



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

COSECHA FORESTAL: OPERACIONES MANUALES O
ALTAMENTE MECANIZADAS. CONSIDERACIONES
ECONOMICAS, SOCIALES Y AMBIENTALES DE LOS
SISTEMAS.

Por: Alejandro CASTROMÁN
Laura IZUIBEJERES

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

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACIÓN Y
BIBLIOTECA

Montevideo
Uruguay
2002

Tesis aprobada por:

Director: Ing. Agr. Luis Petrini

Nombre completo y firma

Ing. Agr. Rafael Escudero

Nombre completo y firma

Ing. Agr. Nelson De Mello

Nombre completo y firma

Fecha :-----

Autores:

Alejandro Nicolás Castromán Ghuisolfi

Nombre completo y firma

Laura Cecilia Izuibejeres Cortés

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mi hijo y mi familia, como a todas las personas que me brindaron apoyo para realizar este trabajo.

Laura

A mis padres por todo el respaldo brindado durante toda la carrera.

A mi novia Rosina que me apoyó en todo.

A la Dra. Rosa Jácome que me brindó un espacio y supo guiarme en este proceso.

A mi amiga Adriana Wilson por su confianza y la ayuda en el procesamiento de los datos.

A todos los familiares y amigos que supieron alentarme.

Alejandro

A Luis Petrini, Nelson De Mello, Carlos Mantero, Rafael Escudero, por el seguimiento de dicho estudio.

A todas las personas en general que de alguna manera colaboraron con el presente trabajo.

Alejandro y Laura

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE GRAFICOS, FIGURAS Y CUADROS	7
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
A. VOLÚMENES DE COSECHA.....	12
B. SISTEMAS DE COSECHA FORESTAL	13
C. SISTEMA CON ALTA MECANIZACIÓN.....	16
1. Antecedentes	18
D. SISTEMA CON MÍNIMA MECANIZACIÓN.....	21
1. Antecedentes nacionales.....	22
2. Antecedentes regionales.....	23
E. COSTOS	24
F. CONSIDERACIONES AMBIENTALES	25
G. CONSIDERACIONES SOCIALES	27
III. MATERIALES Y METODOS	29
A. CONSIDERACIONES DE LAS ETAPAS EN CADA SISTEMA.....	30
1. Etapa descriptiva	30
2. Etapa de campo	31
a. Estudio de caso 1	31
b. Estudio de caso 2	32
3. Etapa de gabinete.....	35
4. Análisis y discusión.	36
IV. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO 1	37
A. ETAPA DESCRIPTIVA GENERAL.....	37
1. Características del emprendimiento.....	37
a. Ubicación	37
b. Tenencia	37
c. Forestación	38
d. Suelos	39
e. Clima.....	40
f. Empresa forestal.....	40
i. Venta de servicio de cosecha.....	40
ii. Producto y mercado.....	41
iii. Planificación de cosecha	41
g. Maquinaria	42
i. Infraestructura	42
ii. Máquinas	43
iii. Mantenimiento y reparación.....	43
iv. Personal de máquinas	44
B. ETAPA DE CAMPO	47
1. Alternativa A, sistema Harvester- Forwarder	47
a. Características del rodal	47
b. Parcela de estudio	48
c. Cosecha	50

d. Extracción de madera	50
C. ETAPA DE GABINETE.....	51
1. Procesamiento de datos.....	51
a. Volumen estimado del rodal (m ³ /ha) y volumen /árbol	51
b. Volumen estimado de madera en pie en la parcela (m ³ /ha).....	51
c. Registro de tiempos del Hr.....	52
d. Volumen cosechado (m ³)	53
e. Registro de tiempos del Fw.....	53
f. Volumen de saca y de carga (m ³) (m.e.)	54
D. ETAPA DE CAMPO	56
1. Alternativa B, sistema Harvester- Tractor agrícola	56
a. Características de rodales.....	57
b. Parcela de estudio	58
c. Cosecha	60
d. Extracción de madera	60
E. ETAPA DE GABINETE.....	61
1. Procesamiento de datos.....	61
a. Volumen estimado del rodal (m ³ /ha) y volumen /árbol	61
b. Volumen de madera en pie en parcela de estudio (m ³ /ha).....	62
c. Registro de tiempos del Hr.....	62
d. Volumen cosechado (m ³)	63
e. Registro de tiempos del Taz.....	64
f. Volumen de saca y de carga (m ³) (m.e.)	65
F. PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS (Hr-Fw) y (Hr-Taz).....	67
G. COSTOS	71
1. Información básica aplicada	71
a. Información solo aplicada en Alternativa B:	74
b. Información extra recabada.....	75
2. Formulas de calculo	77
3. Planillas de costos.....	78
F. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	79
1. Alternativa A.....	79
2. Alternativa B.....	82
3. Análisis y discusión de aspectos para ambas alternativas del estudio de caso	
1.....	85
IV. RESULTADOS ESTUDIO DE CASO 2.....	88
A. ETAPA DESCRIPTIVA.....	88
1. Características del emprendimiento.....	88
a. Ubicación	88
b. Tenencia	88
c. Forestación.....	89
d. Suelos	90
e. Clima.....	91
f. Empresa forestal.....	92
i. Contrato del servicio de cosecha	92
ii. Productos y mercado	92
iii. Planificación y organización	93
2. Servicio de cosecha	94

a. Empresa contratista.....	94
b. Características de las máquinas y herramientas	94
i. Motosierra.....	94
ii. Tractor con grúa y zorra.....	95
iii. Mantenimiento y reparación.....	95
iv. Herramientas manuales	95
c. Mano de obra	96
B. ETAPA DE CAMPO	97
1. Sistema con mínima mecanización.....	97
a. Características del rodal	97
b. Parcelas de estudio.....	98
c. Cosecha	100
d. Extracción de madera	101
C. ETAPA DE GABINETE.....	103
1. Procesamiento de datos.....	103
a. Volumen estimado del rodal (m ³ /ha) y volumen /árbol	103
b. Volumen de madera en pie en parcelas de estudio (m ³ /ha)	104
d. Volumen cosechado (m ³)	107
e. Registro de tiempos del Taz.	108
f. Volumen de saca y de carga (m ³) (m.e.)	109
2. Productividad	111
a. Etapa de cosecha:	111
b. Etapa de extracción:	112
3. Costos.....	114
a. Información básica aplicada.....	114
b. Información extra recabada.....	117
c. formulas de calculo aplicadas	117
d. Planillas de costos	119
i. Empresa contratista:	119
ii. Costo de contrato de mano de obra	119
iii. Planilla de costos sistema manual - tractor con zorra	120
iv. Planillas de costos de motosierra.....	120
v. Costo de sub-contratación de mano de obra	121
D. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	122
1. Sistema manual y tractor agrícola con zorra.....	122
V CONCLUSIONES	126
VI RESUMEN.....	130
VII. SUMMARY	131
VIII BIBLIOGRAFÍA	132
IX- ANEXOS	137
ANEXO N° 1: CLIMATOLOGÍA.....	137
ANEXO N° 2.....	141
ANEXO N° 3.....	143
ANEXO N° 4: EUCALYPTUS VIMINALIS	144
ANEXO N° 5: EUCALYPTUS GLOBULUS SPP MAIDENII	150
ANEXO N° 6: EUCALYPTUS GLOBULUS SPP GLOBULUS.....	156

LISTA DE GRAFICOS, FIGURAS Y CUADROS

GRAFICOS

Gráfico N° 1: Superficie forestada bajo proyecto	12
Gráfico N° 2: Exportación de madera.....	13
Gráfico N° 3: Productividad con mecanización	19
Gráfico N° 4: Tiempo efectivo por turno.....	45
Gráfico N° 5: Distribución del volumen medio de troza (m ³).....	63

FIGURAS

Figura N° 1: Sistema mecanizado	17
Figura N° 2: Sistema de corta manual	21
Figura N° 3: Mapa ubicación en Paysandú	38
Figura N° 4: Ubicación del rodal en norteña.	47
Figura N° 5: Topografía en la parcela de estudio.....	48
Figura N° 6: Corte mecanizado de la cosechadora.....	49
Figura N° 7: Plano del predio en Idalen.....	56
Figura N° 8: Topografía de parcela en estudio.	57
Figura N° 9: Rodales en el estrato F.	58
Figura N° 10: Corte mecanizado realizado por la cosechadora.	59
Figura N° 11: Mapa de ubicación del predio en Canelones	89
Figura N° 12: Plano del predio en Sosa Díaz.....	90
Figura N° 13: Topografía de las parcelas de estudio.	98
Figura N° 14: Esquema de cosecha manual.....	99

Cuadros

Cuadro N° 1: Indicadores de comparación de sistemas de cosecha.....	15
Cuadro N° 2: Consumos para Harvester y Forwarder.....	20
Cuadro N° 3: Rendimientos en cosecha manual para <i>E. Globulus</i>	22
Cuadro N° 4: Productividad con motosierra	22
Cuadro N° 5: Tipos de suelos	39
Cuadro N° 6: Características de los suelos.	39
Cuadro N° 7: Diámetros y alturas en el rodal de <i>E. viminalis</i>	48
Cuadro N° 8: Diámetros y alturas de la parcela de estudio en <i>E. viminalis</i>	49
Cuadro N° 9: Volumen de madera en pie en el rodal de <i>E. viminalis</i>	51
Cuadro N° 10: Volumen de madera en pie, parcela de estudio.....	52
Cuadro N° 11: Tiempo del ciclo de trabajo en la parcela de estudio.....	52
Cuadro N° 12: Resumen de volúmenes obtenidos en <i>E. viminalis</i>	53
Cuadro N° 13: Tiempo del ciclo en la etapa de extracción.	54
Cuadro N° 14: Diámetros en los rodales de <i>E. maidenii</i>	58
Cuadro N° 15: Diámetros y alturas de la parcela de estudio, <i>E. maidenii</i>	59
Cuadro N° 16: Volumen extraído	60
Cuadro N° 17 Volumen de madera en pie rodal (F 202).	62
Cuadro N° 18: Volumen de madera en pie en la parcela en estudio.....	62

Cuadro N° 19: Tiempo del ciclo de trabajo de la parcela de estudio.....	63
Cuadro N° 20: Resultados de volúmenes obtenidos en <i>E. maidenii</i>	64
Cuadro N° 21: Tiempo del ciclo de trabajo en la etapa de extracción.....	64
Cuadro N° 22: Volumen extraído.	66
Cuadro N° 23 Productividad del Harvester.....	67
Cuadro N° 24: Productividad del Forwarder.	67
Cuadro N° 25: Productividad del Tractor agrícola.	68
Cuadro N° 26: Disponibilidad mecánica de los equipos.....	69
Cuadro N° 27: Disponibilidad operacional de los equipos.....	69
Cuadro N° 28: Disponibilidad total de los equipos.	70
Cuadro N° 29: Consumo de lubricantes.	72
Cuadro N° 30: Consumo de combustibles.....	72
Cuadro N° 31: Precio de los lubricantes y combustibles usados.....	73
Cuadro N° 32: Consumos obtenidos del manual.....	75
Cuadro N° 33: Consumos obtenidos de registros de reportes diarios.	76
Cuadro N° 34: Horas efectivas /día, obtenidas de reportes diarios.....	76
Cuadro N° 35: Tipo de Suelos.....	91
Cuadro N° 36: Características de los suelos.....	91
Cuadro N° 37: Diámetros y alturas en el rodal de <i>E. globulus</i>	97
Cuadro N° 38: Características de las parcelas de estudio.	98
Cuadro N° 39: Diámetros y alturas en las parcelas de estudio.	99
Cuadro N° 40: Volumen estereo extraído y cargado al camión.....	102
Cuadro N° 41: Volumen de madera en pie del rodal de <i>E. Globulus</i>	103
Cuadro N° 42: Volumen de madera en pie de las parcelas de estudio.	104
Cuadro N° 43: Tiempos individuales por superficie de la parcela.	105
Cuadro N° 44: Tiempos grupales por superficie de parcela.	106
Cuadro N° 45: Tiempo del ciclo de trabajo del motosierrista.....	107
Cuadro N° 46: Resumen de volúmenes para <i>E. globulus</i>	107
Cuadro N° 47: Tiempos de extracción por ciclo de trabajo.....	108
Cuadro N° 48: Volumen extraído en una jornada	110
Cuadro N° 49: Productividad de los preparadores de trozas.....	111
Cuadro N° 50: Productividad del motosierrista.....	112
Cuadro N° 51: Productividad en la etapa de extracción.	112
Cuadro N° 52: Disponibilidad, total, mecánica y operacional.....	113
Cuadro N° 53: Consumos de lubricantes y combustibles	115
Cuadro N° 54: Precios de los productos usados.....	115

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

ABREVIATURAS:

aprox:	aproximadamente
C:	centígrado
CV:	coeficiente de variación
DPM:	distancia promedio de madereo
DAP:	diámetro a la altura del pecho
Disp.	disponibilidad.
E:	este
FF:	factor de forma
F w:	Forwarder
H:	hombre
h:	hora
ha:	hectárea
h ef:	hora efectiva
Hr:	Harvester
HR:	humedad relativa
kg:	kilogramo
km:	kilómetro
k t.:	nudos
Kw:	kilo wats
l:	litro
m:	metro
máq:	máquina
m. e.	:metro estéreo
mm:	milímetro
min.:	minuto
N:	norte
O:	oeste
p p:	precipitación
S:	sur
s:	segundo
s d:	sin dato
s n m:	sobre el nivel del mar
T a z:	tractor agrícola con grúa y zorra
ton:	tonelada

SIMBOLOS:

o:	grado
\$:	pesos
US\$:	dólares americanos
%:	por ciento, porcentaje
2:	cuadrado (s)
3:	cúbico (s)

I. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, en cosecha forestal ha sido tradicionalmente empleada la mano de obra intensiva. Desde 1987, cuando se promulgó la Ley Nº 15.939 el desarrollo forestal ha tomado impulso y consecuentemente la producción de madera. Los diversos equipos mecanizados a seleccionar para emplear en esta etapa productiva, se encuentran disponibles. Se abre la posibilidad de la búsqueda de respuestas sobre el grado de mecanización que es posible adoptar en un sistema de cosecha forestal.

De acuerdo a los registros en el Sector de Planeamiento y Estudios de la Dirección Forestal, la superficie ocupada por los bosques implantados, su evolución en los últimos años, y la proporción de la superficie por género y especie, así como también la localización por Departamento; permiten extraer algunas perspectivas:

- los volúmenes de cosecha tienden a aumentar a ritmo sostenido
- la mayor proporción de esa superficie corresponde al género *Eucalyptus*
- dentro de ese género hasta el año 1998 la mayor superficie acumulada corresponde a la especie *E. globulus spp globulus*; un poco menos de *E. grandis*, y en menor proporción otras especies como *E.dunni* y *E. viminalis*.
- algunas plantaciones sin registrar tienen muy baja participación en el total forestado.

La producción de madera en volumen fue estimada en 3 millones de m³ para el año 2000 y en 5 millones de m³ para el 2005. (Faroppa, C. 1998). La producción de madera para pulpa con destino a la exportación mantiene importantes volúmenes con tendencia creciente desde 1990.

Se contabilizan en el país, al menos 10 unidades de cosechadoras (Harvesters) y 16 unidades de tractores autocargables (forwarders), de muy alto nivel de inversión.

Por ser el Eucalipto el género más forestado, y la tendencia creciente de volúmenes exportados de madera para pulpa, a la vez, el creciente ingreso de máquinas para efectuar operaciones en cosecha forestal, especialmente aplicados en este género, cuya producción de madera es en trozas descortezadas, se entiende la necesidad de dejar planteados los aspectos que deben tenerse en cuenta al momento de optar por la adquisición de máquinas.

