o bien apilando en depósitos cuando faltan camiones para cargar.

2.7.2. Sistema de cosecha semi-mecanizada

El sistema de cosecha semi-mecanizada puede estar compuesto por diferentes elementos. El apeo se puede realizar mediante un “Feller-Buncher” o mediante una motosierra. Generalmente el desrame y trozado se realiza con motosierra, para luego ser descortezada por una máquina descortezadora. El descortezado se puede realizar dentro o fuera del monte, siendo preferible dentro del monte ya que queda materia orgánica para descomponerse, y no se acumulan residuos que son difíciles de tratar posteriormente. El retiro de trozas dentro del monte se realiza generalmente con tractores agrícolas adaptados, o con “Forwarder”.

2.8. RAJADURAS

Las rajaduras en extremos de las trozas se producen por la liberación de las tensiones de crecimiento. Según Okuyama (1997), dichas tensiones se generan durante el crecimiento y maduración de las células producidas por el cambium (las fibras y los vasos). Las mismas tienden a expandirse lateralmente en sentido transversal y a contraerse longitudinalmente, sufriendo durante este proceso la resistencia de los tejidos más viejos. Es así que se genera un conjunto de tensiones o de fuerzas mecánicas que actúan en sentido transversal y longitudinal, siendo las últimas las que producen mayores defectos.

En general, mientras el árbol está en pie, las tensiones mantienen un equilibrio a lo largo del tronco. Luego del apeo, dichas tensiones comienzan a liberarse, por lo tanto los tejidos que estaban bajo tracción, tienden a contraerse longitudinalmente (periferia del tronco), y los que estaban bajo compresión (parte central del tronco), a expandirse longitudinalmente. Este reordenamiento origina rajaduras en los extremos de los rollizos (Schaitza y Pereira 1997, Del Menezzi et al. 1998, Touza 2001).

2.9. PODREDUMBRES

Según Romero (2004), las podredumbres en el Uruguay, constituyen afecciones de frecuencia relativamente baja en las plantaciones forestales. Se conocen vulgarmente como pasmo, caries o bien como podredumbres. Generalmente se presentan circunscriptas a suelos pobres, anegados o desfavorables para la especie plantada. A su vez, las plantaciones forestales en

nuestro país presentan un marco de plantación, y una densidad de plantas por hectáreas que permite mantener una baja frecuencia de afección entre plantas, ya que los árboles deprimidos y decadentes son de baja magnitud (Romero, 2004).

Los agentes causales de las podredumbres (en general) pertenecen a los hongos Basidiomicetes, y dentro de estos a los Holobasidiomicetes, aunque algunos pertenecen a los antiguamente llamados Heterobasidiomicetes (Romero, 2004).

Una vez que la infección penetra el árbol, el agente causal coloniza y produce evidencias visuales tales como el amarillamiento, la defoliación prematura, pudiendo llegar a la muerte del árbol. A su vez, cuando el ataque se encuentra avanzado, se pueden observar exudaciones de resina, hasta la aparición de carpóforos como signo de la enfermedad (Romero, 2004).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en la empresa Weyerhaeuser Uruguay S.A.. Es una empresa forestal, de capital americano, que posee una de las 2 plantas industriales del país que debobinan trozas (actualmente la única activa). Dicha planta está ubicada en el kilómetro 400,5 de la ruta No. 5, en el departamento de Tacuarembó. Tiene una capacidad productiva de 280 mil m³ de tableros contrachapados por año. La materia prima, proviene principalmente de plantaciones propias. Posee unas 130 mil hectáreas, de las cuáles presenta unas 70 mil hectáreas efectivas de plantaciones con *Eucalyptus spp.* y *Pinus spp.*, ubicadas principalmente en los departamentos de Tacuarembó y Rivera.

Para el estudio de las trozas, en el acceso a la planta se localizaba un encargado que permitía o no el ingreso de las trozas para ser debobinadas. Lo que se hizo fue analizar las trozas de los fardos de la parte anterior y posterior de los camiones (se controlaba uno de cada 3 camiones que ingresaban). Se rechazaban las trozas si tenían alguna de estas características:

- menos de 5,28 metros de largo
- muy gruesas
- muy finas
- torcidas
- presencia de nudos muy grandes
- rajadas
- podridas

Se utilizaron 102 camiones, de los cuales 54 arribaban con trozas de *Pinus taeda*, y 48 con *Eucalyptus grandis*. En promedio, se analizaron 23 trozas por camión, a las cuales se les medía el largo, y el diámetro en cada punta (gruesa y fina). Si el rechazo dentro de un camión superaba el 5%, se rechazaba la carga completa. El estudio se realizó en el mes de febrero.

Cuadro No. 1. Información de las trozas (general).

Predio	Madera	Especie	No. Trozas	Total No. Trozas
Capona Alta 2	Propia	<i>Pinus taeda</i>	321	321
Curticeira 1	Propia	<i>Eucalyptus grandis</i>	15	440
	Propia	<i>Pinus taeda</i>	425	
El Tatú	Propia	<i>Eucalyptus grandis</i>	73	73
Espinillo 1	Propia	<i>Eucalyptus grandis</i>	194	194
HHK4	Propia	<i>Eucalyptus grandis</i>	430	430
La Palma 1	Propia	<i>Pinus taeda</i>	44	44
La Palma 2	Propia	<i>Pinus taeda</i>	293	293
Los Paraisos	Propia	<i>Pinus taeda</i>	133	133
Tranqueras	Propia	<i>Pinus taeda</i>	22	22
Barboza	No propia	<i>Eucalyptus grandis</i>	30	30
Cuchilla del Ombú	No propia	<i>Eucalyptus grandis</i>	27	27
La Rinconada	No propia	<i>Eucalyptus grandis</i>	66	66
Pamaral Lote 2	No propia	<i>Eucalyptus grandis</i>	292	311
	No propia	<i>Pinus taeda</i>	19	
Total general	Propia	<i>Eucalyptus grandis</i>	712	2384
	Propia	<i>Pinus taeda</i>	1238	
	No propia	<i>Eucalyptus grandis</i>	415	
	No propia	<i>Pinus taeda</i>	19	

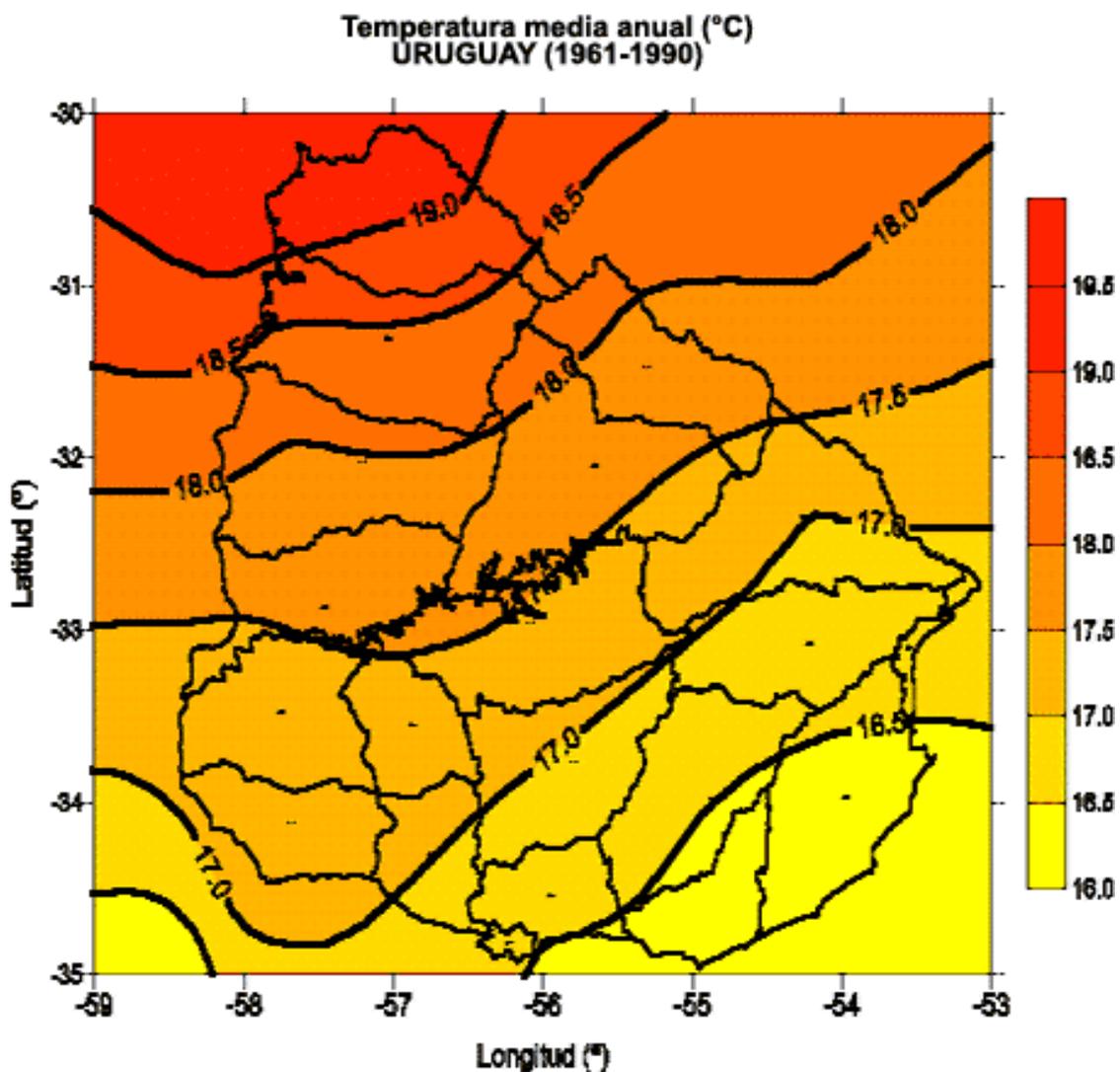
Como se observa en el cuadro, los principales orígenes en cuanto al número de trozas analizadas, son: Curticeira 1, HHK4, Capona Alta 2, Pamarol Lote 2 y La Palma 2. Más del 70% de las trozas provenían de Rivera, el 26% de Tacuarembó, y menos del 5% de Cerro Largo.