Es el momento de optar por los sistemas de cosecha más adecuados para lograr un desenvolvimiento más racional y sustentable de la producción forestal. De lo anterior se desprende la urgencia de efectuar estudios que otorguen una guía hacia las respuestas relacionadas al tema cosecha forestal y sobre todo, en qué grado de mecanización es factible adoptar un sistema de cosecha; así como también distinguir entre la conveniencia o no de los equipos mecanizados que se disponen en el mercado.

Para esclarecer estas interrogantes se plantea el estudio de dos situaciones de cosecha, para un mismo género (*Eucalyptus*) y con un mismo fin (pulpa). El mismo se basa en el procesamiento de datos obtenidos de la evaluación de maquinaria de alta tecnología y en el procesamiento de datos obtenidos de un sistema de cosecha manual. Dada la diferencia de especies, climas, ambientes y condición social, se decidió realizar un Estudio de Caso. Si bien se "tiende" a querer comparar ambas situaciones descritas, tratando de utilizar iguales unidades en los resultados, dichos datos no son comparables estadísticamente.

El presente trabajo se propone:

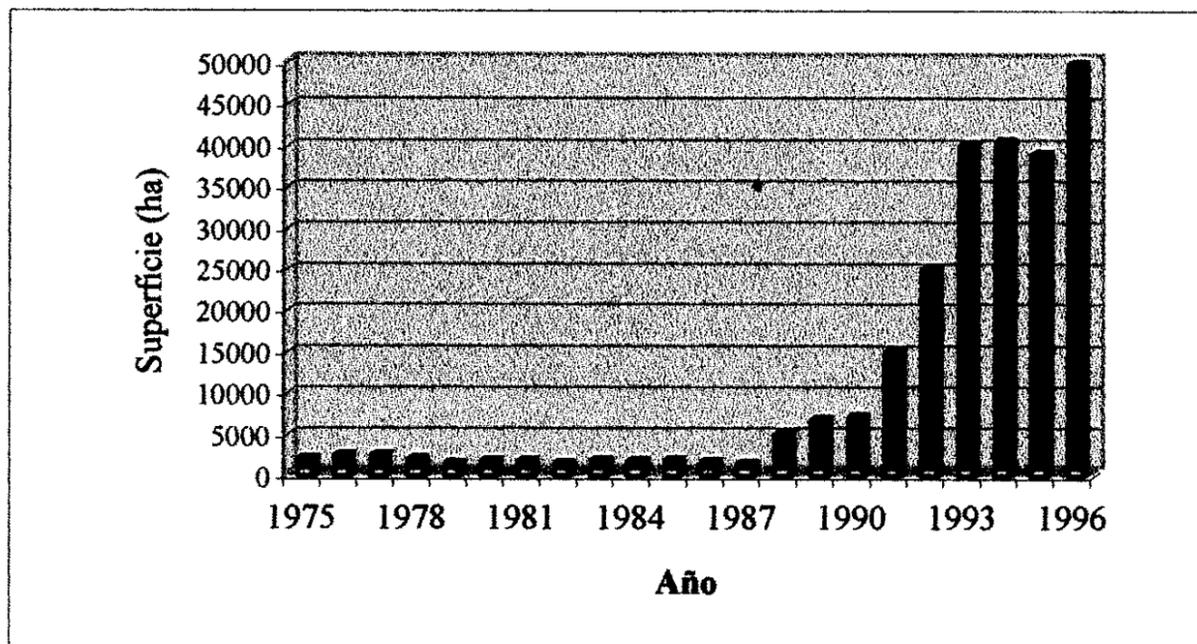
- Estimar los costos económicos, sociales, ambientales y la estructura correspondiente de cada sistema para un desarrollo forestal sostenible.
- Describir y caracterizar sistemas de cosecha con distinto grado de mecanización.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. VOLÚMENES DE COSECHA

Con datos obtenidos de los registros en el Sector de Planeamiento y Estudios de la Dirección Forestal, la evolución de superficie forestada en el período 1975-1996 bajo proyecto se observa la tendencia en el gráfico.

Gráfico N° 1: Superficie forestada bajo proyecto



fuelle: División de Planeamiento y Estudios. MGAP 1998

Cuando se analiza la proporción en dicha superficie por género y especie, así como también la localización por Departamento; permiten afirmar las siguientes perspectivas:

Análisis de la superficie forestada bajo proyecto.

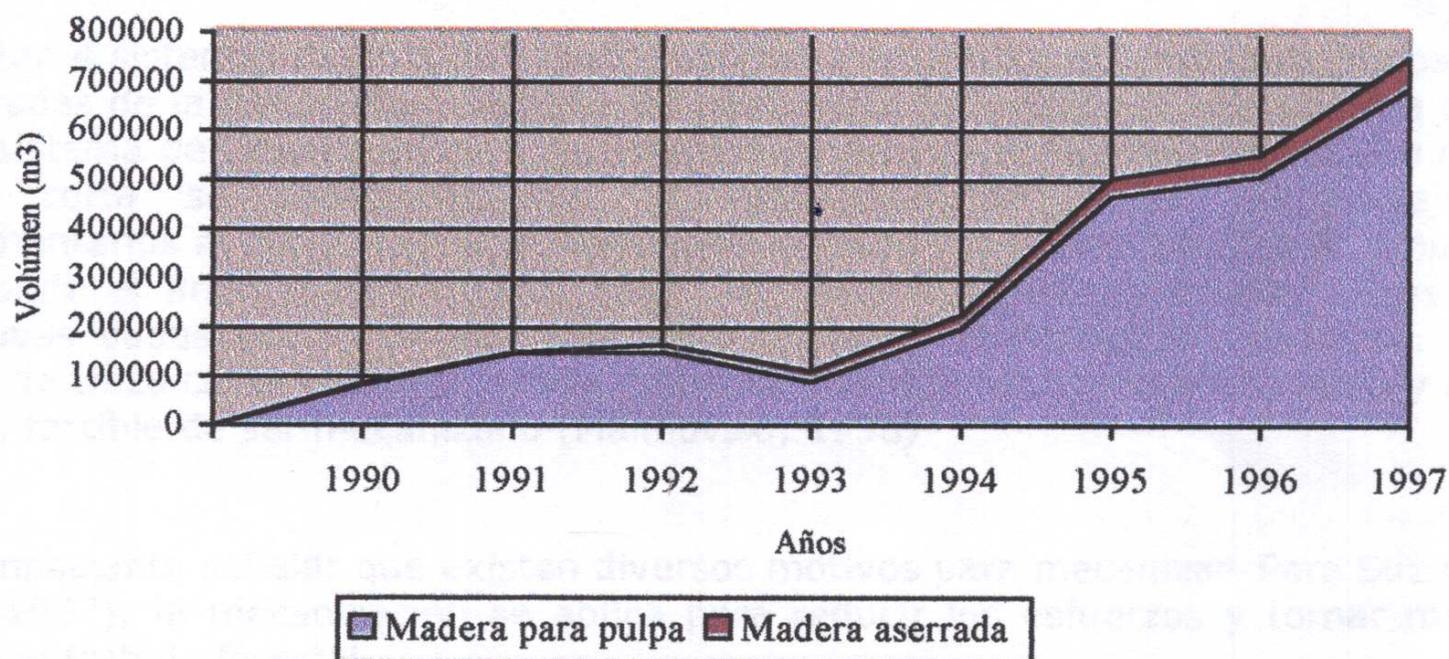
- los volúmenes de cosecha tienden a aumentar a ritmo sostenido.
- la mayor proporción de esa superficie corresponde al género *Eucalyptus* estimando un 83 % del total forestado.
- la superficie acumulada por especie dentro de ese género hasta el año 1998, corresponde a *E. globulus* con 45.5 %; *E. grandis* con 42.6 %, y especies como *E. dunnii* y *E. viminalis*, entre otras con 11.8 %.
- Algunas plantaciones sin registrar, participan con muy bajo porcentaje con respecto al total de superficie registrado.
- Existen Departamentos donde es mayor la concentración de superficie forestada y donde la historia es pionera, Río Negro y Paysandú, en el litoral. Son importantes también Rivera y Tacuarembó en el norte y Lavalleja al sureste.



De acuerdo a la superficie forestada se ha estimado la disponibilidad futura de madera a partir del año 2004, que superaría los 7.4 millones de m³ y alcanzaría 8.3 millones de m³ en el año 2010. Cabe mencionar que esta estimación fue considerando una rotación de 10 años, y dos rebrotes. (Praif II, 1994)

Por otra parte, la producción de madera para pulpa con destino a la exportación desde 1990 mantiene importantes volúmenes con tendencia creciente, (como se aprecia en el gráfico N° 2).

Gráfico N° 2: Exportación de madera



fuentes: ¹

Se destaca, entonces el volumen creciente de cosecha, dirigido fundamentalmente hacia el mercado exportador, y la necesidad de adoptar sistemas de cosecha de alta productividad y económicos, que posibiliten cubrir la demanda de madera para pulpa tanto hacia el mercado externo como interno.

B. SISTEMAS DE COSECHA FORESTAL

Un sistema de cosecha, consiste en una secuencia de operaciones individuales ejecutadas para reducir los árboles a trozas, y transportarla desde la plantación. La eficiencia de un sistema depende de la eficiencia de todos sus componentes y es el producto de la eficacia de cada uno de los componentes (Silversides & Sundberg, 1989, citado por Hakkila 1994).

¹ Delgado, S., Izuibejeres, L., Martirena, V., Oribe, M., Rodríguez, M. 1999. Mercados y Precios de Productos Forestales. Facultad de Agronomía. Sin Publicar.

Para Malinovski (1998) el sistema es definido como un conjunto formado por elementos y procesos. En la cosecha de madera 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.

Estas dos definiciones difieren al momento de la finalización de las operaciones de cosecha. En ambas se incluye el procesamiento del fuste, y la extracción de madera hasta la carga sobre camión. Permite deducir que el transporte puede ser incluido o no en el sistema de cosecha forestal. En el presente trabajo se excluye el transporte de trozas una vez puesta la carga en camión.

Existen 4 sistemas básicos de cosecha tomando en cuenta el tamaño de trozas a ser retiradas de la forestación: sistema de troza corta (o madera corta), sistema de fustes, sistema de árboles enteros, y sistemas de árboles completos. El sistema de madera corta se caracteriza por la realización de todos los trabajos complementarios al corte (desrame, despunte, trozado y descortezado) en el propio lugar donde el árbol fue derribado. Según el tamaño de trozas existen diversas alternativas dadas por la combinación de actividades manuales y mecánicas. El sistema de troza corta es el que puede presentar menor grado de mecanización y es además, factible de ser mecanizado (Malinovski, 1998)

Es importante señalar que existen diversos motivos para mecanizar. Para Suzuki et al. (1987), la mecanización se aplica para reducir los esfuerzos y tornar más humano el trabajo forestal.

La adopción de un sistema de cosecha completamente mecanizado se justifica por las condiciones topográficas favorables, la escasa mano de obra regional, y la preocupación de reducir los costos de cosecha. (Fernández, I., Tiburcio, V. 1987)

Marçon (1993) reafirma que el objetivo de la mecanización intensiva en Aracruz² fue obtener costos competitivos y compatibles. Destacó que la cosecha forestal de Eucalipto para celulosa representa un 30 % de los costos de producción.

En una planificación de operaciones de cosecha se busca anticipar problemas y establecer pautas o alternativas que lleven al cumplimiento de las metas de producción. Uno de los primeros pasos es reunir datos e información referente a la disponibilidad de máquinas y mano de obra, para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los recursos (Wadouski, 1987)

² Aracruz Florestal S.A. Municipio de Aracruz, Estado do Espírito Santo, Brasil.

Independiente del grado de mecanización el cumplimiento de un sistema de cosecha es muy dependiente de las condiciones técnicas de cosecha como ser: 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 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 una organización puede ser evaluada atendiendo el entorno operacional. La transferencia de tecnología debe ser estudiada acordemente. (Hakkila, 1992)

Por lo tanto es importante tener en cuenta los factores que afectan las condiciones técnicas de cosecha de madera en nuestro país.

Según Lars, L. (1987) para determinar la eficiencia en un sistema de cosecha con algún grado de mecanización, se mide el costo por unidad de madera, y en término monetario se agregan distintos recursos productivos. Dicha medida es afectada por la tasa de cambio y la inflación. Otra alternativa que presentan para medir la eficiencia es la productividad de trabajo, considerándola como mejor medida de eficiencia cuando se van a estudiar cambios a largo plazo.

El mismo autor presenta algunos indicadores de comparación de dos sistemas de cosecha, en uno con motosierra y otro con "Harvesters". Se presentan en la siguiente tabla, con las unidades respectivas, en las que se adaptaron las unidades monetarias en dólares.

Cuadro Nº 1: Indicadores de comparación de sistemas de cosecha

Indicadores	Unidades
Inversión	US\$
Costos de máquina	US\$/h
Costos mano de obra	US\$/h
Horas efectivas / turno	
Productividad	m ³ /h
Productividad	m ³ /turno
Costo por volumen	US\$/m ³
Requerimiento de fuerza de hombre	h/m ³
	Hombres por día/m ³
Requerimiento de potencia de máquina	K w h/m ³

Lars, L. (1987) destaca que las operaciones mecanizadas en Suecia han causado nuevos problemas y desafíos en áreas como: empleo, satisfacción de trabajo, daños al ambiente y a la madera producida. Desde el punto de vista empresarial, la mecanización lleva a un beneficio, reduciendo los costos/m³ y mano de obra requerida; como desventajas presenta un alto costo de inversión, y una demanda muy alta de organización en servicio y mantenimiento.

En cuanto al tipo de corta el carácter sistemático en tala rasa hace potenciar la mecanización y adoptar sistemas mas productivos. Por otra parte es necesario diferenciar equipos y sistemas en cuanto al tipo de corta. En primer lugar, a menor edad de árboles y cuanto mayor el carácter selectivo, mayores son las dificultades para mecanizar en función de la baja productividad y el alto costo. Seguido por la selección del tipo de equipo en función del tamaño y peso de árbol. (Sant´Anna, Jr. 1987)

En la última década se han efectuado estudios sobre la factibilidad de mecanización en regiones tropicales y subtropicales. Hakkila, presenta dos publicaciones de investigación en cooperación de Finlandia con Brasil (1992), y luego con Indonesia (1994). Los lineamientos generales de factibilidad de mecanización con el sistema "Harvester- Forwarder" son similares, ya que su objetivo primordial es ayudar en la toma de decisiones a fabricantes en manufactura de máquinas forestales y comerciantes.

En un estudio realizado en Sudáfrica por Player y Greene (1992), sobre el potencial de mecanizar operaciones de cosecha, se estiman los costos de equipos y comparan los costos de los sistemas. Se examina y discute la sensibilidad de algunos factores para el sistema potencial propuesto (Feller Buncher y Skidder) . El mismo resultó 14 % mas barato que el sistema más usado en Sudáfrica donde el apeo se hace con motosierra, la extracción del fuste con "Skidder", el trozado se hace al costado del camino con motosierra y se estoquea por diferentes diámetros usando un "Logger" (Bell). Los distintos escenarios analizados eran: costo de mano de obra, cuotas semanales de producción, reducción de horas de trabajo proyectadas, menor tamaño de árbol, bajo valor residual de los equipos, mayor vida útil de equipos y precio de compra de equipos más alto.