El sistema semi-mecanizado combina el corte, desramado y trozado de los árboles en forma manual (con motosierra) con un posterior descortezado y extracción que se realiza con maquinaria (dentro del monte). En cambio, en la cosecha mecanizada, todo el proceso se realiza con equipamiento específico (cosechadoras con alta tecnología). Mediante ambos sistemas se han cosechado y extraído un millón de metros cúbicos desde que se iniciaron las operaciones en la empresa.

3.1. ZONA DE INFLUENCIA (NORTE DE URUGUAY)

3.1.1. Características generales y meteorológicas

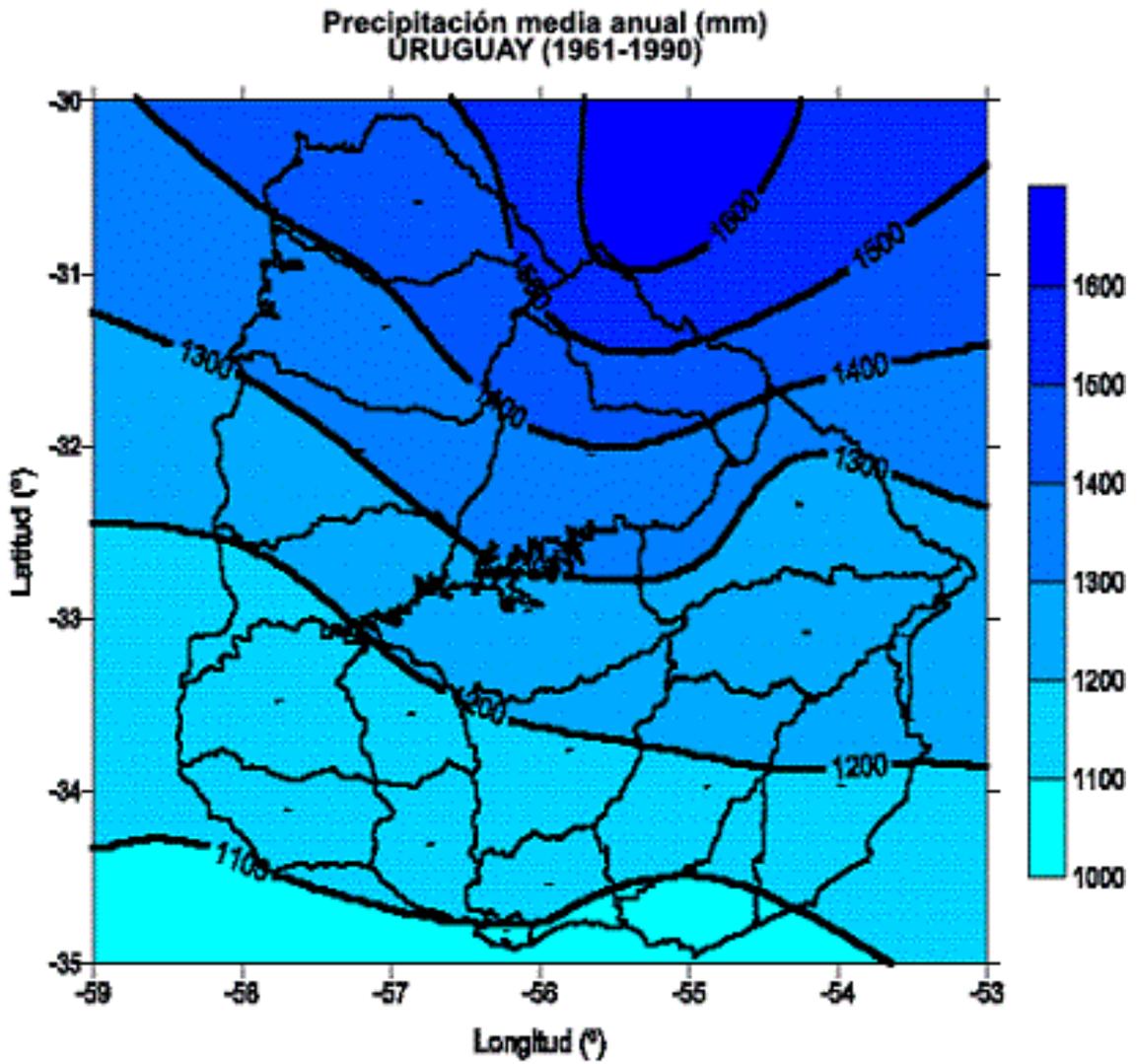
La zona de estudio fue Rivera y Tacuarembó (zona Norte), ya que Weyerhaeuser presenta la mayor parte de sus plantaciones en esas localidades. Esta zona tiene unas 280 mil hectáreas de superficie afectadas por plantaciones, de las cuales aproximadamente el 65% es de pinos y el 35% de Eucalyptus. Solamente el 40% de los suelos de prioridad forestal está afectada por plantaciones y el destino principal es la madera sólida (aserradero y debobinado principalmente, SPF, 2011). Se caracteriza por tener heladas en invierno y temperaturas más elevadas durante el verano (respecto al resto del país), y por el predominio de suelos arenosos, siendo propicio para el desarrollo de las especies.



Fuente de datos: Dir. Nal. Meteorología

Figura No. 5. Temperatura media anual (°C) en Uruguay. Fuente: MDN. DNM (s.f.).

A su vez, presenta la mayor cantidad de precipitación media anual del país. Esto junto a las temperaturas (y mayor incidencia de radiación) y buenos suelos, hacen que la zona Norte se caracterice por ser la de mejor desarrollo y mayor crecimiento de estas especies forestales.



Fuente de datos: Dir. Nal. Meteorología

Figura No. 6. Precipitación media anual (mm) en Uruguay. Fuente: MDN. DNM (s.f.).

3.1.2. Tipos de suelos

Las plantaciones se desarrollaron (como se mencionó anteriormente) en establecimientos localizados en los departamentos de Rivera, Tacuarembó y Cerro Largo. Dichos establecimientos, presentan en la mayoría de su superficie, suelos pertenecientes a las áreas homogéneas 7 y 8, definidas por su capacidad productiva en términos de carne y lana.

3.1.2.1. Zona 7

Esta zona ocupa una superficie aproximada de 570 mil hectáreas, representando 3,4% del territorio nacional. Comprende una franja que se extiende por el Oeste de los departamentos de Rivera y Tacuarembó, llegando hasta el Norte de Melo.

Son suelos con un horizonte superficial de gran espesor y un drenaje bueno a moderadamente bueno, con baja capacidad de retención de agua en el horizonte superficial, y a su vez muy bajo porcentaje de nutrientes y materia orgánica. Los suelos formados sobre las areniscas rojas de Buena Vista (material geológico) son en su mayoría muy profundos, y aquellos formados sobre las areniscas de Tacuarembó (material geológico) suelen tener más variación (de profundos a superficiales). En cuanto a la topografía, va de ondulada (suelos sobre formación Buena Vista) sin afloramientos rocosos, hasta un paisaje más áspero con cerros achatados (suelos sobre formación Tacuarembó, MGA. OPYPA. CIDE, 1967).

3.1.2.2. Zona 8

La zona 8 abarca una superficie aproximada de 750 mil hectáreas, representando 4,5% del territorio nacional. Presenta una forma de triángulo, ubicada en la unión de los departamentos de Tacuarembó, Durazno y Cerro Largo.

Geológicamente, comprende los materiales sedimentarios de Tres Islas y Devónico, donde predominan las areniscas feldespáticas o micáceas. En cuanto a la topografía, es una penillanura, presentando un relieve ondulado a ondulado suave. Los suelos son principalmente profundos y de textura liviana, pero pueden aparecer asociados, suelos de textura media a pesada, y ocasionalmente suelos superficiales en las quebradas. La fertilidad es algo baja, con un porcentaje de materia orgánica media a baja, y presentan un nivel de

lixiviación alta. El porcentaje de fósforo es muy bajo (MGA. OPYPA. CIDE, 1967).

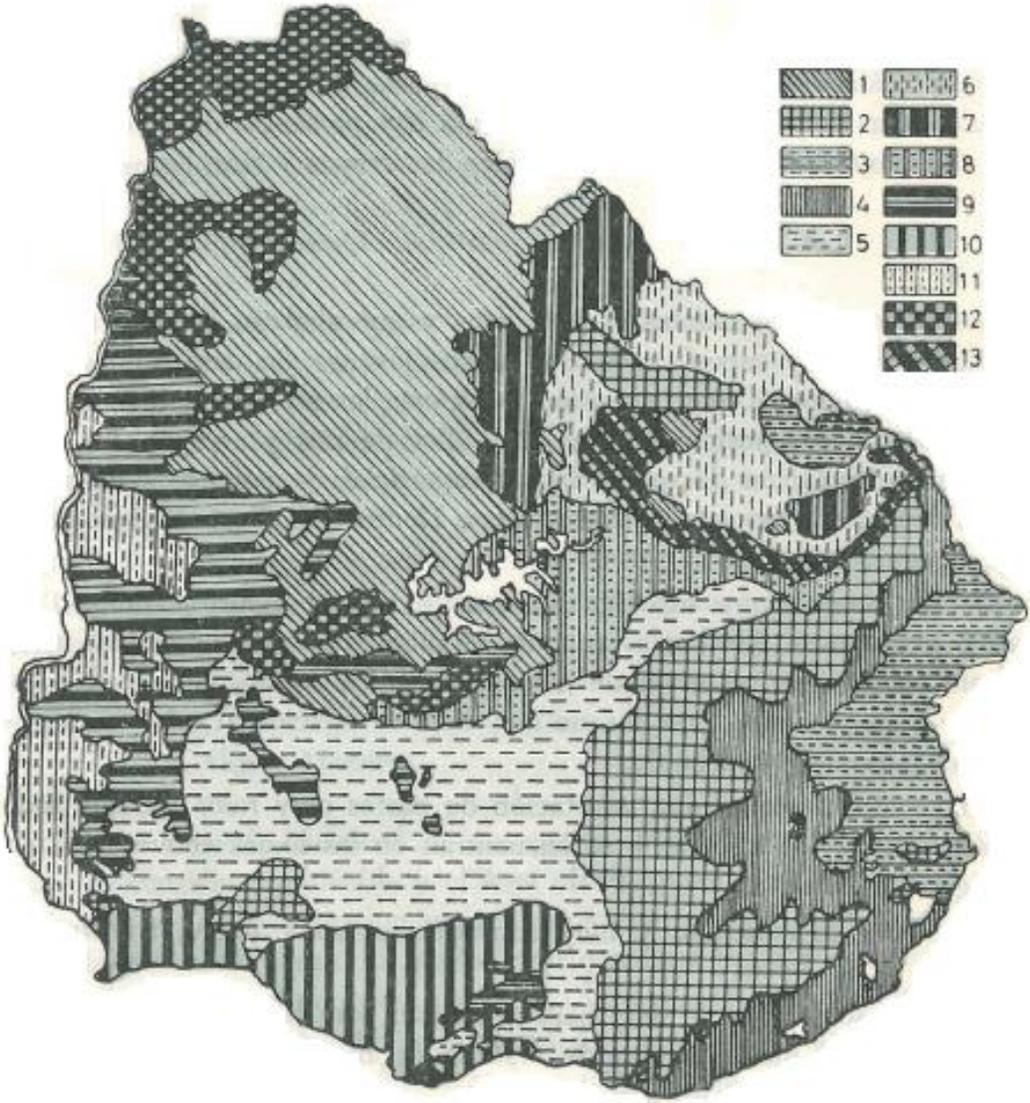


Figura No. 7. Croquis de las zonas de uso y manejo de los suelos.
Fuente: MGA. OPYPA. CIDE (1967).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y MODELO

Se trata de un muestreo, ya que del total de trozas destinadas a evaluarse, se muestrea cuáles no pueden ingresar a la planta por defectos. Como se mencionó anteriormente, los rechazos podrían ser por trozas cortas, rajadas, presencia de grandes nudos, gruesas, finas, con centro podrido o torcidas.



Se muestrean todas las trozas de los fardos de adelante y de atrás

Figura No. 8. Muestreo de trozas.

$$\text{Modelo: } Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} =Variable de respuesta (% de trozas rechazadas); μ =Media poblacional; α_i =efecto del i-esimo tratamiento (especie, tratamiento, forma de cosecha, origen de la madera); ε_{ij} =error experimental

Los supuestos correspondientes al modelo mencionado, son los siguientes:

Del modelo: - Es correcto (en relación al material experimental)
- Es aditivo

De los errores experimentales:

- son variables aleatorias
- $\epsilon_{ij} \sim N$
- $E(\epsilon_{ij}) = 0$ para todo i, j
- $V(\epsilon_{ij}) = \sigma^2$ para todo i, j
- Son independientes

Por definición: $\alpha_i = \mu_i - \mu$

4.1.1. Hipótesis estadísticas

Como se mencionó anteriormente, se van a analizar únicamente diferencias de rechazo total entre:

1) Dentro de cosecha mecanizada:

Ho (Hipótesis Nula): $\mu_{E.grandis} = \mu_{P.taeda}$

Ha (Hipótesis Alternativa): existen diferencias entre especies

2) Dentro de *P.taeda*:

Ho: $\mu_{Mecanizada} = \mu_{Semi-mecanizada}$

Ha: existen diferencias entre forma de cosecha

3) Dentro de *E.grandis*:

Ho: $\mu_{tala\ rasa} = \mu_{raleo}$

Ha: existen diferencias entre tratamiento silvicultural.

4) Origen de la madera:

Ho: $\mu_{propia} = \mu_{no\ propia}$

Ha: existen diferencias.

4.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se evaluaron un total de 2384 trozas, de las cuales 1257 eran de *Pinus taeda*, y 1127 eran de *Eucalyptus grandis*. Del total del muestreo, fueron rechazadas el 11,4%.

1. *Pinus taeda*: fueron rechazadas 97 trozas en total, un 7,7% del total. El principal factor de rechazo fue el largo, quedándose cortas un 5,9%, y un 1,4% por ser torcidas. Solamente hubieron 3 trozas rechazadas por presentar nudos de gran tamaño, una por gruesa y otra por fina. No se encontraron trozas rajadas, el cual no es un problema en este tipo de material.
2. *Eucalyptus grandis*: de las 1127 trozas muestreadas, 174 fueron rechazadas a ser debobinadas (15,4%). El factor que más afectó a esta especie, fueron las rajaduras que presentaban las trozas, 11% (124 muestras), seguido por cortas, finas y torcidas. Cabe destacar que toda la cosecha de *Eucalyptus grandis* se realizó de forma mecanizada.

Para analizar las hipótesis estadísticas planteadas se verificaron los supuestos y luego los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza para rechazar o no las H_0 planteadas.

Para realizar la prueba de hipótesis, se realiza una tabla de análisis de varianza (ANAVA). Luego se compara el p-valor obtenido en el ANAVA con $p = 0,05$ (α) y según el criterio de decisión:

- P-valor $> p = 0,05$: No rechazo H_0 , con 95% de confianza.
- P-valor $\leq p = 0,05$: Rechazo H_0 , con 95 % de confianza.

1) Dentro de cosecha mecanizada:

H_0 : $\mu_{E.grandis} = \mu_{P.taeda}$

H_a : son diferentes

Mediante un análisis de varianza se pretende obtener datos que permitan rechazar o no las hipótesis planteadas. Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro No. 2. ANAVA de *E. grandis* vs. *P. taeda*.

F de V	gl	SC	CM	F	p-valor
Especie	1	11.907	11.9	5.155	0.0264
Error	66	152.44	2.309		

Al ser menor a 0,05 (el p-valor), se rechaza H_0 con 95% de confianza, entonces se puede observar que existen diferencias significativas en cuanto a trozas rechazadas, entre *E. grandis* y *P. taeda*.

No se realiza prueba Tukey ya que existen sólo dos tratamientos, por lo tanto se comparan las medias de cada uno. Existe mayor porcentaje de trozas rechazadas en *E. grandis* (15,36%) que en *P. taeda* (9,31%).

Para la verificación del cumplimiento de los supuestos del modelo, se procede a analizar primero el gráfico de residuos contra los valores predichos, para verificar el cumplimiento del supuesto de que los errores son variables aleatorias. En todos los casos analizados, se observó que los supuestos del modelo se cumplen. A continuación, se demuestran dichos supuestos únicamente para el primer caso estudiado.