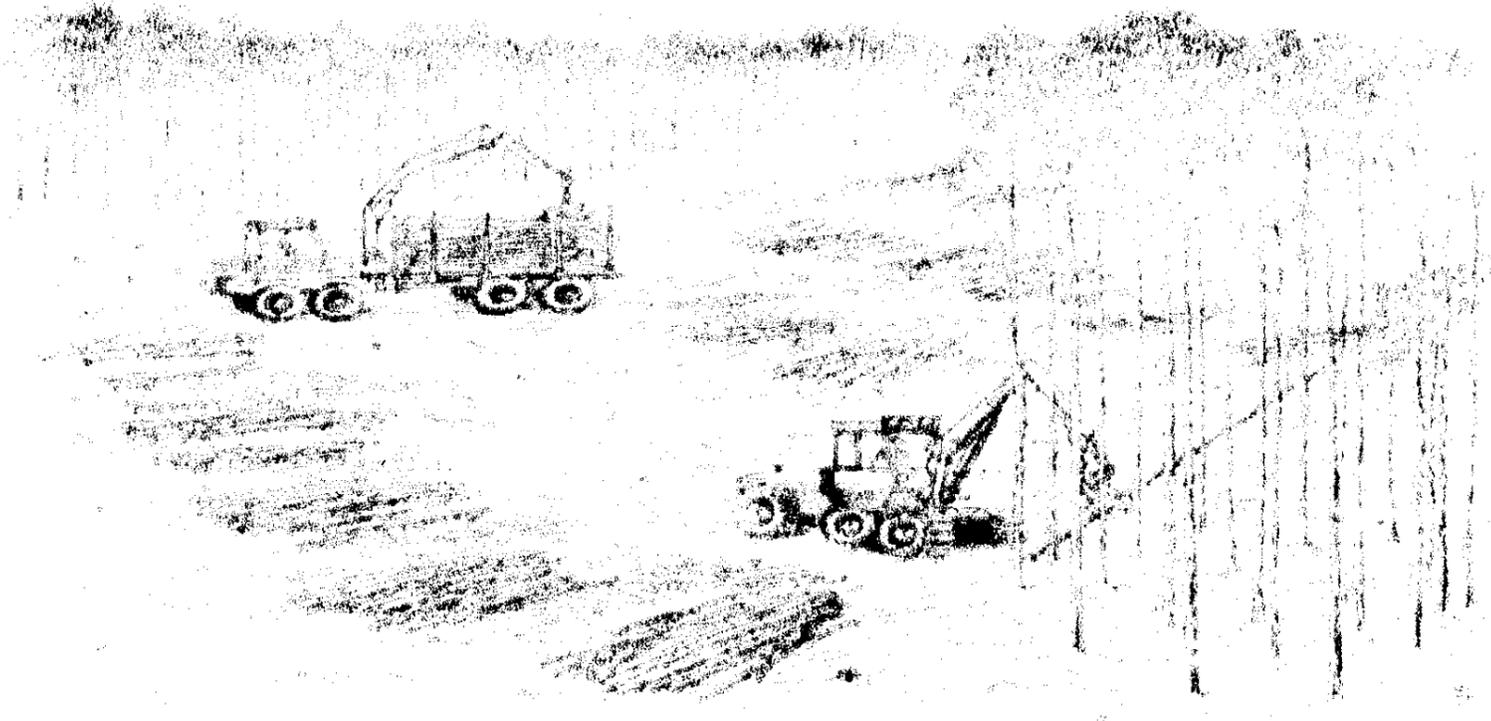
C. SISTEMA CON ALTA MECANIZACIÓN

X Este sistema se compone básicamente de una máquina cosechadora (Harvesters) y de un tractor forestal autocargador (Forwarder).

"Harvesters" (Hr) es una máquina capaz de realizar todas las funciones de corta y apeo del árbol, hasta la *preparación de trozas*. La mecánica y la tecnología con circuitos integrados y automatizados permiten la multiplicidad de funciones.

"Forwarder" (Fw) es una máquina que se emplea en la saca de trozas, depositadas en el terreno por el Hr para cargar en el camión efectuando *saca directa*, o bien *apilando en depósitos* cuando faltan camiones para cargar.

Figura N° 1: Sistema mecanizado



Fuente: Pentti Hakkila, 1994

Como sistema el binomio Hr - Fw debe estar balanceado es decir la productividad de las máquinas debe estar equiparada en capacidad y dimensión, o compensadas en número para eliminar posibles cuellos de botella.

Según Hakkila, P. (1994) la productividad de un sistema de cosecha es afectado por la **disponibilidad mecánica (dm)** y la **disponibilidad operacional (dop)**

$$\% dm = (top - tm) / top * 100$$

(top) = tiempo de operación proyectado; (tm) = tiempo mecánico detenido.

El segundo parámetro (dop) se expresa como:

$$\% dop = (top - tod) / top * 100$$

(top) = tiempo de operación proyectado; (tod) = tiempo operacional demorado.

1. Antecedentes

Si bien a nivel nacional no existen antecedentes referentes al sistema altamente mecanizado, Aguirre y Landachea (1986) determinaron el rendimiento del Fw en suelo de sierra. El resultado fue 5.87 m³/hora y 10.22 min./m³. La DPM era de 346 m con Fw y luego se trasbordaba la carga a un tractor agrícola que recorría una DPM de 900 m.

En la región abundan trabajos desde hace más de una década, principalmente de Brasil.

Un estudio sueco presentado en Brasil sobre la productividad y funcionalidad del Fw, planteó los factores que inciden en la eficiencia del equipo. Los principales factores fueron: diseño de la máquina, potencia del motor, habilidad del operario, tolerancia de movimiento y vibración de la máquina, transporte en ruta, experiencia del operario, condiciones de terreno y de campo y distancia de caminos. (Asserstahl, 1973, citado por Sever, S, 1987). Se indicó también los tiempos estandarizados y la producción diaria en función de la distancia. Por ej. para 1 km de distancia el tiempo es de 11.01 min/m³ y 43.60 m³/día, y efectuando 4.55 viajes/día. El tiempo efectivo / m³ puede ser una medida de productividad. (Sever, S 1987)

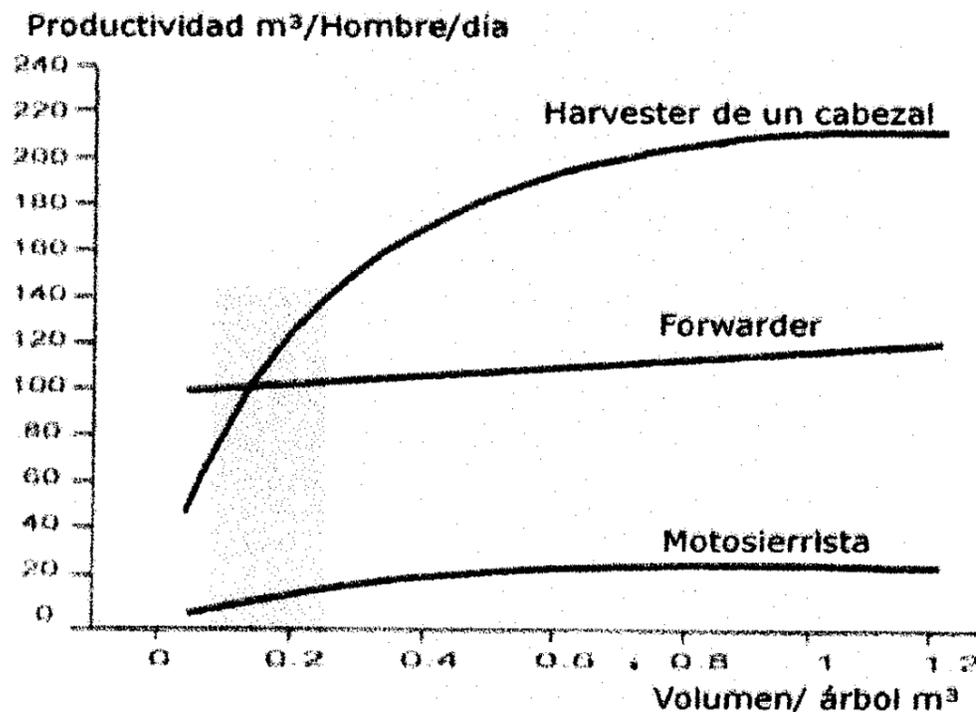
El Equipo Técnico de Duratex Forestal S.A. (1987) determino la productividad del Fw en 240 m.e./día, considerando 24 horas de trabajo por día.

La primera información de corte mecanizado brindada por Ferreira, W. (1987) permite destacar al Hr como el último avance en su tipo, ubicándolo en categoría de máquina de corte de múltiple función, también llamada Procesadores.

En 1992, atendiendo la política restrictiva de importaciones en Brasil se fabrica una cosechadora 90% de origen brasilera, cuya finalidad era obtener costos competitivos. El rendimiento de esta máquina fue de 25 m³/hora, dato comparable al corte con motosierra. (Marcon, 1993)

La mecanización aumenta la productividad de trabajo (m³/ H / día), lo cual consecuentemente se sustituye motosierristas, y reduce la supervisión y el personal de asistencia y medición (Hakkila, 1992)

Gráfico N° 3: Productividad con mecanización



Fuente: Pentti Hakila, 1994

En Argentina, en la etapa de extracción la productividad del Fw se registró en 150-200 m.e./día y 15 m.e./viaje. (Masut, M. y Mestres, L. 1990).

En Finlandia la productividad del Fw en tala rasa, se encuentra entre 10 -16 m³/h, en cambio para Chile con el genero *Eucayptus* se alcanzo una productividad de 16.5 m³/h. En Indonesia el rango está entre 12 -20 m³/h según el largo de troza 3 a 5 m de madera para pulpa. (Hakkila, 1994)

En Chile la productividad del Hr en Eucalipto ha sido 19 m³/h en tala rasa con un promedio de 0.2 m³/árbol. (Hakkila, 1994)

En Chile, la máquina que limita la producción del sistema es el Fw, y el sistema se puede balancear variando la DPM. Se plantea que cuando a mayor DPM, se da la ventaja de tener menor densidad de caminos, y como desventaja disminuye el rendimiento potencial de las máquinas. Las producciones programadas oscilan en 8.000 - 9.000 m³/ mes, con dos turnos de trabajo/ día. En cuanto a la productividad las dificultades iniciales se asociaban al nivel de capacitación de los operarios, hecho que incide en la variabilidad de los turnos, en rendimiento y en demoras.(Aedo et all., 1998)

En Brasil, según Salmerón y Simonetti, (1998) los módulos de un sistema balanceado se integran por 4 Hr y 2 Fw. Para lograr el buen funcionamiento de cada máquina se estipulan metas de producción, considerándose 6.666 m³/máq./mes

para el Hr y 10.000 m³/máq./mes para el Fw. Para ello, existe una serie de procedimientos y premisas donde las principales eran: la productividad mínima de la plantación debe ser 200 m³/ ha; la DPM de 300 m y se establecen dos turnos por día de operativa de las máquinas. Cada turno comprende 10 h programadas de trabajo y dos horas de descanso o refacción.

La estructura de inversión de un módulo debe estar acompañada por una estructura de apoyo, la cual se compone de vehículos, herramientas, oficina móvil, sistema de comunicación e insumos. A parte de eso, el equipo de personal debe ser integrado por mano de obra muy capacitada y cumplir múltiples funciones. Todos los integrantes del equipo deben comprometerse con la meta de producción establecida. (Salmerón y Simonetti, 1998)

En cuanto al Hr, un dato de aumento de productividad elaborado por los mismos autores, está relacionado al largo de troza; el aumento del largo de troza significó un aumento de productividad del 43 %, de 13.39 m³/ha pasó a 19.17 m³/ha. Del mismo modo el Fw aumentó la productividad en 20 %, por disminución del número de ciclos (viajes) y el tiempo de carga, además de distribuir mejor la carga.

Para conocer mejor el trabajo en el corte mecanizado, Salmerón y Simonetti, (1998) con un Hr Sisu determinaron un rendimiento de 23.3 m³/hora, procesando trozas largas, en plantaciones de 0.25 m³/árbol. Del tiempo total se utilizó un 75% en trozado, descortezado y traslado, (25 % aproximadamente en cada subetapa), un 16 % en el corte y 9 % en otros movimientos. Se contabilizó un procesado de 1.55 árboles/minuto.

Respecto a consumos de combustible y aceites; en Suecia en el año 1996 se realizó un estudio donde fueron promediados los registros de 189 máquinas en propiedad y 133 máquinas contratadas por empresas. Las unidades se presentan en litros /1000 m³ para combustible y aceite y en kg/1000 m³ para grasa. Los datos se presentan en la siguiente tabla:

Cuadro N° 2: Consumos para Harvester y Forwarder.

CONSUMO	HARVESTER	FORWARDER
DIESEL	1167	935
ACEITE HIDRAULICO	34.6	17
ACEITE DE MOTOR	8.5	8
ACEITE DE TRANSMISIÓN	3.5	6
GRASA	1.8	1.5
ACEITE DE CADENA	35	0

Fuente: Dimitris Athanassiadis y Iwan Wästerlund., 1998

Según Athanassiadis y Wästerlund., (1998) el consumo/m³ disminuye a medida que aumenta el volumen del árbol cosechado. Comparando los consumos de maquinas de 1 y 3 años no han encontrado diferencias significativas en los gastos por la antigüedad de las mismas. También se ha estimado que 40% del aceite hidráulico es expelido mayoritariamente debido a roturas, mientras que el aceite de cadena se pierde en los puntos de corte por contacto.

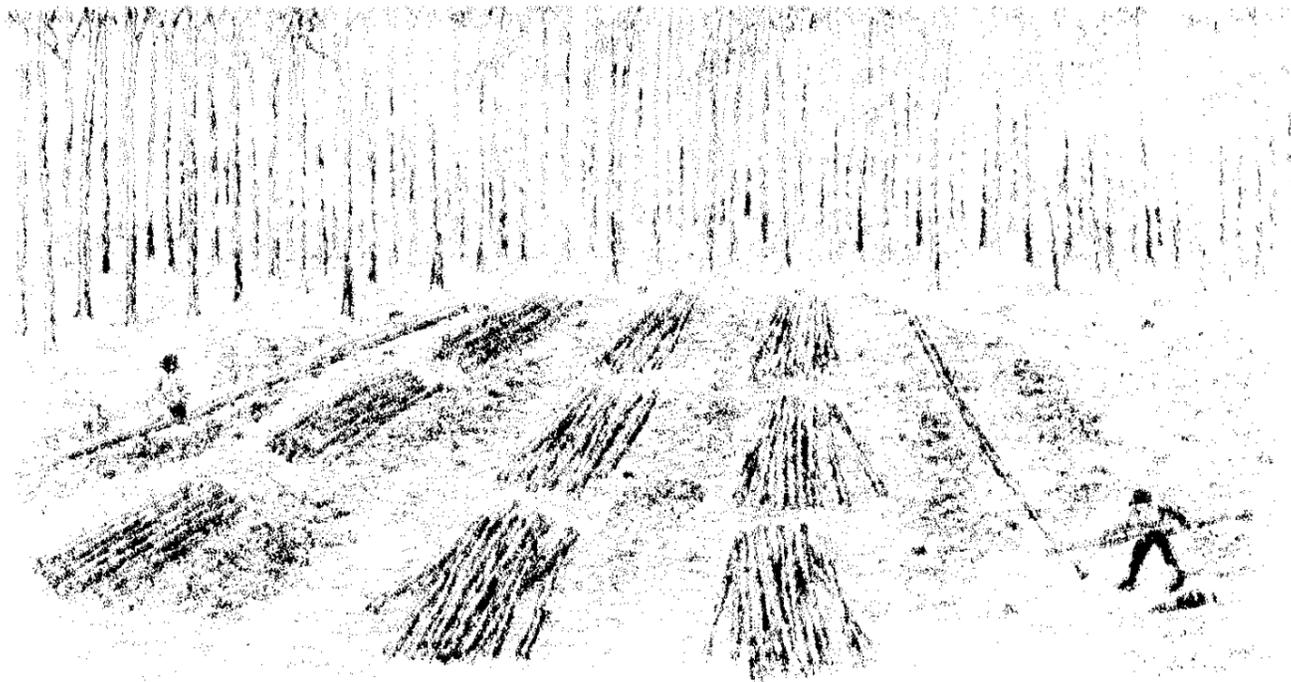
D. SISTEMA CON MÍNIMA MECANIZACIÓN

El sistema que se describe es comúnmente empleado en Uruguay, y se compone de dos etapas con distinto grado de mecanización.

La primera, es la etapa de corte donde se utiliza la motosierra. Un motosierrista abastece con una "tirada" de árboles a los ayudantes en la cuadrilla. Esta se compone de un número variable de preparadores, que se encargan de procesar las trozas (desrame, despunte, ordenamiento de residuos, descortezado y apilado). Luego en la etapa de extracción, se emplea un tractor agrícola con grapo y zorra (Taz).

El primer aspecto a destacar es que el balance del sistema entre las etapas se establece equiparando la productividad entre cuadrillas y la productividad del Taz.

Figura N° 2: Sistema de corta manual



Fuente: Pentti Hakkila et all 1992

En Chile es tradicional el sistema de apeo y procesamiento de trozas con motosierra, en la etapa de maderero en cambio emplean "Skidder" con guinche y ordenamiento con trineumático o bueyes. (Aedo et al. 1998)

En Argentina el sistema tradicional también es con el uso de motosierra en apeo y procesamiento, y difiere en la etapa de maderero en la cual se emplea tractor agrícola. (Mc. Donagh, 1998)

1. Antecedentes nacionales

Aguirre y Landachea, (1986) establecieron algunos datos sobre rendimientos en cosecha manual para *E. globulus* (DAP = 14.09 cm) con trozas de 2.20 m para pulpa. De acuerdo a dos situaciones de pendiente, una en suelo plano y otra en suelo de sierra, los resultados en m.e./H/día fueron:

Cuadro N° 3: Rendimientos en cosecha manual para *E. Globulus*.

Actividad en m.e./H/día	Suelo de sierra	Suelo plano
Apeo y trozado	40	60
Desrame, marcado descortezado	7	10
Apilado o engavillado	25	s/d

En la etapa de extracción las situaciones se diferenciaron por la máquina empleada. En el caso de suelo plano operó un tractor agrícola con zorra tumbadora, el cual recorría una DPM de 600 m. El resultado de rendimiento fue 7.87 m³/hora y 7.62 min./m³. El caso en suelo de sierra se refirió en el punto II.C.1

En el siguiente cuadro se observan los datos comparados para cada situación:

Suelo de sierra con Forwarder	Suelo plano con Tractor agrícola
5.87 m ³ /h	7.87 m ³ /h
10.22 min/m ³	7.62 min/m ³
DPM 346 m	DPM 600 m

Arbe y Correa (1995) evaluaron el sistema manual mecánico en la especie *P. Taeda*, (DAP = 31.74 cm y volumen de árbol 0.64 m³).

Cuadro N° 4: Productividad con motosierra

Actividad	Productividad m ³ /h
Apeo con motosierra	15.34
Preparación manual (desrame, despunte y trozado)	4.187
Extracción, saca primaria (Tractor agrícola con grúa y zorra)	23.45
Carga de camiones promedio	32.6

En este estudio afirmaron que un sistema con alta mecanización suponiendo una producción de más de 150.000 m³/año sería económicamente favorable. Esta conclusión es factible dada la especie y al tamaño de los árboles donde fue conducido el estudio.

En *Eucalyptus* de turno corto, empleados para la producción de celulosa y postes; se puede obtener en las faenas de apeo, desrame, marcado y trozado, unas 20 ton/hombre/día (con motosierra y trozas de 2.40 m). En la faena de descortezado se logran unas 5 - 7 ton/ hombre/ día (Com. Pers. Daniluk, G.1998).

En 7 horas de trabajo un motosierrista junto a 3 operarios pueden obtener unos 23 - 25 ton (con una motosierra Stihl 08). El consumo por jornada se establece en 5 litros de nafta común, 0.3 litros de aceite de dos tiempos y 2.25 litros de aceite para lubricación (Com. Pers. Daniluk, G.1998).

2. Antecedentes regionales.

La productividad de los motosierristas es muy variable según como este integrada cada cuadrilla, en número y el desempeño que tenga cada integrante. En Brasil, la productividad de motosierristas demuestra que el esfuerzo para el apeo depende del género y del tamaño del árbol. Se presentan los siguientes valores:

Especie	Volumen de árbol (m ³)	Productividad m ³ /H/día
Pino	< 0.20	11-12
	=0.20	23
	0.50	40
Eucalipto	0.10	13
	0.17	16

Fuente: Hakkila, 1992

Un estudio sueco presentado en Brasil, determinaba el consumo de nafta para motosierra en 0.5 litros por hora, considerando el apeo y trozado de 2 m³/hora. Esto determino un consumo de 0.25 litros /m³ (Karjalainen y Asikainen 1996, citado por Atanasiadis y Wasterlund, 1998).

Hakkila (1992) en un estudio realizado para Brasil en Finlandia; respecto al tipo de corta, establece una productividad de 11 m³/H/día para raleo y 22 m³/H/día para tala rasa.

Según el Equipo Técnico de Duratex. (1987) la productividad de un Taz empleado solo en carga fue de 1.200 m.e./día, (considerando 24 horas de trabajo).

En Argentina, en la etapa de extracción la productividad del tractor con grúa se registró entre 11 y 20 m.e./ viaje. (Masut, M. y Mestres, L. 1990).

E. COSTOS

Pueden existir problemas al comparar los costos de sistemas de cosecha entre países, debido a las diferencias en tasas de cambio, inflación, y la estructura económica de cada uno. Para hacer comparables los costos se convierten en dólares. Además de los costos directos, existen otros costos (indirectos) que deben tenerse en cuenta cuando se selecciona un sistema de cosecha. (Hakkila, 1992)

En una estructura de costos para cosecha forestal, los principales componentes son mano de obra y maquinaria. Los costos de mano de obra son: el salario base, carga social y compensaciones por producción. En los costos de la máquina, están los costos fijos de capital (amortización e intereses) y los costos variables (combustibles, lubricantes y repuestos, mantenimiento y reparación). Los costos fijos deben ser pagados aún cuando la máquina no se use. La relación: costos fijos/ costos totales, está en función de la utilización anual de la máquina. (Hakkila, 1992)

Aguirre y Landachea (1986) determinaron los costos de extracción para los rendimientos en cosecha manual (II.D.1). En la situación que se empleo tractor agrícola el costo total fue de 0.95 US\$/m³. En la situación sobre suelo de sierra que se empleó un Fw, el costo total fue de 5.32 US\$/m³. El valor de la inversión de la máquina y el porcentaje de pendiente son dos factores que inciden en los costos totales de un sistema de cosecha.

Hakkila (1992) destacó como importante el elevado costo de la mano de obra en Finlandia comparado con Brasil. En Finlandia el costo por día de un motosierrista es de US\$ 95, e incluyendo compensaciones alcanza a US\$ 116. En Brasil, el costo es apenas el 16 %, el cual totaliza un promedio de US\$ 15 por día.

Winter, E. L. (1998) presentó para un sistema de corte con motosierra un costo total de 4.93 US\$/m.e., y en un sistema altamente mecanizado (Hr-Fw) el costo total fue de 7.17 US\$/m.e. En tanto el costo horario por equipo indicó: para Fw US\$ 50.59, para Hr US\$ 69.62, y para motosierra US\$ 5.58. Entre varios equipos que se tuvo en cuenta, el Hr es el equipo con mayor costo horario.

En Chile, los costos del sistema altamente mecanizado fueron inferiores a 9 US\$/m³ (Aedo et al., 1998).

Winter, 1998 ha llegado a la conclusión que la mecanización tiene impacto social y silvicultural. Los costos específicos de la actividad de cosecha como pérdidas de madera, y pérdidas luego de la cosecha se asocian a los impactos silviculturales. Dado que es difícil establecer una evaluación de los impactos, es importante plantear las consideraciones en cada ámbito a tener en cuenta.

Los costos indirectos se destacan por estar muy relacionados a un tema central de actualidad; el manejo forestal sustentable, de gran importancia desde el momento que una empresa debe mejorar la competitividad de sus productos. A su vez existe el proceso de eco-certificación de bosques que implementan las empresas, y a cuyas normativas deben ajustarse. Los motivos fundamentales son: la situación de deterioro ambiental y el precio que se espera recibir por la madera eco- certificada, (5 y 20 % más) (Díaz, D. 1999).

F. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Se establece como primera consideración que el sistema de cosecha debe ser compatible con el 6º principio que guían al proceso de certificación ecológica de bosques. "Todo manejo forestal deberá conservar la diversidad biológica y sus valores asociados, los recursos agua, los suelos, y los ecosistemas frágiles y únicos, además de los paisajes. Al realizar estos objetivos las funciones ecológicas y la integridad del bosque podrán ser mantenidas".(Díaz, D. 1999)

La extracción de madera puede afectar la fertilidad de la tierra, promover la erosión del suelo, aumentar la turbidez de los cauces de agua. Puede provocar cambios químicos en aguas superficiales por descomposición de desechos de madera, corteza y basura. (Beaumont, R. 1999)

Winter (1998) destaca que la mecanización tiene impacto silvicultural respecto a:

- nivel de compactación del suelo
- probable daños a cepas por el tránsito de máquinas
- eliminación de rebrotes de cepas enterradas por ramas, hojas, corteza y madera desechada
- desperdicio de madera es mayor que con mínima mecanización
- parte de las deficiencias ocurren por factores propios de cada monte, en este sentido se observan las bifurcaciones, o la torcedura a la altura del tocón, el grosor de las ramas, los diámetros y otras características de cada especie en particular
- tendencia a mayor largo de trozas para pulpa.

En relación a cada punto se encontraron los siguientes estudios:

La compactación del suelo influye sobre la estructura del suelo, y las funciones del mismo en los sitios forestales, lo cual provoca menor crecimiento de raíces por los factores limitantes, la remoción de CO² y la disponibilidad de O² (Hildebrand, E. y Shack- Kirchner, H, 1998)

Para cuantificar e identificar los daños causados por el tránsito de neumáticos en Sudáfrica, Warkotsch et al.(1994) sobre suelos susceptibles a la erosión se determinó el aumento de la densidad del suelo, luego de 8 pasadas con un Fw Bell T 12, y con un tractor Massey y Ferguson. El peso cargado del Fw era de 25 ton y del tractor de 22 ton. El aumento registrado de la densidad fue 24.2% con el Fw, y 9.7% con el tractor. Concluyeron que es imposible eliminar los problemas de compactación, pero si establecer los controles adecuados para reducir sus efectos mediante el uso adecuado de máquinas y su manejo. Así no comprometer la productividad futura del sitio.

Sever, S (1987) indicó como una ventaja del Fw, es que provoca pocos daños a las cepas residuales. Este aspecto es contradictorio al puntualizado por Winter (1998).

Desde el punto de vista silvicultural y ambiental, uno de los aspectos que debería mejorarse en la operación del HR, es el descortezado; el mismo se mejoraría modificando el diseño de los rodillos, para lograr extraer la corteza en pocas pasadas y hacer el corte lo mas limpio posible. También se debería verificar la altura de corte del tocón, lo que le permitiría elevar la productividad y reducir el costo unitario (Salmerón y Simonetti, 1998).

Existe gran preocupación relacionada a la contaminación ambiental. Athanassiadis y Wasterlund (1998) enumeran los siguientes aspectos:

- consumo de oxígeno
- emanación de dióxido de carbono
- alto consumo de energía
- eliminación de contaminantes por contacto (aceite de cadena)
- eliminación de contaminantes por derrame (lubricantes)

El control de la contaminación en Suecia se analiza desde la perspectiva del uso de aceites hidráulicos vegetales y el gasoil de buena calidad, con baja emisión de contaminantes. Esto último implica mayor precio de combustible. Por tanto se ha hecho énfasis en el consumo relativo de combustible según el tamaño del árbol.

Estos autores indican también que los mayores gastos de aceite hidráulico (40%) son debido a derrames. Reconocen que la máquina en sus dimensiones debe

ser compatible con el espaciamiento entre árboles y con la productividad del rodal. Cuando una máquina está sobredimensionada es ineficaz trabajar en plantaciones de baja productividad. Consideran que las máquinas más livianas de 6-7 ton, no provocan problemas de compactación.

Finalmente, Wadouski (1998) manifiesta los factores que inciden en el nivel de impacto ambiental, en cada nivel se asocia un tiempo de reversión de daños (corto, mediano y largo plazo). La cosecha forestal moderna puede llevarse a cabo de suerte que reduzca al mínimo el daño ambiental y sirva de base a una ordenación forestal sostenible, y eso supone un aumento del costo operacional.

G. CONSIDERACIONES SOCIALES

Elementos sociales y humanos se ponen en juego en un sistema de cosecha forestal, sea cual sea el grado de mecanización. El 4º principio que guía al proceso de certificación ecológica de bosques, se refiere a relaciones comunales y derechos de los trabajadores. Expresa: "El manejo forestal deberá mantener o elevar el bienestar social y económico a largo plazo de los trabajadores forestales y de las comunidades locales". (Díaz, D. 1999)

Los aspectos del impacto social que apareja la mecanización puntualizados por Winter (1998) son:

- con el uso de tecnología se reduce el número de funcionarios involucrados en las tareas, y aumenta la productividad individual. Se ha sustituido más del 80% de mano de obra por sistemas mecanizados.
- se reduce las categorías auxiliares de servicio y motosierristas, y aumenta las categorías operarios maquinistas y mecánicos. El proceso de implantación de nuevas tecnologías está ligado a factores como presión salarial, calidad y cantidad de mano de obra, y al dominio de la tecnología.

En Suecia y Finlandia los motosierristas han sido reemplazados en un 80 % de sus operaciones por la procesadora. Esto se asocia a la escasez de mano de obra y su costo, y a la vez se logra el aumento de la producción en cosecha (Hakkila, 1994).

En cuanto a la tendencia a reducir del número de personas trabajando, y simplificar la supervisión del trabajo mencionado; Salmerón y Simonetti (1998) alegan que la mano de obra puede ser capacitada en 2 meses según técnicas básicas, y 6 meses de entrenamiento operacional. Los operarios de máquinas y los mecánicos deben ser multifuncionales, y estar aptos para continuar el trabajo ante

cualquier circunstancia. Menciona que el equipo para 4 Hr y 2 Fw se compone de 4 mecánicos, 3 encargados y 20 operarios de máquinas; estableciéndose una relación de 4.5 personas por máquina del módulo.

Otros aspectos sociales que se destacan son: seguridad e higiene, organización del trabajo y legislación.