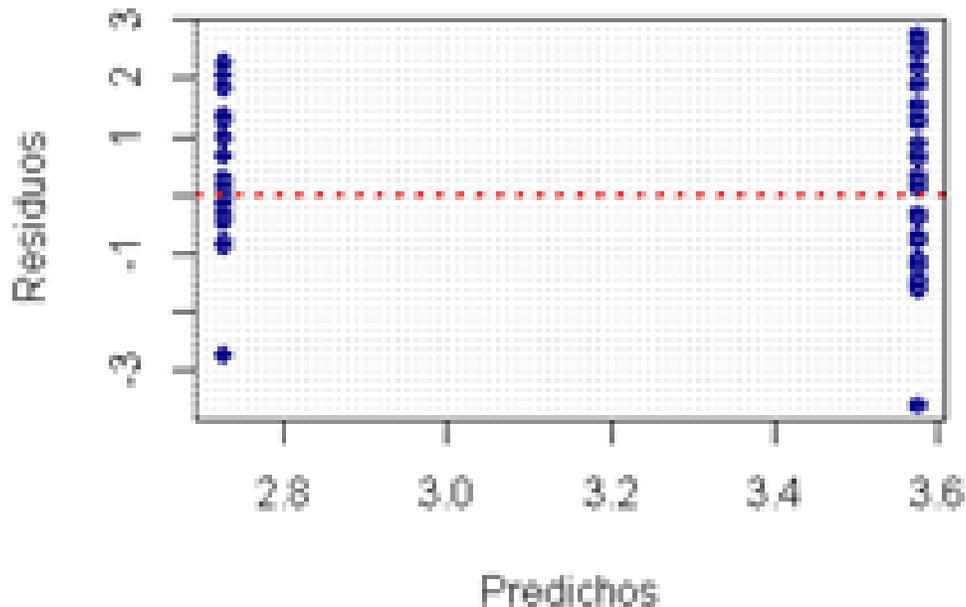


Figura No. 9. Residuos vs. predichos.

En este caso, no se presenta una distribución aleatoria (patrón definido), se presume que no se cumple dicho supuesto. Los residuales parecen tener dos distribuciones distintas. Puede ser por una variable oculta que nos agrupa los predichos en dos grupos totalmente diferentes o por otro factor que se desconoce. Esta distribución fue igual para todos los factores estudiados.

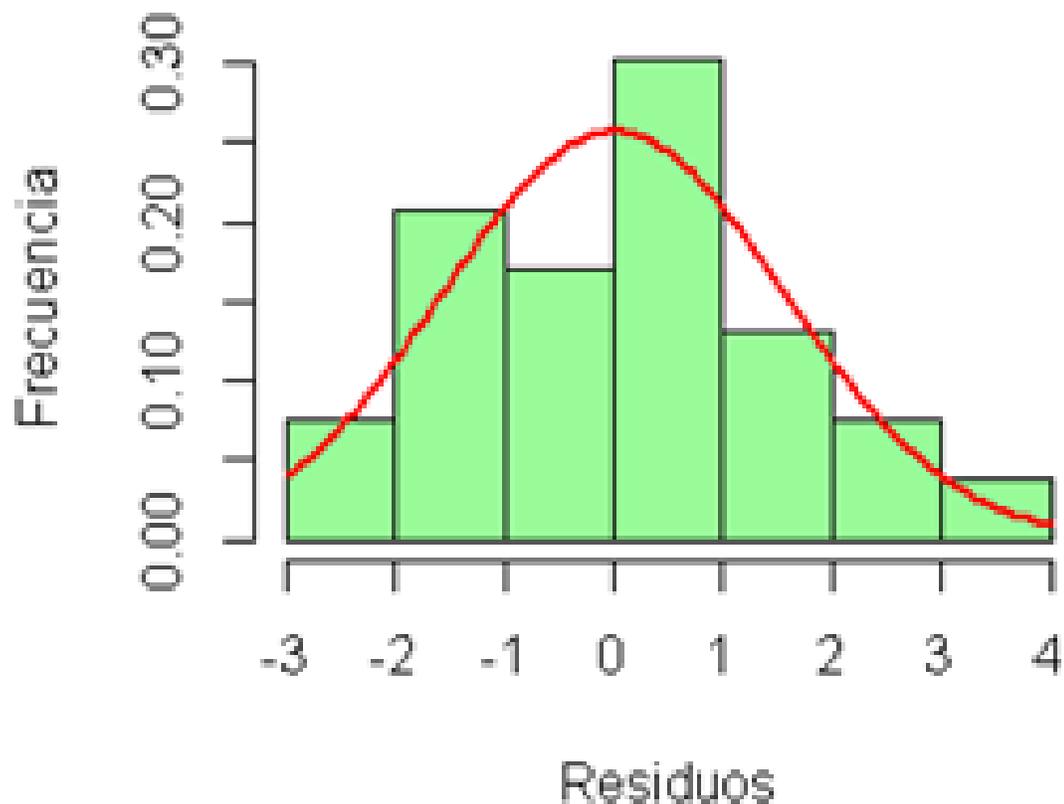


Figura No. 10. Histograma de residuales.

Respecto al supuesto de $\epsilon_{ij} \sim N$, se presentan dos gráficas y la prueba Shapiro-Wilk para comprobar o no dicha distribución. En el gráfico No. 2 se muestra un histograma, en el que se los residuales se aproximan a una distribución normal, pero hay que realizar otras pruebas para comprobar el cumplimiento del supuesto.

Lo mismo se observa en el gráfico Q-Q, en el cual se comparan los cuartiles observados con cuartiles de distribución normal (teóricos). Los valores obtenidos se encuentran, en su mayoría dentro de los límites (líneas punteadas), pero algunos no están tan próximos a la línea de 45°. A pesar de

esto, se puede decir que existe una cierta aproximación a una distribución normal.

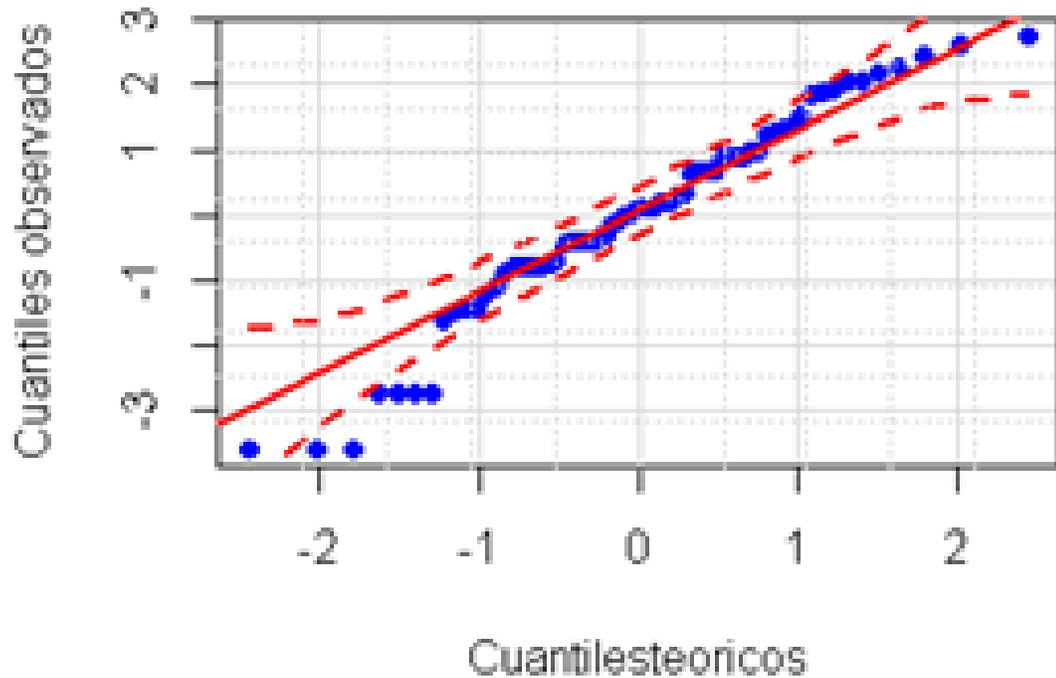


Figura No. 11. Q-Q Plot.

En la prueba Shapiro Wilk para demostrar la normalidad de los residuales, se obtuvo un p-valor = 0,05204, por lo tanto se puede afirmar, con 95% de confianza, que no se rechaza H_0 ($\epsilon_{ij} \sim N$), comprobando así que la variable $\sqrt{Y_{ij}}$ presenta una distribución normal.

A su vez, en la prueba Bartlett, se obtuvo un p-valor = 0,03334, por lo tanto, al ser este menor a 0,05, se afirma que las varianzas no son homogéneas para todos los residuales. Como se dijo anteriormente, los residuales pueden tener distintas distribuciones normales con distinta varianza.

Cuadro No. 3. Porcentaje de rechazo según factor (para *E. grandis* y *P. taeda*).

Factor de Rechazo	<i>Eucalyptus grandis</i>	<i>Pinus taeda</i>
Corto	3.76%	7.98%
Rajada	10.10%	0.00%
Fina	1.07%	0.15%
Gruesa	0.21%	0.00%
Nudo	0.00%	0.30%
Torcido	0.97%	0.89%
Centro Podrido	0.11%	0.00%
Total	16.22%	9.31%

Se puede observar las diferencias de rechazo entre las dos especies. La mayor diferencia se encuentra en las trozas rechazadas por rajaduras, ya que del total de rechazo en *Eucalyptus grandis*, el 10,10% fue causa de este fenómeno, mientras en *Pinus taeda* no existieron casos de rajadura. Cabe aclarar que el total de rechazo mencionado anteriormente es distinto a la suma de los factores de rechazo (en porcentaje) ya que existieron trozas con más de un tipo de rechazo.

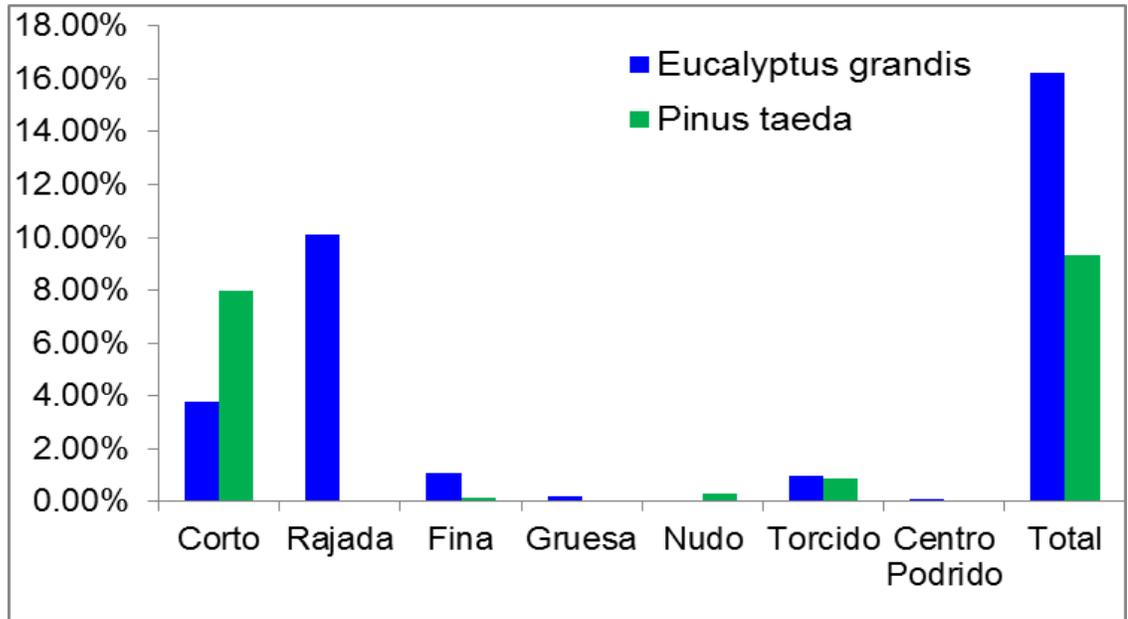


Figura No. 12. Porcentaje de rechazo según factor (para *E. grandis* y *P. taeda*).

2) Dentro de *Pinus taeda*:

Ho: μ Mecanizada = μ Semi-mecanizada

Ha: son diferentes

Cuadro No. 4. ANAVA de mecanizada vs. semi-mecanizada.

F de V	gl	SC	CM	F	p-valor
Cosecha	1	14.16	14.16	5.73	0.0203
Error	5	1125.89	2.47		

Al igual que el caso anterior, el p-valor es menor a 0,05, entonces se afirma con 95% de confianza que existen diferencias en lo que respecta a trozas rechazadas, entre una cosecha mecanizada contra una cosecha semi-mecanizada.

Dentro de *Pinus taeda*, existe mayor proporción de trozas rechazadas cuando se cosecha de forma mecanizada (9,31%) que de forma semi-mecanizada (5,91%). La principal diferencia se observa en las trozas cortas, pudiéndose explicar por un mayor ajuste del largo de la troza a la hora de cortar

con motosierra. En cuanto a trozas rajadas, no se observó en ninguno de los dos métodos de cosecha.

Los gráficos estudiados resultaron muy similares al caso anterior. La única diferencia que dio con la Ho1 en cuanto a los supuestos, es el resultado de la prueba de Bartlett. En esta se obtuvo un p-valor = 0,9483, lo que puede demostrar que existe homogeneidad de varianzas para todos los residuales (homocedasticidad).

En la prueba ShapiroWilk, se obtuvo un p-valor = 0,1254, por lo tanto se puede afirmar, con 95% de confianza que los residuales presentan una distribución normal.

Cuadro No. 5. Porcentaje de rechazo según factor (para mecanizada y semi-mecanizada).

Factor de Rechazo	Mecanizada	Semi-Mecanizada
Corto	7.98%	3.58%
Rajado	0.00%	0.00%
Fino	0.15%	0.00%
Grueso	0.00%	0.00%
Nudo	0.30%	0.18%
Torcido	0.89%	2.15%
Centro Podrido	0.00%	0.00%
Total	9.31%	5.91%

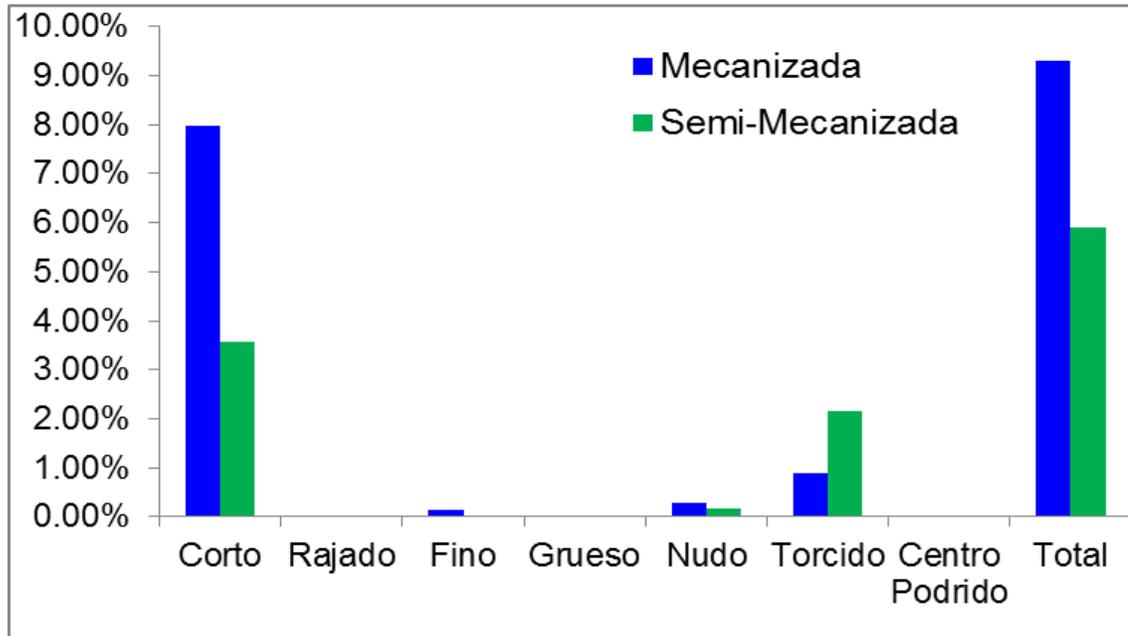


Figura No. 13. Porcentaje de rechazo según factor (para mecanizada y semi-mecanizada).

3) Dentro de *E.grandis*:

Ho: $\mu_{tala\ rasa} = \mu_{raleo}$

Ha: son diferentes

Cuadro No. 6. ANAVA de tala rasa vs. raleo comercial.

F de V	gl	SC	CM	F	p-valor
Trat	1	9.29	9.29	4.05	0.0512
Error	38	87.13	2.292		

Dentro de *E.grandis*, se puede afirmar con un 95% de confianza que no existen diferencias significativas entre los tratamientos de tala rasa y el raleo, para el porcentaje de trozas rechazadas a ser debobinadas.

Los gráficos estudiados resultaron muy similares a los casos anteriores. En la prueba ShapiroWilk, se obtuvo un p-valor mayor a 0,05 (0,1503), por lo tanto se puede afirmar, con 95% de confianza que los residuales presentan una distribución normal.

Con respecto a la prueba Bartlett se obtuvo un p-valor = 0,4827, lo que puede comprobar que existe homogeneidad de varianzas para todos los residuales.

Cuadro No. 7. Porcentaje de rechazo según factor (para raleo comercial y tala rasa).