Según el Dr. Becker (1987) para que un operario tenga condiciones de utilizar todo su potencial es necesario que esté integrado psíquica y físicamente con la actividad a desarrollar. La mecanización parcial de los trabajos en cosecha es una medida del ámbito ergonómico. Su conclusión es que un operario rinde mejor y atiende las necesidades y objetivos de la empresa y queda permanente en el empleo cuando están atendidas sus necesidades físicas, morales, y psíquicas.

Referente al tema de seguridad e higiene del trabajo en el apeo, Vaca (1999) puntualizó que la mortalidad en el sector forestal es superior a otras actividades, y comparando con la actividad de la construcción es 10 veces mayor. Destaca que de los accidentes mortales fueron motosierristas experimentados y antiguos, y en ningún caso el agente fue la motosierra. En esos casos las consecuencias eran inevitables aun empleando elementos de protección personal. La organización del trabajo es primordial y por eso presenta una propuesta preventiva y otra de un manual para el contratista forestal. Propone que se establezca un recordatorio visual de las prohibiciones en los lugares de trabajo. Para investigar y analizar los tipos de accidentes propone una metodología de "Árbol de Causas".

De acuerdo con la reglamentación vigente, del decreto 372/99, algunas de esas propuestas están puntualizadas para el Uruguay. Resalta la importancia internacional en cuanto a las precauciones en el trabajo de apeo, enmarcando la reglamentación, tanto prohibiciones y practicas recomendadas. En tanto sea excesiva la reglamentación en la regulación de empresas forestales, es probable eleven el costo de la mano de obra. Es un motivo que puede llegar a justificar la adopción de la mecanización en las operaciones de cosecha.

III. MATERIALES Y METODOS

La metodología de investigación que se aplica es el estudio de caso. Según Yin, R. K. (1989) la estrategia propuesta en este trabajo, se aplica en investigaciones con ciertas características, y el método presenta ventajas y desventajas propias. Con relación a otras estrategias de investigación, por ejemplo un experimento, contesta las mismas cuestiones, cómo y porqué, y enfoca eventos contemporáneos. A diferencia del experimento no requiere un control sobre el desarrollo de eventos.

La propuesta de un estudio de caso sobre el tema de cosecha forestal mecanizada concuerda en que este tema es poco conocido en el país. Existen cuestiones de los sistemas de cosecha forestal a las que se espera responder, aplicando la metodología mencionada.

Los sistemas de cosecha propuestos inicialmente fueron dos, como estudio exploratorio, sería irrealizable un número elevado de los mismos, debido a los recursos disponibles. Un sistema con un grado máximo de mecanización fue conducido en el estudio de caso 1, en el Departamento de Paysandú. El otro sistema, con un menor grado de mecanización (comúnmente aplicado en el país), fue conducido el estudio de caso 2, en el Departamento de Canelones.

Durante el desarrollo del estudio de caso 1 oportunamente, se estableció un tercer sistema de cosecha en el cual se combinaron máquinas de los sistemas inicialmente propuestos. En el estudio de caso 1 realizado en Paysandú se incluyeron por tanto dos sistemas, uno con grado máximo y otro con grado intermedio de mecanización. En el estudio de caso 1 se mantienen como dos alternativas A y B, correspondiente a cada sistema estudiado.

Como unidad de análisis se consideran los sistemas de cosecha, y constituyen las unidades de investigación. El criterio para interpretar estos modelos que se establecen suficientemente contrastantes, se basa en términos comparativos, y la generalización de los resultados es exclusivamente analítica, y no se determinan resultados estadísticos.

Sin establecer una distinción amplia entre los tipos, estudio de caso simple y estudio de caso múltiple, se considera que este último es más robusto y más completo.

Se define como diseño del método de estudio de caso para la recolección de datos en cada etapa y la secuencia de pasos siguiente:

1. etapa descriptiva
2. etapa de campo
3. etapa de gabinete
4. análisis y discusión

A. CONSIDERACIONES DE LAS ETAPAS EN CADA SISTEMA

1. Etapa descriptiva

Para cada sistema de cosecha se tuvieron en cuenta las características, atendiendo a las circunstancias en que operaban las máquinas, y en la situación tal como se encontraban al momento de realizar el estudio. Asimismo se busco caracterizar actividades previas relacionadas al sistema de cosecha como ser la planificación, o actividades posteriores como mercado y comercialización de madera pulpable.

Stöhr, (1978) indica para caracterizar los sistemas de cosecha mecanizados, los elementos descriptivos son: las condiciones del lugar donde se va a cosechar, la especie, dimensiones de árboles y de rodales, topografía, suelos, clima, estación del año, número y preparación de los operarios, recursos financieros y mecánicos; las condiciones que impone el mercado sobre el producto comercial, etc.

El estudio de caso 1, se centra en características de la empresa propietaria de las máquinas (Hr y Fw). Una primera parte de la descripción es la misma para los dos sistemas, luego se divide el caso en 2 alternativas, una con mayor y otra con menor grado de mecanización, de acuerdo a como se desarrollaron los eventos.

En tanto para el estudio de caso 2, el enfoque de elementos descriptivos se presenta respecto a la empresa forestal, y a la empresa contratista que cumplía el servicio de cosecha.

Para conducir esta etapa se accedió a información de registros, también se realizaron entrevistas a técnicos, y algunos representantes en Uruguay de marcas, de máquinas para cosecha forestal. Otros actores como el productor, el contratista, el personal encargado y operarios de máquinas, e integrantes de cuadrillas fueron consultados sobre la tarea desarrollada.

2. Etapa de campo

Para evaluar y describir los sistemas de cosecha con diferente grado de mecanización, y la operación de los equipos mecanizados, así como la actividad de la mano de obra empleada, fue identificada en el área de operación una unidad de muestreo, denominada parcela de estudio, con el objetivo de reunir la información para cuantificar e identificar los aspectos más relevantes. En los sistemas A y B se identificó una parcela (c/u) y en el análisis de caso II, dos parcelas.

Cada parcela de estudio se localizó próxima a la etapa de corte. En dos casos (alternativa A y estudio de caso 2) se censaron las medidas de diámetro y altura comercial de los árboles; en la alternativa B, estudio de caso 1 se muestreo en diámetro y altura un tercio de la superficie de la parcela. Se descartaron los árboles secos y con diámetro menor a 7 cm (no comerciales).

A su vez en dos sistemas se establecieron parcelas pequeñas por muestreo aleatorio simple y en un sistema se realizó muestreo sistemático con parcelas en línea; dicha labor fue para verificar las características del rodal y observar su homogeneidad. Ver cuadro 1 de anexos 4, 5 y 6.

Para la estimación de volumen de madera en pie de rodales y de las parcelas de estudio: se utilizó la **formula volumétrica básica**

$$V = DAP^2 * \pi / 4 * H * FF$$

DAP = Diámetro medio a 1.30 m de altura

H = Altura (total o comercial)

FF = Factor de forma (0.5)

En cada sistema de cosecha se efectuaron estudios de tiempos para determinar la productividad en las etapas corte y extracción. El estudio de tiempos es una de las prácticas más comunes usadas para medir el trabajo determinando el tiempo insumido en el proceso de producción (Saarilahti y Isoaho, 1992). Para **registrar el tiempo de trabajo de los sistemas** se plantea la metodología según el caso.

a. Estudio de caso 1

En los dos sistemas de cosecha (Alternativa A y Alternativa B) en todas las operaciones el registro de tiempo fue por el **método continuo**, cada sub-etapa se calcula por diferencia. (Tuset, 1987).

Para el Hr el ciclo de trabajo es el tiempo de corte y procesado de cada árbol. Se tuvieron en cuenta las siguientes sub-etapas:

- toma del árbol: desde que el cabezal apoya en el árbol.
- apeo: momento que el árbol toca el suelo
- desrame y descortezado: pasada del fuste por los rodillos.
- trozado: el fuste es cortado en trozas
- traslado: avance de la máquina hasta otro árbol luego de trozar el anterior.

El ciclo de trabajo en la etapa de extracción, es el tiempo que demoraban en cada viaje de saca directa realizado por el equipo (Fw o Taz), distinguiendo las sub-etapas:

- viaje vacío: desde que inicia el traslado desde el camión hacia la parcela.
- Carga: desde que mueve la grúa para tomar las primeras trozas.
- viaje cargado: desde que inicia el movimiento hacia el camión.
- Descarga: desde que mueve la grúa para iniciar la descarga de trozas.

b. Estudio de caso 2

En este caso para el registro de tiempo se adoptó el **método continuo** y el **método multimomento** (Tuset, 1987), como se detalla a continuación en orden de aplicación:

- Apeo: se midió por método continuo, y el ciclo de trabajo fue un árbol apeado. El punto de medición fue el apoyo de la motosierra al árbol
- Preparación y descortezado de trozas: método de multimomento. Primero preparaban los fustes desramando, ordenando residuos y marcado el largo comercial de troza, luego que intervenía el motosierrista trozaba, luego se descortezaban las trozas.

El método multimomento tomado de (Tuset, 1987) permite registrar las tareas de varias personas a la vez, cumplidas en el intervalo de tiempo que se fijó cada 5 minutos. Se prepara una planilla con columnas encabezadas de las actividades a realizar. Se tomaron como tiempos principales: desrame, ordenado de residuos, marcado, y descortezado. Las esperas y descansos, se determinaron como tiempos secundarios. Cada observación se marcó en el intervalo para cada persona que interviene en la parcela. Empleando subíndices se distinguió la actividad de cada ayudante (ej. X 1; ayudante 1). De esta forma se registran tiempos productivos, tiempos indirectamente productivos (esperas o descansos) y tiempos improductivos (error por inexperiencia). Ver el siguiente cuadro explicativo.

Cuadro explicativo del método multimomento durante el desramado:

tiempo	corta	acomoda	camina	Descansa
0:0:30	X ₁ X ₂			
0:0:60	X ₁	X ₂		
0:1:30	X ₁		X ₂	
0:2:00		X ₁	X ₂	
T	N _i	N _i	N _i	N _i

Posteriormente se calculó el tiempo de cada actividad:

$$T_i = T * N_i / N$$

- Donde: Ti = tiempo de la tarea i
T = tiempo total del ciclo en toda la parcela
Ni = n ° de observaciones correspondiente a la tarea i
N = n ° total de observaciones registradas en la parcela.

Trozado: Actividad donde el motosierrista reduce el fuste a trozas. Dado que el motosierrista trozaba producto para pulpa y para leña, se aplicó el **método multimomento** para establecer el tiempo de trozado para pulpa en porcentaje del tiempo total. El intervalo de observaciones fue cada 30 segundos

Engavillado o apilado: Momento en el cual el operador juntaba las trozas (10 trozas) y formaba pilas. Esta actividad se midió por el método continuo y el ciclo de trabajo fue por gavilla, obteniéndose un promedio de tiempo por gavilla. La actividad se realizó otro día distinto a las sub-etapas anteriores. Para aplicar el dato a cada parcela se estableció el número de gavillas por parcela y se multiplico por el promedio de tiempo por gavilla.

$$\text{Nº gavillas en parcela} = \text{nº de trozas total} / 10$$

$$\text{Tiempo de apilado en parcela} = \text{Tiempo promedio por gavilla} * \text{Nº gavillas en parcela}$$

Los registros de tiempos de extracción y carga en este caso se hicieron con el método continuo.

El ciclo de trabajo en la etapa de extracción, es el tiempo que demoraban en cada viaje de saca directa realizado por el Taz. Se tiene como sub-etapas las mismas que para el estudio de caso 1, (viaje vacío, Carga, Viaje cargado y descarga)

Cuando se hacía la carga desde los depósitos el ciclo de trabajo fue, desde que iniciaba hasta que terminaba la carga de cada camión, con la madera procedente del mismo.

Para medir el volumen procesado en la etapa de cosecha en cada sistema se utilizó la fórmula de **Smalian acumulada**.

$$V = (\sum D^2 + \sum d^2) * \pi/8 * L$$

Donde: D = diámetro de la cara mayor de la troza.
D = diámetro de la cara menor.
L = largo de troza (2.40 o 3.00 m)

El procedimiento fue medir en el terreno dos diámetros de las caras de todas las trozas producidas dentro de la parcela de estudio y promediarlos, de. La fórmula incluye el largo comercial. En todas las parcelas de estudio se procedió igual.

En cada sistema del estudio de caso 1 para medir el **volumen de extracción por saca directa**, se midió el metro estéreo de carga puesta en camión. La información se complementó con los pesos y medidas de volumen que remitieron los camiones en la entrega de madera.

En el estudio de caso 2, al igual que el caso anterior, para calcular el **volumen total cargado** en camión se utilizó el metro estéreo. La carga total en camiones comprendía un parte de **volumen extraído por saca directa** del terreno al camión y parte de **volumen cargado desde los depósitos** establecidos. Para determinar los porcentajes de volumen, se midieron los fardos extraídos por saca directa y se contaron las trozas en cada viaje. Luego de completar el volumen cargado desde los depósitos se midió cada fardo. Se extrae por diferencia el volumen de carga de los depósitos. La información se completó con el peso total de carga en camiones de los remitos.

Para esta etapa fueron utilizados los siguientes instrumentos:

- forcípula de aluminio (precisión en mm),
- cinta métrica (precisión en cm),
- relascopio de Bitterlich (precisión en m)
- cronómetro (precisión en segundo).

Como instrumentos accesorios se utilizaron: planillas, tizas, reglas, filmadora, grabadora, bicicletas, vehículos, calculadora, etc.

3. Etapa de gabinete.

En esta etapa se procesaron los datos registrados, de las parcelas de estudio y muestreo de rodales, para estimar volúmenes totales y comerciales.

Luego se calculó el volumen de cosecha y de extracción, así como los tiempos productivos insumidos en cada etapa, de los sistemas. Se identificaron también los tiempos improductivos necesarios e innecesarios.

La productividad de cada sistema se estableció por etapa. En la etapa de corte o cosecha se determinó la productividad del Hr (m^3/h) en el estudio de caso 1, y de mano de obra intensiva, (m^3/h) en el estudio de caso 2.

En el estudio de caso 1 para cada una de las alternativas en la etapa de extracción se determinó la productividad del Fw y el Taz en (m^3/h), refiriéndose a la superficie de cada parcela de estudio.

En el estudio de caso 2 se efectuó extracción por saca directa y además incluyo parte de la carga desde depósitos. En este sistema, con menor grado de mecanización (Taz) se determino la productividad de extracción en m.e./h de la jornada; referido a otra superficie diferente a la parcela de estudio, debido a las condiciones climáticas y la discontinuidad en el tiempo de la extracción respecto a la cosecha.

Para estimar los costos horarios y los costos por volumen, se calculo la productividad de cada etapa del sistema en cada situación y la disponibilidad total de los equipos. A la vez se recabó la información para lograr la estimación de los mismos. Se plantea toda la información por un lado, la que fue necesaria y por otro lado aquella que fue descartada en forma justificada.

La estimación de costos se plantea en una planilla que se adaptó a cada sistema, según los costos componentes en las distintas etapas: corte, y extracción. La planilla de referencia fue presentada por Voulminot, A. (1998) para estimar los costos de sistemas mecanizados.

Se elaboró la estructura de costos en cada sistema y la misma se representa gráficamente para visualizar la incidencia en porcentaje de cada uno de los costos componentes sobre el costo horario total en cada sistema.

En el estudio de caso 2 se considera que el apilado previo de madera hasta los depósitos, tiene un costo adicional que fue excluido, porque se realizó anterior a la jornada que se registró la extracción en el campo.

El costo de extracción estimado en la jornada es un reflejo de lo que acontece en la realidad. Es normal que un camión cargue parte del volumen en depósito y parte por saca directa, considerándose un balance por jornada de 50 y 50 % respectivamente. (Com. Pers. Petrini, L. 2002)

4. Análisis y discusión.

En cada sistema de cosecha se descompone la unidad de análisis, en los aspectos de relevancia para un desarrollo forestal sostenible. En consecuencia se enfoca aquellos elementos más importantes a considerar en aspectos ambientales, sociales y económicos de cada sistema de cosecha forestal.

IV. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO 1

Esquema representativo de la secuencia de etapas propuestas:

Etapa descriptiva	
Alternativa A	Alternativa B
Etapa de campo en norsteña	Etapa de campo en Idalen
Etapa de gabinete	Etapa de gabinete
Productividad y disponibilidad de equipos	
Costos de los sistemas de cosecha	

A. ETAPA DESCRIPTIVA GENERAL

El enfoque de los elementos descriptivos intento caracterizar el emprendimiento dentro de la zona, la empresa forestal, las máquinas, y las condiciones ambientales donde funcionan las mismas. Por último se describieron algunos aspectos relacionados con la producción y también con la venta de servicio de cosecha.

1. Características del emprendimiento

a. Ubicación

La empresa IDALEN S.A. está en la 2ª Sección Judicial, 5ª Sección Policial del Departamento de Paysandú. El predio se encuentra en la ruta nº 90, 40 km. hacia el E de la capital, distando de Piedras Coloradas 8 km. En la misma dirección linda con la Caja Bancaria.

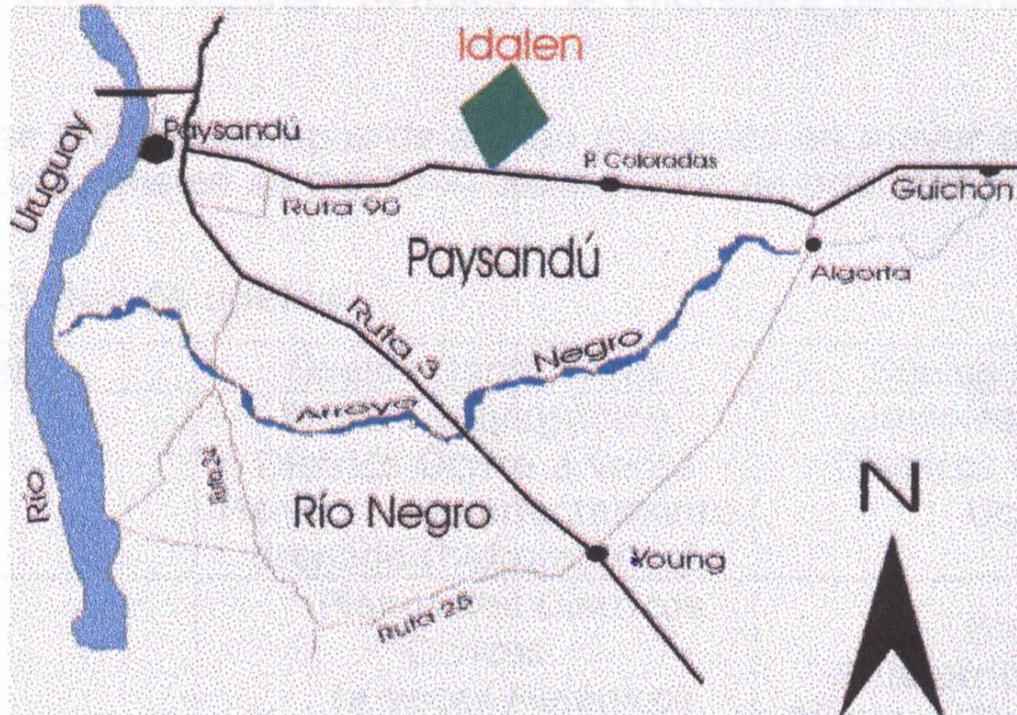
b. Tenencia

La empresa era una sociedad anónima, establecida en 1992, integrada 100% con capitales nacionales. Constituida en propiedad por una superficie total de 3060 ha.

La estructura empresarial se torna más compleja cuando en 1993 se creó ARVEL S.A. como sub-empresa. Actualmente comprende parte de la superficie mencionada (1037 ha). La estructura de capital integra las máquinas, vehículos, y mejoras del predio correspondiente. A principios de 1998 Arvel S.A, adquirió dos máquinas, una cosechadora forestal (Hr) TH 120 y un tractor forestal autocargador (Fw) T 12B.

Esta empresa tiene como objetivo la producción de madera aserrable, pulpable y productos intermedios.

Figura N° 3: Mapa ubicación en Paysandú



c. Forestación

La superficie efectiva forestada comprendía 2346 ha. El género con mas superficie forestada era *Eucalyptus* ocupando 85 % del total forestado, el 15 % restante era pino (*Pinus taeda* y *Pinus elliotti*).

El complejo forestal en la región se dirige principalmente a la cadena de semi-transformación y elaboración de la madera, realidad dada por la historia forestal desde los años 60, en torno a las Cajas Bancaria y Notarial. La empresa mantenía objetivos de producción vinculados a la cadena principal, y contaba con 80 % de la superficie forestada con *E. grandis*.

Las especies pulpables eran: *E. globulus spp maidenii*, *E. Dunni* y *E. viminalis*, alcanzando más de 100 ha (5 % del total forestado). Al momento de realizado el estudio la edad de las plantaciones alcanzaban la fase de cosecha respecto a las cadenas de pulpa y energía.

d. Suelos

En la carta de reconocimiento de suelos, (DSF escala 1/1.000.000) esta zona corresponde a la Unidad Algorta; también se encuentra parcialmente la unidad Bacacué.

En el cuadro se indican los tipos de suelos presentes en mayor proporción y su grupo Coneat, clasificados en su totalidad como suelos de prioridad forestal.

Cuadro N° 5: Tipos de suelos

Suelo Coneat	Suelos Dominantes	Suelos Asociados
9.1	Argisol Subéutrico o Dístrico Ócrico a veces Melánico Imperfectamente drenado (hidromorfo)	Litosoles Subéutricos a Dístricos Melánicos u Ocrícos
9.3	Planosoles Dístricos Ocrícos (a veces Melánico) Y Argisoles Dístricos Ocrícos Abrúpticos (a veces típicos)	Brunosoles Subéutricos, a veces Dístricos Típicos y Lúvicos Drenaje moderadamente bueno a imperfecto

El siguiente cuadro indica características asociadas a los grupos Coneat, relevantes en la zona.

Cuadro N° 6: Características de los suelos.

Suelo Coneat	Pendiente %	Relieve - Paisaje	Altitud	Rocosisdad Pedregosidad
9.1	3-6	Ondulado escarpas débilmente marcadas	90 m snm	Variable entre 5 y 25 % del área
9.3	1-3 %, combinan laderas extendidas 1-2% y de mayor convexidad 3-5%	Suavemente ondulado	100 m snm	No presenta

e. Clima

De acuerdo a las estadísticas, la zona tiene una precipitación anual 1218 mm, con 73 % de HR, y 72 días al año con lluvia.

La temperatura media es 17.9 °C, destacando media mínima 12.2 °C y media máxima 23.4 °C. La máxima absoluta alcanzó 42.5 °C y la mínima absoluta - 4.5 °C. La velocidad del viento media es 3.2 m/s.

En el anexo N° 1 se presentan los registros de las variables temperatura, precipitación y viento, durante el periodo de registro de datos de campo. Se destacaba el período de 8 meses de seca que afectaba al país.

f. Empresa forestal

Los principales puntos a describir relacionados al sistema altamente mecanizado eran:

- describir la venta de servicio de cosecha
- exigencias del producto y la carga según el destino,
- planificación en la operación de las máquinas.

i. Venta de servicio de cosecha

Desde el ingreso de las máquinas (Hr y Fw) en la empresa uno de los objetivos propuestos fue la venta de servicio de cosecha, razón por la cual para iniciar el trabajo se ubicó la parcela de estudio donde estuvieran operando las máquinas.

En el servicio de cosecha es habitual que las máquinas del sistema altamente mecanizado (Hr-Fw), trabajan separadas. Pese a que se vendía servicio de cosecha, la empresa también contrataba algunas máquinas a terceros. El costo de contratar un Taz fue 1.90 US\$/m.e.

Respecto a la venta del servicio se maneja un precio de 9 US\$/m³. En contrapartida la empresa Norteña pagó 102 \$/ton, precio que incluye corta, saca y carga.(cotización del dólar enero 2000). Esta empresa confirmo un contratación asidua en el último año expresando no tener objeciones respecto al servicio realizado.

Toda la información acerca del Hr y Fw se registra en planillas de reportes diarios, donde a su vez se encuentran detallados los servicios prestados. Este material permite profundizar estudios sobre las máquinas, extraer datos reales de las horas anuales trabajadas, disponibilidad técnica y operacional. A su vez estos indicadores se pueden asociar a características tales como: especie, producto, destino y empresa que contrató el servicio etc.

ii. Producto y mercado

Debido al volumen medio de los árboles la producción quedaba acotada a madera con destino pulpable y energético; en ocasiones se extraía una pequeña proporción para columnas (de *E. Grandis*).

El producto procesado por el Hr era troza de eucalipto con largo de 2.40 m, +/- 5 cm, con destino al mercado interno o externo.

El producto de Norteña fue destinado a Fanapel, y pedía como requisitos para recibo de carga: trozas bien descortezadas y limpias de restos vegetales y tierra, motivando el descarte de trozas mal descortezadas que quedaron en la zona de carga de camiones.

El producto de Idalen fue destinado a la exportación transportándose 100 km hasta playa de acopio en Fray Bentos. Los requisitos de carga recibida fueron: trozas de los fardos bien acomodadas, límite máximo de volumen estéreo de fardos para flejar, y los fardos debían estar parejos en los extremos. Se observó que algunos camioneros pasaban una motosierra para emparejarlos.

Las consideraciones de carga podrían ser elementos importantes en el rendimiento de las máquinas, tanto en descortezado para el Hr como en la disposición y acomodo de las trozas en el camión por el Fw.

iii. Planificación de cosecha

La cosecha seguía un plan táctico a corto plazo, de modo que, se prioriza la venta del servicio, luego la cosecha en la empresa y por último el mantenimiento de las máquinas.

Una dificultad para describir las pautas de la planificación estratégica, fueron los recientes cambios de los puestos de mando a nivel de, gerencia general y

supervisión técnica. Al momento del estudio la empresa incursionaba por un proceso de adaptación referente a la organización de personal, tareas, e incluso en la planificación general.

Una importante complicación en la planificación son las roturas, ya que la misma lleva a un detenimiento de las maquinas en espera de su reparación. A su vez puede llegar a implicar un gran desembolso de dinero.

g. Maquinaria

Los principales aspectos a tener en cuenta de la maquinaria fueron la infraestructura, las características respecto al respaldo de servicio de la marca, repuestos, mantenimiento, reparación y el personal específico.

i. Infraestructura

Al tiempo de adquirir las máquinas, la empresa debe contar con una infraestructura de apoyo; entendiéndose por la misma, el servicio de un taller mecánico, herramientas y equipo de comunicación para cada máquina.

Las herramientas mas usadas son: taladro, morsa, compresor de aire, enderezadora de espada, remachadora, afiladora de cadena, etc.

Se cuenta con un vehículo (triciclo o moto) para el traslado de los operarios, del campamento hacia las maquinas, y una camioneta de apoyo con caja de herramientas para el auxilio en el campo.

En el campamento se encuentra la casa rodante, implementada a partir del reciclaje de un ómnibus; la misma se divide en dos compartimentos (dormitorio y cocina). En el dormitorio se encuentran 8 camas dispuestas en cuquetas, dando lugar a que cada empleado tenga un espacio para colocar sus objetos personales (cajón). La cocina esta equipada con lo necesario para cumplir su función, exceptuando agua corriente; ya que a pocos metros y a la sombra se encuentra un tanque con canilla.

La empresa provee de artículos de limpieza e higiene personal, incorporando diariamente el suministro de agua fresca y carne. La preparación de los alimentos es llevada a cabo por los mismos operarios.

Próximo al lugar de trabajo del Hr, se ubica el tanque de gasoil, el mismo tiene una capacidad 1600 litros y como anexo posee un deposito para lubricantes y grasas en sus diferentes envases.

ii. Máquinas

La descripción de las máquinas se enfoca al sistema Hr- Fw en propiedad de la empresa. La información se presenta en el anexo N° 2 (dimensiones y características de folletos de venta).

El representante de la marca en Uruguay, propone conocer el origen de las partes componentes de las máquinas, de manera de importar los repuestos eliminando toda intermediación. A su vez el manual de soporte post venta sugiere para piezas de alto valor, su importación directa, vía aérea o marítima y para piezas de común recambio su adquisición en el país. Entre los últimos se encuentran: sellos, cadenas, filtros, espadas, válvulas, etc. Por ejemplo las mangueras del sistema hidráulico se pueden obtener en la ciudad de Paysandú, con un costo aproximado de 100 US\$. El respaldo del servicio es desde la Argentina.

Respecto al Hr el motor marca CUMMINS es común en otras marcas de camiones de origen alemán. El cabezal es de origen sueco. En el caso del Fw los neumáticos más usados son Finlandeses.

Un detalle del Hr es el sistema computarizado que permite contabilizar e imprimir volúmenes, n° de árboles, n° de trozas comerciales, largo del fuste, largo de troza y diámetro menor. Este sistema tarda un día en regularse, pero es un elemento que la empresa tiene como control de la operativa de la máquina, y toda variable asociada al trabajo de la misma. A su vez esta maquina puede regularse para indicar sus necesidades de mantenimiento.

iii. Mantenimiento y reparación

Los motivos mas comunes por los que el Hr debe detenerse son, rotura de cadena, espada, mangueras, pernos, rodillos y tapa del cabezal. En el momento que se realizo el estudio se constató la avería de un motor del sistema hidráulico y del propio motor de la maquina.

Las principales paradas, roturas y repuestos utilizados se obtuvieron de las planillas de reporte diario. Así mismo esta información pudo haberse obtenido a partir de los registros llevados por el taller mecánico.

Los consumos horarios de combustible, lubricantes y grasas se obtuvieron de los datos en planillas (distintos períodos). Con los datos disponibles de consumos de gasoil se contabilizó cantidades totales y las horas efectivas totales, y se calculó los consumos horarios de gasoil para ambos equipos; pudiendo corroborarse con los datos obtenidos a campo. Estos datos se presentan en el anexo N° 3 (consumos de las máquinas).

Luego de cada turno debe detenerse la maquina para realizar el engrase del cabezal y grúa; si fuese necesario debe efectuarse la carga de gasoil y aceite. El mismo es llevado a cabo por el operario, debiendo dejar la herramienta pronta para el próximo relevo.

De las planillas de reporte diario sería posible establecer un estudio muy completo sobre disponibilidad técnica y operacional, o bien la productividad de la máquina, en función de factores, como ser especie, distancia de maderero, época del año, etc.

La rotura de un motor del sistema hidráulico llevo a tener 30 días la maquina parada en espera de un par de motores nuevos (Volvo V 12- 60). Se sustituyo los dos motores debido a que no es recomendable emplear un motor desgastado (5.000 horas) con un motor sin uso.

El segundo caso se debió a una falla mecánica ya que una válvula atascada perforo un cilindro. Los repuestos se importaron directamente de Alemania (vía aérea) con un costo aproximado de 1.000 US\$ (cilindro, aros, válvulas y cigüeñal). Este inconveniente implico detener siete días la maquina. El proceso de reparación incluyó: desarmar el motor, sustituir el cilindro roto, rectificar la tapa de cilindros, cambiar la junta y finalmente ensamblar las partes, con posterior ajuste y puesta a punto. El costo por concepto de mano de obra fue 1.000 US\$ (incluyendo rectificación del motor). Requirió un mecánico especializado además del existente en la empresa.