Factor de Rechazo	Raleo Comercial	Tala Rasa
Corto	5.15%	3.39%
Rajado	12.89%	9.36%
Fino	4.12%	0.27%
Grueso	0.00%	0.27%
Nudo	0.00%	0.00%
Torcido	2.06%	0.68%
Centro Podrido	0.00%	0.14%
Total	24.23%	14.11%

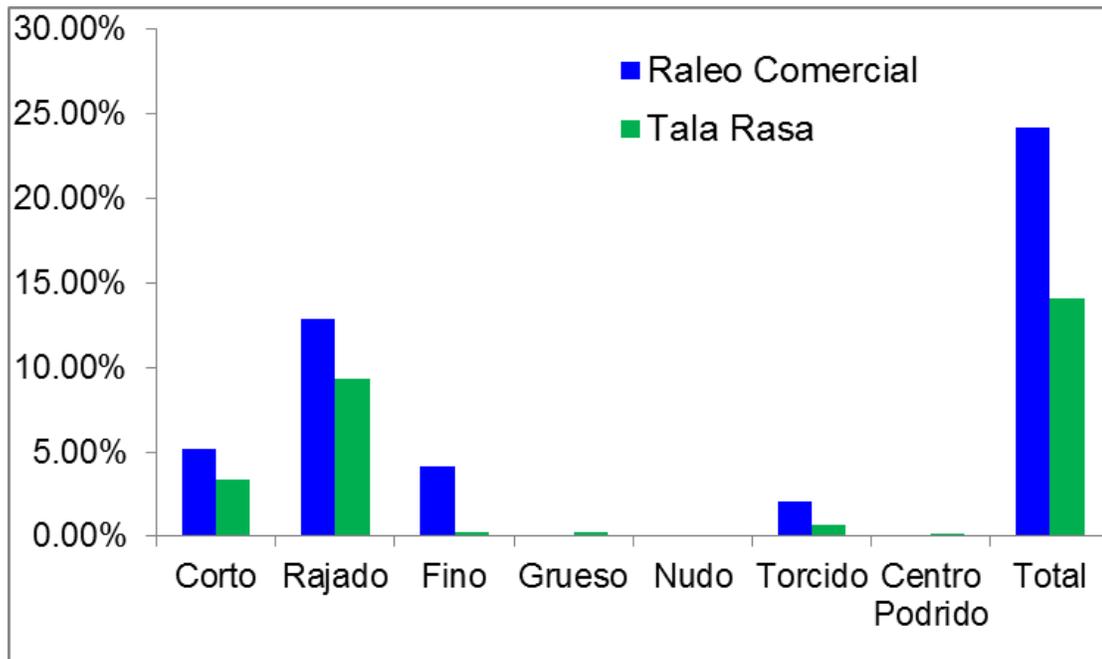


Figura No. 14. Porcentaje de rechazo según factor (para raleo comercial y tala rasa).

4) Propiedad de la madera:

$H_0: \mu \text{ madera propia} = \mu \text{ madera no propia}$

$H_a: \text{son diferentes}$

Cuadro No. 8. ANAVA de madera propia vs. madera no propia.

F de V	gl	SC	CM	F	p-valor
Trat	1	11.82	11.82	2.08	0.1519
Error	100	567.16	5.67		

Al igual que el caso anterior, el p-valor es mayor a 0,05, entonces se afirma con 95% de confianza que no existen diferencias significativas en lo que respecta al tipo de silvicultura.

Si bien no se conoce el método silvicultural de la madera proveniente de terceros, se puede afirmar que el porcentaje de rechazo es el mismo (significativamente) que el de la silvicultura no propia. A su vez, cabe aclarar que dentro de la silvicultura no propia, la mayor cantidad de trozas que fueron analizadas (95,62%) son de la especie *Eucalyptus grandis*, mientras que en la

silvicultura propia, solamente el 36,51% pertenece a dicha especie y el restante 63,49% a *Pinus taeda*. Esto es importante, ya que existe una diferencia significativa entre las especies.

Cuadro No. 9. Porcentaje de rechazo según factor (para madera propia y no propia).

Factor de Rechazo	No Propia	Propia
Corto	0.92%	5.44%
Rajado	12.90%	3.49%
Fino	0.23%	0.51%
Grueso	0.46%	0.05%
Nudo	0.00%	0.15%
Torcido	0.92%	1.18%
Centro Podrido	0.00%	0.05%
Total	15.44%	10.87%

Como se mencionaba anteriormente, al ser mayor cantidad de *E. grandis*, el porcentaje de rechazo por rajado es muy alto.

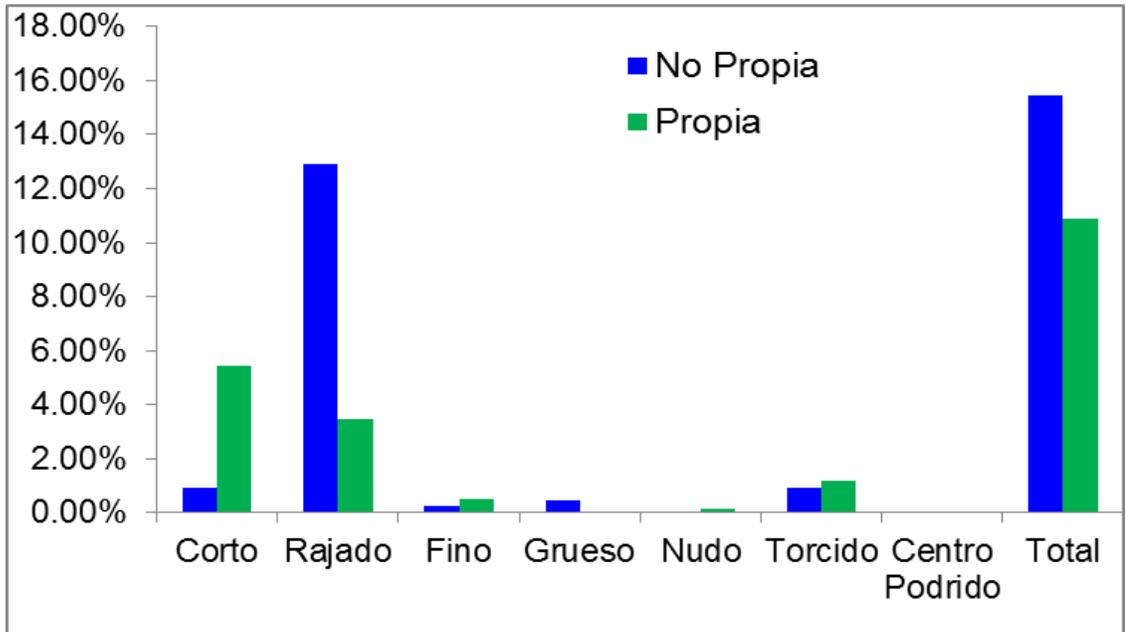


Figura No. 15. Porcentaje de rechazo según factor (para madera propia y no propia).

5. CONCLUSIONES

Weyerhaeuser S.A. presenta un 11,4% de rechazo del total de trozas que arriban a la planta de debobinado. De las 2384 trozas muestreadas, 1257 pertenecían a la especie *Pinus taeda*, y 1127 a la especie *Eucalyptus grandis*. El porcentaje de rechazo fue de 7,7% y 15,4% respectivamente.

Se puede concluir que:

- Existe mayor porcentaje de rechazo en *Eucalyptus grandis* que en *Pinus taeda* (en condiciones iguales de cosecha mecanizada). Una de las principales causas sería que en *Eucalyptus grandis* se rechazan gran número de trozas por rajado, y que en *Pinus taeda* no existió este inconveniente.
- La cosecha mecanizada tiene mayor porcentaje de trozas rechazadas que la semi-mecanizada (en condiciones iguales de especie, *Pinus taeda*). Una de las posibles causas sería el largo de las trozas, pudiéndose observar gran cantidad de trozas cortas en la cosecha mecanizada.
- No existen diferencias significativas entre tala rasa y raleo (en condiciones iguales de especie, *Eucalyptus grandis*). Todos los factores presentaron similares porcentajes de rechazo.
- En este caso, a pedido de la empresa, lo que se realizó fue un análisis para ver si existían diferencias de rechazo entre el total la madera proveniente de campos propios (con una silvicultura propia) y el total la madera proveniente de campos de terceros (sin control de la silvicultura), sin diferenciar la especie ni el método de cosecha. No existieron diferencias significativas, pero sería importante realizar el análisis en condiciones iguales de especie y tipo de cosecha.

Sería importante profundizar con el análisis realizando el mismo estudio con otras épocas del año, ya sea otoño, invierno o primavera, donde es probable que el porcentaje de rajado en *Eucalyptus grandis* descienda

considerablemente. A su vez sería importante comparar con otros años, para validar estos datos. Finalmente se podría realizar un estudio que compare las diferencias significativas entre factores (ya sea rajado, troza corta, etc.).