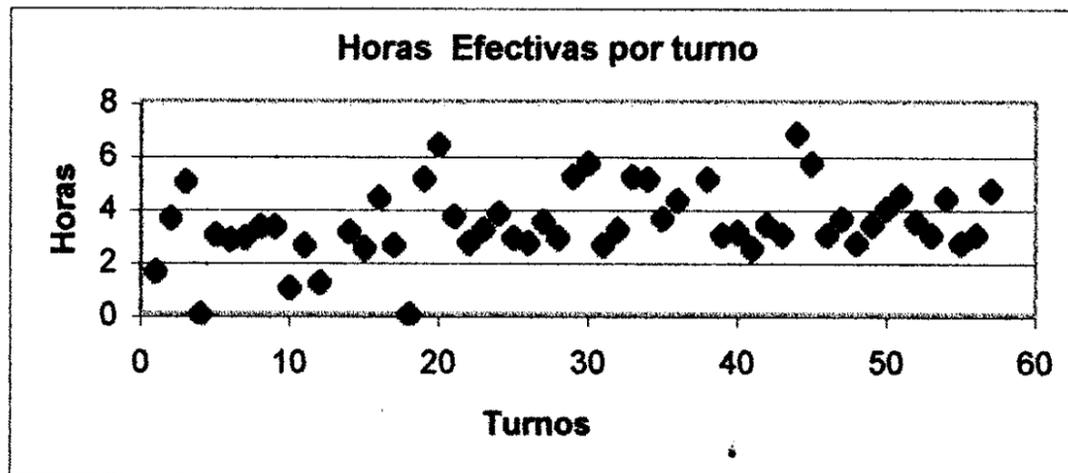
iv. Personal de máquinas

El encargado de supervisar las máquinas a diario era el mecánico, y contaba con 7 años de antigüedad en la empresa. Se encargaba de mantener y reparar las máquinas y camionetas propias o contratadas por la empresa; a su vez proveía combustibles, aceites y grasa.

Los 2 operarios del Hr debían trabajar teóricamente turnos de 4 horas, entre 8-10 horas de trabajo por día cada uno. El rango de duración de turnos de 56

registros de reportes diarios, estaba entre 1 y 6.8 horas, con un promedio de 3.45 horas, la siguiente gráfica muestra la dispersión de los datos: horas efectivas por turno.

Gráfico N° 4: Tiempo efectivo por turno



Con la irregularidad de la duración del turno, excepcionalmente eran cubiertas 20 horas de trabajo efectivas por día, de esta manera surgieron interrogantes respecto al descanso apropiado del personal, tanto diario, o semanal. El día de descanso de un operario, incurría en la exigencia laboral durante todo el día para el otro.

En cuanto a la experiencia y capacitación, un operario fue capacitado en Sudáfrica y hacía un año que operaba el Hr recientemente había ingresado en la empresa. El otro operario sin capacitación, tuvo muy buena adaptación al trabajo, aunque su experiencia previa fuera como tractorista.

La temperatura alta en verano, pasado el mediodía retrasaba el trabajo. Aún con aire acondicionado el calor en las cabinas de ambas máquinas se sentía mucho. Debido a la temperatura, al disminuir la viscosidad de los fluidos de transmisión, las máquinas hacían forzar los motores mostrando menor respuesta en la operativa. La cabina del Hr se adecuaba a los principios ergonómicos y brindaba seguridad al operario en el apeo de árboles.

El operario del Fw cumplía con las actividades de extracción y carga de los distintos productos, dentro o fuera de la empresa. Siempre era preferible que el valor de dichos productos fuera alto, para justificar la operativa con el Fw .

La experiencia previa era de varios meses operando el equipo sin estar capacitado, su ocupación anterior fue como tractorista, y operó también máquinas viales. Existe preferencia de los camioneros en realizar la carga en horario nocturno

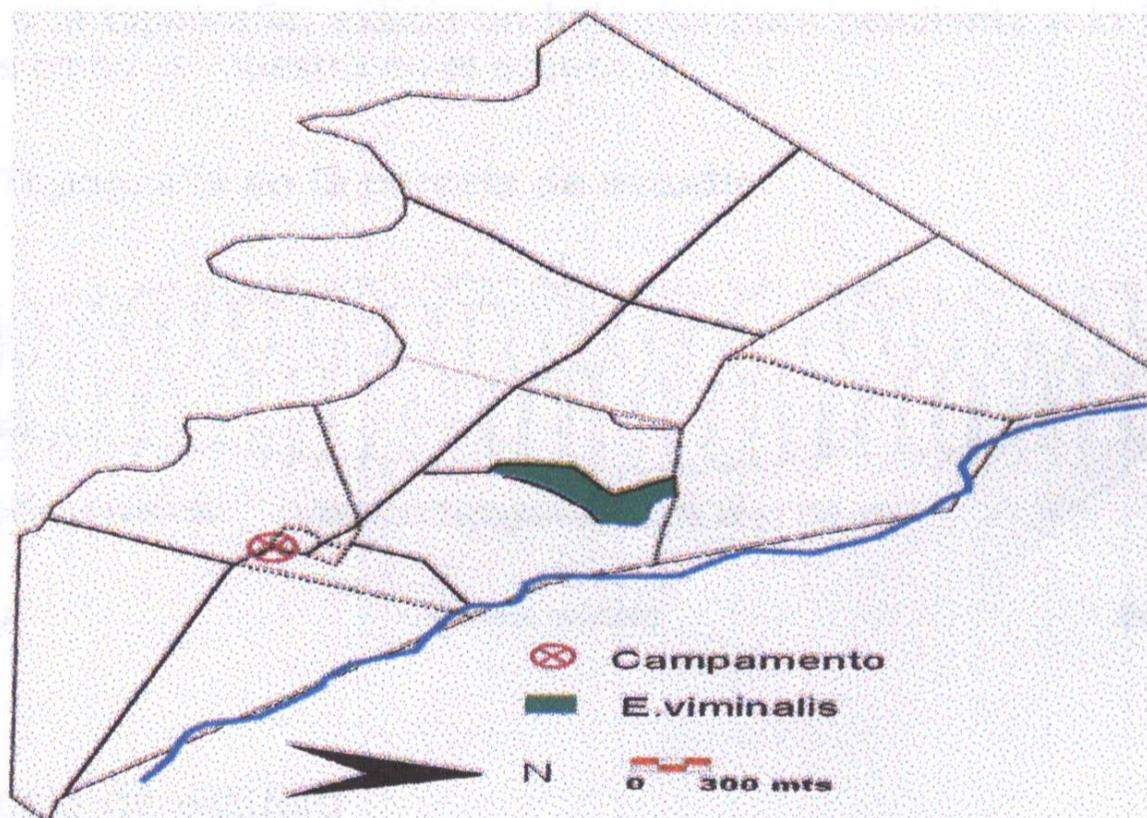
en verano, porque las temperaturas son más frescas. Esto favorece la operativa del Fw. El operario regula su propio descanso cuando debe cargar varios camiones seguidos.

B. ETAPA DE CAMPO

1. Alternativa A, sistema Harvester- Forwarder

El sistema altamente mecanizado fue integrado por las dos máquinas, Hr y Fw. La función que cumple cada una de las máquinas fue definida en el punto II.B. Este sistema tiene un nivel de inversión muy elevado y los equipos tienen desarrollo tecnológico de avanzada. Se aplicaba en cosecha de árboles, cuya producción es madera en trozas para pulpa, en corta a tala rasa. El estudio se condujo en esta etapa, ubicado en la empresa Norteña, donde operaba el Hr. La empresa distaba a menos de 2 km al oeste de Idalen, la caracterización en suelos y clima fue la misma en ambas alternativas.

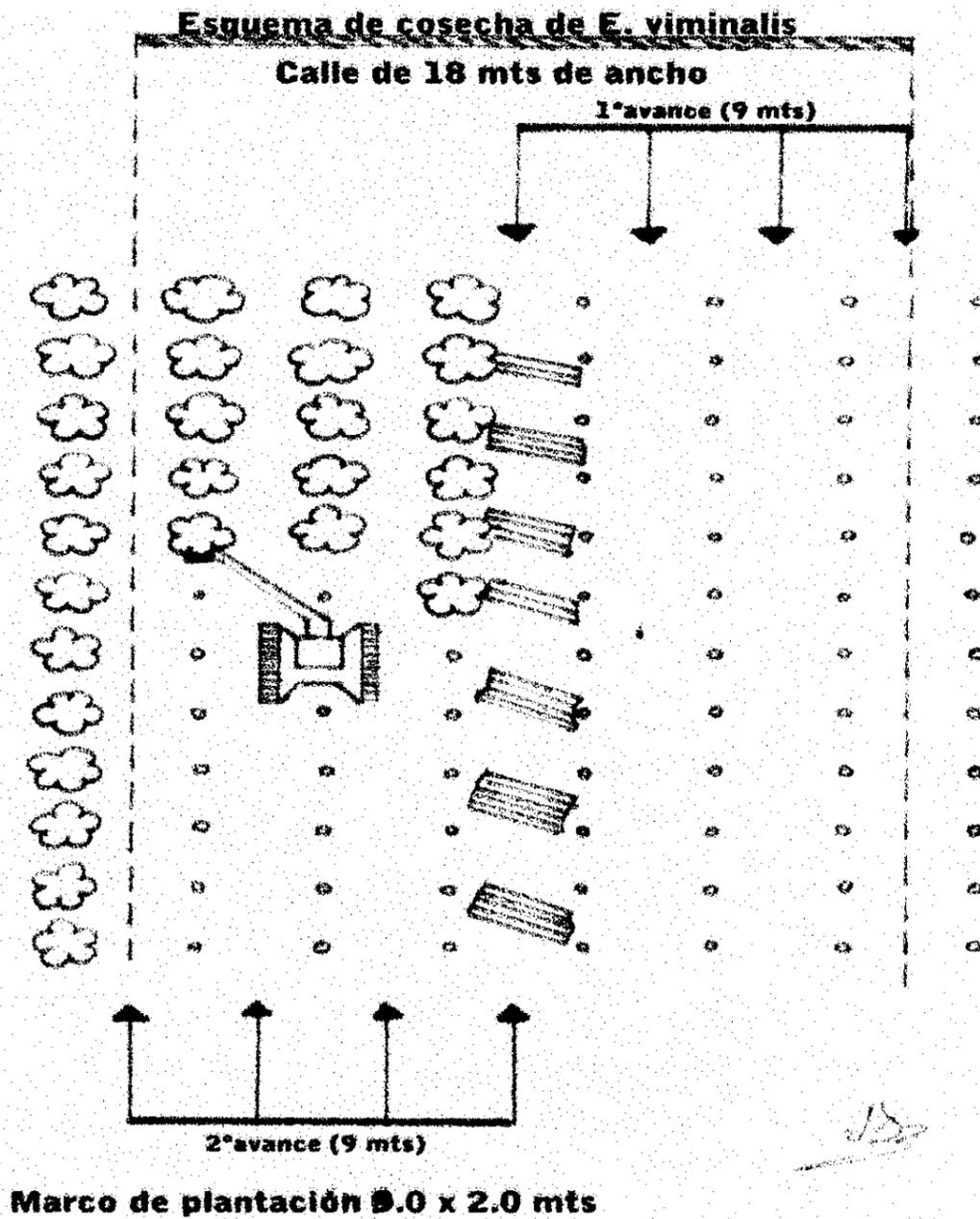
Figura N° 4: Ubicación del rodal en norteña.



a. Características del rodal

El rodal en estudio tenía una superficie de 7 ha plantadas (en su totalidad) en el año 1993 con *E. Viminalis*. El marco de plantación fue de 3 x 2 m, alcanzando una densidad inicial de 1666; actualmente es de 1184 árboles/ha. Al momento de realizarse la corta el monte alcanzaba la edad de 7 años. Presentaba un importante porcentaje (11.6%) de árboles bifurcados en la base, y cuyos diámetros se midieron por fuste comercial separado. El sentido de las filas era perpendicular a la mayor pendiente. La vegetación de sotobosque era chircas de porte alto, cardillas y carqueja.

Figura N° 6: Corte mecanizado de la cosechadora.



Para caracterizar cuantitativamente la parcela de estudio se midió el DAP (promedio dos medidas perpendiculares) censando los árboles comerciales con diámetro mayor a 7.5 cm (N = 313). Se registró altura total y altura comercial solo en 2 filas (n = 92). La altura comercial se midió al diámetro crítico = 7.5 cm. Por haber árboles bifurcados (árboles bifurcados /fuste totales = 10.8%) los fustes comerciales eran más, totalizando 351 fustes en la parcela. Ver Anexo 4, cuadro 2 .

Cuadro N° 8: Diámetros y alturas de la parcela de estudio en *E. viminalis*

Parámetro	DAP cm	Altura total m	Altura comercial m
Promedio filas	14.51	14.19	7.87
Desvío estándar	0.839	2.74	2.68
C V %	5.9	19.3	34.0

c. Cosecha

La operativa del Hr abarcó 3 turnos, con un solo operario y en horario diurno. El tiempo que la máquina permaneció en la parcela fue 23 h desde el inicio hasta la finalización del trabajo. Las horas totales de turnos trabajados según las planillas de reporte diario fueron 12 horas. El tiempo de operación total registrado en los turnos fue 6 horas 12 min.

Las trozas procesadas por el Hr fueron 915, observándose que las mismas cumplían con el largo de 2.40 m +/- 5 cm. Otra de las medidas utilizadas para calcular el volumen comercial real fue el diámetro de dos medidas perpendiculares, de ambos extremos de cada una de las trozas en el terreno

d. Extracción de madera

La observación del Fw en la extracción fue imprevista. La rotura de la máquina que estaba operando en la extracción fue la causa de posibilitar el registro del sistema altamente mecanizado. El Fw sustituyó al equipo contratado (Krono) por la empresa Idalen. Se realizó la saca directa al camión con una DPM de 150 m.

Según la planificación en el día, el Fw debía cargar 3 camiones. El maquinista inicio la carga del 1^{er} camión al caer la oscuridad. Ya había amanecido cuando se realizaba la carga del 3^{er} camión habiendo descansado dos horas entre la carga de los dos primeros vehículos.

De la última carga al segundo camión quedaron en el Fw 146 trozas que se descargaron en el 3^a camión, el cual llevaría las trozas de la parcela en estudio. El volumen sólido de estas trozas se debía estimar, aplicando el volumen promedio de troza de la parcela de estudio. La medida de la carga en el camión incluía 146 trozas que no eran de la parcela, así como también se restaron 15 trozas de la parcela eliminadas por mal descortezado.

Las medidas de carga fueron: 13 m (el largo del camión), por 2.4 m (largo de la troza) por 1.55 m (altura de la carga promedio de 13 medidas). El volumen estéreo total de la carga medido en el predio, fue 48.36 m.e. Se complementó con la información obtenida en Fanapel donde se obtuvo un volumen estéreo 45 m.e. y un peso de 21,85 ton .

C. ETAPA DE GABINETE

1. Procesamiento de datos

Se procesaron los datos registrados en la etapa de campo.

a. Volumen estimado del rodal (m^3/ha) y volumen /árbol

Para cada parcela, se aplicó la **formula volumétrica básica**, tomando como: altura total y comercial la del árbol marca de clase en cada parcela (m)

El volumen medio de muestras ($90m^2$) se llevó a volumen /ha, destacando el promedio y el coeficiente de variación. La densidad de árboles remanentes fue en promedio 1.174 árboles /ha.