Para reducir los rechazos por rajaduras en *Eucalyptus grandis*, se debería evaluar diferentes opciones para reducir dicho porcentaje, ya sea reduciendo el tiempo entre corta y el arribo a planta (menos de 24 horas por ejemplo), evaluar si es viable que las trozas lleguen a planta con corteza, o evaluando un método de cosecha donde las trozas no se encuentren expuestas al sol. En cuanto al porcentaje rechazado por trozas cortas, sería bueno evaluar mejoras tecnológicas que permitan a las cosechadoras tener mejor precisión, capacitar mejor a los operarios y comparar si existen diferencias significativas entre ellos.

6. RESUMEN

La tendencia creciente de los costos en el sector forestal de los últimos años, fundamentalmente en las etapas de silvicultura y cosecha, hacen que las empresas busquen ser lo más eficientes posibles, en un escenario en el que el margen de los productos es cada vez menor. Para lograr un sistema de debobinado rentable y eficiente, se debe disminuir los costos y aumentar la productividad. Para ello, este estudio realizado en la empresa Weyerhaeuser Uruguay S.A., intenta dar en detalle cuál es el porcentaje de trozas rechazadas al llegar a la planta para ser debobinadas, e identificar si es debido al método de cosecha, a la especie, o al tratamiento silvicultural realizado. Las posibles razones de rechazo son de origen silvícola (nudos por mal manejo de podas, rajaduras, diámetros finos o muy gruesos, trozas torcidas o podridas), o de cosecha (trozas cortas o largas). Se utilizó una base de datos de 2384 trozas, de las cuales 1257 pertenecían a la especie *Pinus taeda* y 1127 a la especie *Eucalyptus grandis*. Los factores que se estudiaron son las diferencias de rechazo entre *Eucalyptus grandis* y *Pinus taeda* (para una cosecha mecanizada); dentro de *Pinus taeda*, se comparó la cosecha mecanizada contra la semi-mecanizada; dentro de *Eucalyptus grandis*, se analizó si existen diferencias entre los tratamientos silviculturales (tala rasa contra raleo); y finalmente si existen diferencias en cuanto al origen de la madera. El estudio arrojó un 11,4% de rechazo del total de trozas que arriban a la planta, *Eucalyptus grandis* con un 15,4% de rechazo contra un 7,7% en *Pinus taeda*. Una posible causa de este resultado puede ser el rechazo de trozas rajadas en el género *Eucalyptus*, inconveniente que no sucede en el género *Pinus*. Otra tendencia que se observó fue el mayor porcentaje de trozas rechazadas dentro de *Pinus taeda*, para cosecha mecanizada (9,31%) que para semi-mecanizada (5,91%). Se concluye también que no existen diferencias significativas entre tala rasa y raleo para *Eucalyptus grandis*, así como diferencias significativas entre la madera de propiedad de la empresa y la perteneciente a terceros.

Palabras clave: Debobinado; Cosecha mecanizada; Cosecha semi-mecanizada; Silvicultura; *Eucalyptus grandis*; *Pinus taeda*; Raleo; Poda.

7. SUMMARY

Over the last few years there has been a tendency of increasing costs in the forestry sector, mainly regarding silviculture and harvest, as a consequence businesses are focusing their efforts on being as efficient as possible, in a scene in which the margin of the products is shrinking. To achieve a profitable and efficient system of plywood, it is necessary to decrease costs and increase productivity. With that objective in mind, this investigation carried out at the business Weyerhaeuser Uruguay S.A, attempts to provide in detail what is the percentage of logs that are rejected when they arrive to the plant to be processed, and to identify whether it is because of the method of harvesting, the specie, or the silvicultural treatment implemented. The possible reasons of rejection are of silviculture origin knots because of the poor handling of pruning, cracks, thin or very thick diameters, crooked or rotten logs, or of harvesting origin (short or long logs). The data base used contained 2384 logs, from which 1257 belonged to the *Pinus taeda* species, and 1127 to the *Eucalyptus grandis* species. The factors that were studied are the differences of rejection between *Eucalyptus grandis* and *Pinus taeda* (for a mechanized harvest); concerning *Pinus taeda*, a comparison was made between the mechanized harvest and the semi-mechanized one; regarding the *Eucalyptus grandis*, the investigation analyzes whether there are differences amongst the various silviculturals treatments (clearcut against thinning); and finally whether there are differences concerning to the wood origin. The study showed a 11,4% of rejection of the total of logs that arrive to the plant. *Eucalyptus grandis* has a 15,4% of rejection compared to a 7,7% of *Pinus taeda*. One possible cause of this result can be the rejection of cracked logs within the *Eucalyptus* species, inconvenient that does not happen with the *Pinus*. Another result that could be observed was that regarding the *Pinus taeda*, the mechanized harvest showed a higher percentage of rejected logs, while this type of harvest presented a 9,3%, the semi-mechanized harvest had a 5,91%. The results conclude as well that there are no significant differences between clearcut and thinning for *Eucalyptus grandis*, as there are no significant differences between the wood that is property of the firm and the one belonging to third parties.

Keywords: Plywood; Mechanized harvest; Semi-mechanized harvest; Silviculture; *Eucalyptus grandis*; *Pinus taeda*; Pruning; Thinning.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Banks, P. F.; Prevôst, M. J. 1976. Sawlog pruning regimes for *P. patula*, *P. elliottii* and *P. taeda* in Rhodesia. South Africa. Forestry Journal. 99: 44 – 48.
2. Baker, J. B.; Langdon, O. G. s.f.. Loblolly Pine. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 20 abr. 2014. Disponible en http://www.na.fs.fed.us/pubs/silvics_manual/Volume_1/pinus/taeda.htm
3. Daniluk, G. 2002. Cosecha forestal. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 6 p. Consultado 19 jul. 2009. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~forestal/cursos/tecmadera/Gustavo/INTRODUCCION%20A%20LA%20COSECHA.pdf>
4. _____. 2003. Código de cosecha forestal uruguayo. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 90 p. Consultado 13 may. 2009. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~forestal/cursos/tecmadera/Gustavo/CODIGO%20DE%20COSECHA%20FOESTAL%20URUGUAYO.%20OFICINA.%20V2.pdf>
5. Del Menezzi, C. H. S.; Nahuz, M. A. R.; Souza, M. R. 1998. Consecuencias de las tensiones de crecimiento en la producción de madera aserrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden y de *E. cloeziana* F. Muell. In: Congreso Latinoamericano de IUFRO (1º 22-28 nov. 1998, Valdivia. Chile). Actas. Valdivia, IUFRO. 1 disco compacto.
6. Hakkila, P.; Malinovski, J.; Sirén, M. 1992. Feasibility of logging mechanization in Brazilian forest plantations. Helsinki, Finland, Finnish Forest Research Institute. 68 p. (Research Paper no. 404).
7. Hawley, R. C.; Smith, D. M., 1954. The practice of silviculture. 6th. ed. New York, John Wiley and Sons. pp. 27 – 51.
8. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). 1995. Manual para productores de Eucaliptos de la Mesopotamia Argentina. Buenos Aires. 162 p.

9. Kluber, H. 1987. Growth stresses in trees and related wood properties. *Forest Products Abstracts*. 10 (3): 61-119.
10. Ligrone, A. 2014. La forestación de los próximos 25 años. *Sociedad de Productores Forestales. Revista Forestal*. no. 08. p. 3.
11. Malinovski, J. 1998. Evolução dos sistemas de colheita de pinus no regiao sul do Brasil. Curitiba, FUPEF. 138 p.
12. MDN. DNM (Ministerio de Defensa Nacional. Dirección Nacional de Meteorología, UY). s.f. Base de datos meteorológica. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 19 ago. 2012. Disponible en <http://www.meteorologia.com.uy/>
13. MGA. OPYPA. CIDE (Ministerio de Ganadería y Agricultura. Oficina de Programación y Política Agropecuaria. Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico, UY). 1967. Los suelos del Uruguay; su uso y manejo. Montevideo. 85 p.
14. MGAP. DGF (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General Forestal, UY). 2002. Superficie forestada en Uruguay. Montevideo. s.p.
15. _____. _____. _____. 2008. Superficie forestada por especies por departamento. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 25 jun. 2014. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>
16. Moya, L. 2010. Madera y productos de ingeniería de madera; usos en arquitectura y construcción. In: Jornada Técnica Forestal (2010, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. s.p.
17. Okuyama, T. 1997. Assessment of growth stresses and peripheral strain in standing trees. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts (1997, Salvador, Bahía, BR). Proceedings. Colombo, EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. v.1, pp. 1-14.
18. Ospina, C. M.; Hernández, R. J.; Rodas, C. A.; Urrego, J. B.; Godoy, J. A.; Aristizábal, F. A.; Osorio, O. I.; Riaño, N. M. s.f. El Eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden). Manizales, Cenicafe. 52 p.

19. Pelufo, M.; Vazquez, A. R. 2007. Ensayo de podas y raleos de *Eucalyptus grandis* en Rivera. Etapa 1. Evaluación del crecimiento a la edad de 6 años. Montevideo, INIA. 6 p. (Actividades de Difusión no. 508)
20. Reid, R. 2009. Growing high-quality sawlogs. In: Nuberg, I.; George, B.; Reid, R. eds. Agroforestry for natural resource management. Collingwood, Victoria, AU, CSIRO. pp. 161 – 182.
21. Romero, G. 2004. Mohos, manchas y podredumbres de la madera. Montevideo, Facultad de Agronomía. 19 p.
22. Rosario Pou y Asociados. 2013. Boletín estadístico trimestral del sector forestal. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 abr. 2014. Disponible en <http://www.uruguayforestal.com/forestacion-inversion/estadisticas-informacion-sector-forestal-uruguayo.htm>
23. Schaitza, E. G.; Pereira, J. C. D. 1997. Tensões de crescimento em *Eucalyptus* spp. In: Curso sobre Procesamiento Mecánico de la Madera de Eucalipto (1998, Curitiba). Textos. Curitiba, BR, EMBRAPA. CETMAM. s.p.
24. Shepherd, K. R. 1986. Plantation silviculture. Dordrecht, The Netherlands, Martinus Nijhoff. pp. 236-262.
25. SPF (Sociedad de Productores Forestales del Uruguay, UY). 2011. Forestación en Uruguay. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 abr. 2014. Disponible en <http://www.spf.com.uy/forestacion-en-uruguay/>
26. Touza, M. 2001. Proyecto de investigación sobre sistemas de aserrado adecuado para procesar *Eucalyptus globulus* con tensiones de crecimiento. Proyecto FAIR CT 98-9579. Revista CIS Madera. no. 6: 8-37
27. Uruguay XXI. 2011. Sector forestal; promoción de inversiones y exportaciones. Montevideo. 36 p.
28. Van Hoff, E. 2001. Estado actual del manejo forestal en Uruguay. In: Proyecto FAO. Información y análisis para el manejo forestal Sostenible; integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina (GCP/RLA/133/EC). Santiago de Chile, FAO. pp. 25-27.

9. ANEXOS

Ca-mión	Estableci-miento	Depto.	Madera	Especie	Trat.	Forma de cosecha	No. Trozas
1	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	29
2	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	26
3	Tranqueras	Rivera	Propia	P. taeda	NA	NA	22
4	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	22
5	La Palma 1	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	22
6	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	23
7	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	29
8	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	26
9	Barboza	Rivera	No propia	E. grandis	NA	NA	30
10	Cuchilla del Ombu	Tacuarembó	No propia	E. grandis	NA	NA	27
11	La Palma 1	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	22
12	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	21
13	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	22
14	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	18
15	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	23
16	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	30
17	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	26
18	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	20
19	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	25
20	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	22
21	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	28
22	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	30
23	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	21

24	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	22
25	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	23
26	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	30
27	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	22
28	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	20
29	Los Paraisos	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	30
30	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	27
31	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	30
32	Espinillo 1	Tacuarembó	Propia	E. grandis	Raleo Comercial	Mecanizada	23
33	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	29
34	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	23
35	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	22
36	Espinillo 1	Tacuarembó	Propia	E. grandis	Raleo Comercial	Mecanizada	29
37	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	29
38	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	19
39	Espinillo 1	Tacuarembó	Propia	E. grandis	Raleo Comercial	Mecanizada	30
40	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	26
41	Espinillo 1	Tacuarembó	Propia	E. grandis	Raleo Comercial	Mecanizada	30
42	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	22
43	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	19
44	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	16
45	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	26
46	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	16
47	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	20
48	Espinillo 1	Tacuarembó	Propia	E. grandis	Raleo Comercial	Mecanizada	30
49	El Tatu	Cerro Largo	Propia	E. grandis	NA	NA	25
50	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	21

51	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	30
52	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	24
53	El Tatu	Cerro Largo	Propia	E. grandis	NA	NA	27
54	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	21
55	El Tatu	Cerro Largo	Propia	E. grandis	NA	NA	21
56	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	25
57	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	20
58	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	17
59	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	25
60	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	24
61	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	22
62	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	25
63	Los Paraisos	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	26
64	Los Paraisos	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	27
65	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	16
66	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	18
67	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	22
68	Los Paraisos	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	22
69	Espinillo 1	Tacuarembó	Propia	E. grandis	Raleo Comercial	Mecanizada	30
70	La Rinconada	Tacuarembó	No propia	E. grandis	NA	NA	21
71	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	22
72	La Rinconada	Tacuarembó	No propia	E. grandis	NA	NA	21
73	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	23
74	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	26
75	La Rinconada	Tacuarembó	No propia	E. grandis	NA	NA	24
76	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	19
77	Los Paraisos	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	28

78	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	23
79	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	18
80	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	17
81	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	26
82	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	23
83	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	18
84	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	24
85	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	20
86	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	21
87	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	26
88	Curticeira 1	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	15
89	Espinillo 1	Tacuarembó	Propia	E. grandis	Raleo Comercial	Mecanizada	22
90	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	26
91	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	19
92	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	22
93	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	20
94	HHK4	Rivera	Propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	26
95	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	19
96	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	23
97	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	24
98	Pamaral Lote 2	Rivera	No propia	E. grandis	Tala rasa	Mecanizada	12
99	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	21
100	La Palma 2	Tacuarembó	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	26
101	Curticeira 1	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Semi mecanizada	18
102	Capona Alta 2	Rivera	Propia	P. taeda	Raleo Comercial	Mecanizada	26

Camión	Rechazo Total (No. Trozas)	No. cortas	No. Rajadas	No. Finas	No. Gruesas	No. Nudos	No. Torcidas	No. Centro podrido
1	4	4	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	1	0	0	0
4	5	5	0	0	0	0	0	0
5	2	0	0	1	0	1	0	0
6	1	0	1	0	0	0	0	0
7	4	3	0	0	0	0	1	0
8	2	2	0	0	0	0	0	0
9	3	0	3	0	0	0	0	0
10	1	0	1	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	8	2	6	0	0	0	1	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	2	2	0	0	0	0	0	0
16	6	2	2	1	0	0	1	0
17	4	3	1	0	0	0	0	0
18	6	0	6	0	0	0	0	0
19	2	0	2	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	0	0	0	0	0	2	0
23	2	2	0	0	0	0	0	0
24	4	0	2	1	0	0	1	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0
26	3	0	3	0	0	0	0	0
27	5	5	0	0	0	0	0	0
28	5	5	0	0	0	0	0	0
29	3	0	0	0	0	0	3	0
30	2	2	0	0	0	0	0	0
31	3	3	0	0	0	0	0	0
32	7	1	6	0	0	0	0	0

33	1	0	0	0	0	0	1	0
34	3	3	0	0	0	0	0	0
35	4	4	0	0	0	0	0	0
36	7	1	5	0	0	0	1	0
37	2	1	0	0	0	0	1	0
38	2	1	2	0	0	0	0	0
39	6	0	4	0	0	0	2	0
40	3	2	0	0	0	1	0	0
41	7	0	6	0	0	0	1	0
42	1	1	0	0	0	0	0	0
43	4	4	0	0	0	0	0	0
44	1	1	0	0	0	0	0	0
45	3	3	0	0	0	0	0	0
46	1	0	1	0	0	0	0	0
47	2	2	0	0	0	0	0	0
48	3	2	0	1	0	0	0	0
49	8	0	8	0	0	0	0	0
50	3	3	0	0	0	0	0	0
51	2	2	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0
53	6	0	6	0	0	0	0	0
54	3	3	0	0	0	0	0	0
55	8	1	7	0	0	0	0	0
56	2	2	0	0	0	0	0	0
57	2	0	2	0	0	0	0	0
58	1	1	0	0	0	0	0	0
59	5	0	5	0	0	0	0	0
60	4	4	0	0	0	0	0	0
61	3	0	2	0	0	0	1	0
62	4	3	0	0	0	0	1	0
63	1	0	0	0	0	0	1	0
64	6	0	0	0	0	0	6	0
65	1	1	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0
67	6	6	0	0	0	0	0	0
68	1	0	0	0	0	0	1	0
69	10	5	4	5	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0

71	1	1	0	0	0	0	0	0
72	3	0	3	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0
74	1	0	0	0	0	1	0	0
75	2	0	2	0	0	0	0	0
76	1	1	0	0	0	0	0	0
77	1	0	0	0	0	0	1	0
78	6	1	6	0	0	0	0	0
79	1	1	0	0	0	0	0	0
80	3	1	1	0	1	0	0	0
81	2	2	0	0	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0
85	2	0	2	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	0	0	0	0
87	2	0	2	0	0	0	0	0
88	6	0	5	0	0	0	0	1
89	3	1	0	2	0	0	0	0
90	10	0	9	0	0	0	1	0
91	0	0	0	0	0	0	0	0
92	3	0	3	0	0	0	0	0
93	4	0	4	0	0	0	0	0
94	1	0	1	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	0	0	0	0
96	2	2	0	0	0	0	0	0
97	0	0	0	0	0	0	0	0
98	1	0	1	0	1	0	0	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0
100	1	1	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0	0
102	1	1	0	0	0	0	0	0