Cuadro N° 9: Volumen de madrea en pie en el rodal de *E. viminalis*.

Parámetro	Volumen total	Volumen comercial
Volumen promedio m^3/ha	179.9	120.6
Desvío estándar m^3/ha	49.6	30.4
Coeficiente de variación %	27.5	25.2
Volumen / árbol m^3	0.151	0.101

Para la especie *E.viminalis* el IMA en volumen comercial con corteza fue 17.2 $m^3/ha/año$. Los datos se presentan en el anexo 4, cuadro 3.

b. Volumen estimado de madera en pie en la parcela (m^3/ha)

Se aplica la **formula básica**, considerando las alturas total y comercial como promedio de 92 árboles registrados en 2 filas correspondiente a la parcela de estudio, (m)

H total = altura total promedio de filas = 14.42 m

H comercial = altura comercial promedio = 8.02 m

El volumen /parcela se llevó a volumen /ha. La densidad de árboles remanentes fue en promedio 1.133 árboles /ha.

Cuadro N° 10: Volumen de madera en pie, parcela de estudio.

Parámetro	Volumen total	Volumen comercial
Volumen Parcela m ³	43.15	23.99
Volumen m ³ /ha	156.1	86.8
Volumen / fuste m ³	0.123	0.068
Volumen / árbol m ³	0.137	0.076

Para la especie *E.viminalis* el IMA con corteza en volumen comercial fue 12.4 m³/ha/año, en la parcela de estudio. Los datos se presentan en el anexo 4, cuadro 4.

c. Registro de tiempos del Hr

El registro de tiempo total de la operativa del Hr fue de 6 horas 12 minutos. El tiempo efectivo de procesado se contabilizó en 5 horas 23 minutos. El tiempo improductivo se contabilizó en 48 minutos (36 min debido a esperas y 12 min imprevistos). De la relación tiempo efectivo /tiempo total, se obtiene 86.96 % de disponibilidad operacional .

El tiempo de procesado por árbol se desglosa:

	segundos
Tiempo del ciclo	62
Apeo	9
Descortezado y desrame	33
Trozado	9
Desplazamiento	11

Cuadro N° 11: Tiempo del ciclo de trabajo en la parcela de estudio.

Se destaca como tiempo de distracciones del anotador casi 5 minutos en toda la parcela. El mismo alcanza a 1.29 % de total del tiempo registrado. Las mayores pérdidas de tiempo se presentaban con árboles bifurcados, también se asocian a desajustes de cadena y espada. Anexo 4 cuadros 6 y 7. En el cuadro 7 se presenta los tiempos por fustes, estos corresponden a menor tiempo que el tiempo por ciclo definido por árbol.

d. Volumen cosechado (m³)

El resultado de volumen real sin corteza, cortado y procesado por el Hr en la parcela de estudio fue 21.465 m³, correspondiendo a 77.68 m³/ ha. Con 915 trozas procesadas, el volumen medio de troza correspondiente se determinó en 0.023 m³. Ver Anexo 4, cuadro 8.

El volumen real se calculo con formula de **Smalian acumulada** donde (L) es igual a 2.40 m

En el siguiente cuadro se indican resultados de volumen con corteza (madera en pie) y volumen sin corteza (cosechado).

Cuadro N° 12: Resumen de volúmenes obtenidos en *E. viminalis*

	Volumen total estimado	Volumen comercial estimado	Volumen cosechado
Rodal (m ³ /ha)	179.9	120	
CV (%)	27.5	25.2	
Por árbol (m ³)	0.151	0.101	
Parcela (0.2763 ha)(m ³)	43.15	23.99	
Parcela (m ³ /ha)	156.1	86.8	
Vol. Cosechado en parcela (m ³)			21.465
Vol. Cosechado(m ³ /ha)			77.68

e. Registro de tiempos del Fw.

Dentro de la parcela el tiempo total de operación del Fw se contabilizó en 2 horas 33 minutos, coincidiendo con el tiempo efectivo de extracción.

La relación de los tiempos registrados en la parcela de estudio (efectivo / total), resulta en un 100 % de disponibilidad operacional del Fw. debido a que no existieron tiempos de esperas o imprevistos.

El tiempo por viaje en la operativa por saca directa se desglosa en:

Cuadro N° 13: Tiempo del ciclo en la etapa de extracción.

Actividad (h/min/seg)	camión	Porcentaje %
Ciclo completo	00:51:16	
Viaje en vacío	00:03:55	8
Carga	00:21:10	41
Viaje cargado	00:03:03	6
Descarga	00:23:09	45

El tiempo de traslado en vacío fue mayor al viaje cargado, dada la mayor distancia relativa al punto donde iniciaba la carga. La descarga se demoraba más por ser más cuidadoso el acomodo de la carga en camión. Anexo 4 cuadro 9

Para conocer más sobre la operativa del Fw el registro de tiempo se extendió a 3 horas 20 minutos. Se destacó una observación de tiempo improductivo fuera de la parcela de estudio, donde se demoró 17 min. por error del camionero. Dicho inconveniente se debió a que el conductor solicitó más trozas y luego de cargarlas en el forwarder las rechazó (tiempo insumido en viaje vacío, carga y descarga al costado del camino).

Otra observación fue el traslado del Fw hasta el campamento, (20 min.) considerado como tiempo indirectamente productivo, (tiempo necesario) pero como fue relativo a la carga de 3 camiones no se tuvo en cuenta respecto a la carga de un camión.

f. Volumen de saca y de carga (m³) (m.e.)

El volumen procesado se extrajo en su totalidad por el método de saca directa. Expresado previamente, el volumen de la parcela en estudio fue 21.465 m³. Según los inconvenientes al cargar el camión 2 y 3 (ver A.2.d), las diferencias en volumen se calculan como (146*0.023 = 3.425 m³), (15* 0.023 = 0.345 m³) Anexo 4, cuadro 10

El resultado del volumen comercial total cargado en el camión se estima: 21.465 (saca) + 3.425 (descarga) - 0.345 (descartado) = 24.545 m³

La madera fue entregada a Fanapel en un lapso de 4 días. Con la información obtenida, se presentan algunos datos estimados:

Densidad estimada a la entrega = 0.89 ton/ m^3 (1)
= peso / volumen sólido = $21.85 \text{ ton} / 24.545 \text{ m}^3$

Con la relación de volumen sólido / volumen estéreo total de carga, se determina el coeficiente de apilamiento

Coficiente de apilamiento = $0.545 \text{ m}^3/ \text{ m.e.}$ (2)
= volumen sólido / volumen estéreo = $24.545 \text{ m}^3 / 45 \text{ m e.}$

Relación de peso por metro estéreo de madera 0.485 ton/ m.e. (3)
= Densidad (1) * C A. (2) = $0.89 \text{ ton/ m}^3 * 0.545 \text{ m}^3 / \text{ m.e.}$ (3)

D. ETAPA DE CAMPO

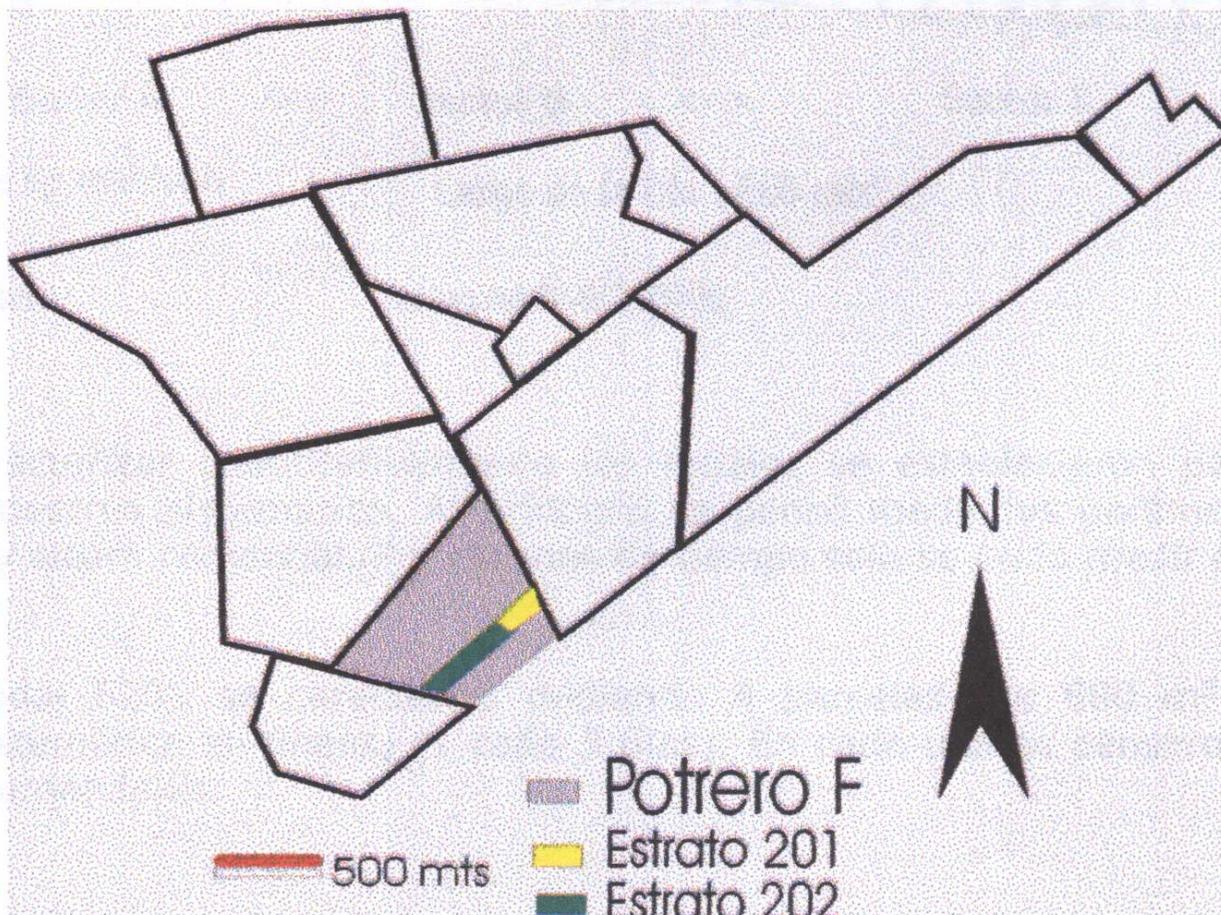
1. Alternativa B, sistema Harvester- Tractor agrícola

En principio esta alternativa se estableció como una posible repetición del sistema altamente mecanizado, en condiciones de monte diferentes. Se separó otro sistema porque el día que se registraba la extracción de madera se sustituyó el Fw, y en su lugar operó un Taz, (equipo contratado por Idalen). Para no reiterar las etapas descriptivas, se dispuso como alternativa dentro del estudio de caso 1.

El sistema con mecanización intermedia estuvo integrado por el Hr, operando en la etapa de procesamiento y en la etapa de extracción operó un tractor agrícola (Belarius 850) con grúa y zorra. El grado de mecanización en este sistema, combinó los primeros sistemas propuestos y descritos en II. B y en II. C. Este sistema tiene menor nivel de inversión para la empresa, operando una máquina propia y la otra contratada.

El estudio de esta alternativa se condujo en el predio de la empresa Idalen, posterior al trabajo en Norteña. El Hr se trasladó 10 km por propio movimiento de la máquina por caminos en mal estado y demorando varias horas. A mayores distancias el traslado se hace sobre un camión con chata para evitar el desgaste, y roturas.

Figura N° 7: Plano del predio en Idalen



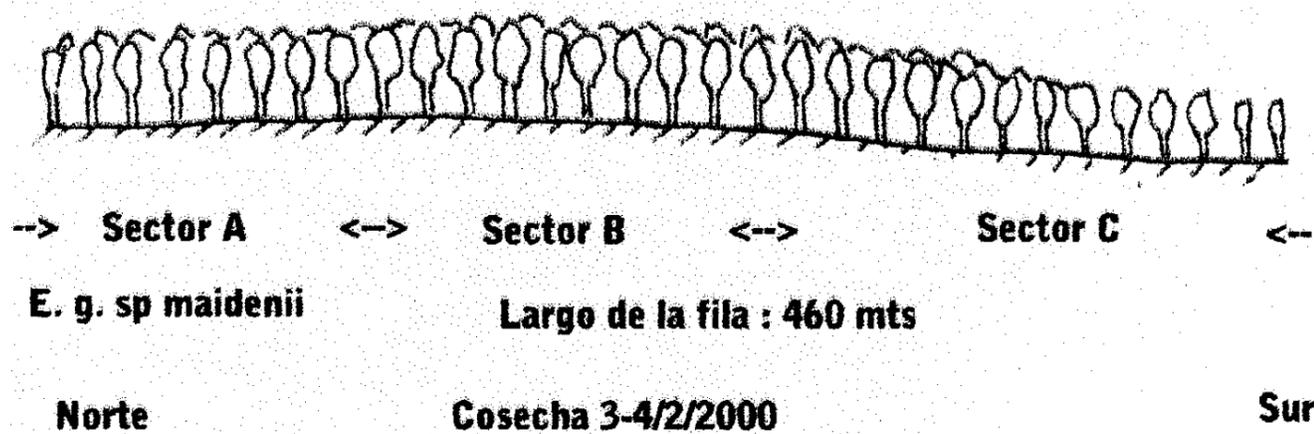
a. Características de rodales

El rodal en estudio había sido plantado en 1994 (en su totalidad) con *Eucalyptus globulus spp maidenii*. El marco de plantación fue de 4 x 2,20 m, alcanzando una densidad inicial de 1136 plantas / ha. Al momento de realizarse la corta el monte alcanzaba la edad de 6 años

Existían dos rodales contiguos donde podía ubicarse la parcela de estudio. La superficie efectiva era: estrato F 201 1.63 ha y F 202 4.67 ha. Los mismos presentaban bajo porcentaje de árboles bifurcados y buen desrame natural. El monte en general se encontraba limpio observándose la presencia de malezas de porte bajo. El sentido de las filas era de NE a SW perpendicular a la mayor pendiente.

El estudio se condujo en el rodal F 202 donde se distinguieron 3 sectores según los tamaños de árboles, a lo largo de las filas. Se diferenciaron los sectores A, B, y C. En el sector B se encontraron los valores máximos en alturas y diámetros, y por tanto mayor rendimiento en volumen de árbol. Esto se aprecia en el siguiente esquema de topografía.

Figura N° 8: Topografía de parcela en estudio.



Para caracterizar cuantitativamente los rodales se establecieron parcelas en línea por muestreo sistemático. Al principio se pensó medir los parámetros DAP, altura total y altura comercial. Por razones de tiempo solo se pudo medir el DAP.

En el rodal F201 se caracterizó midiendo 4 parcelas (de 680 m² c/u) por muestreo sistemático en líneas, (1 cada 5 filas). En cada una se censaron los DAP de árboles comerciales.

El rodal F 202 estaba compuesto por 20 filas y tenía un ancho del 80 m. Se muestreó 1 fila de 435 m de largo; la misma se situaba en la parte mediad del rodal totalizando una superficie de 1740 m². Debido a la forma del rodal, se muestrearon dos filas más (1 cada 5) de 125 m y 165 m con una superficie de 500 m² y 660 m² respectivamente. La superficie muestreada total fue 2900 m².

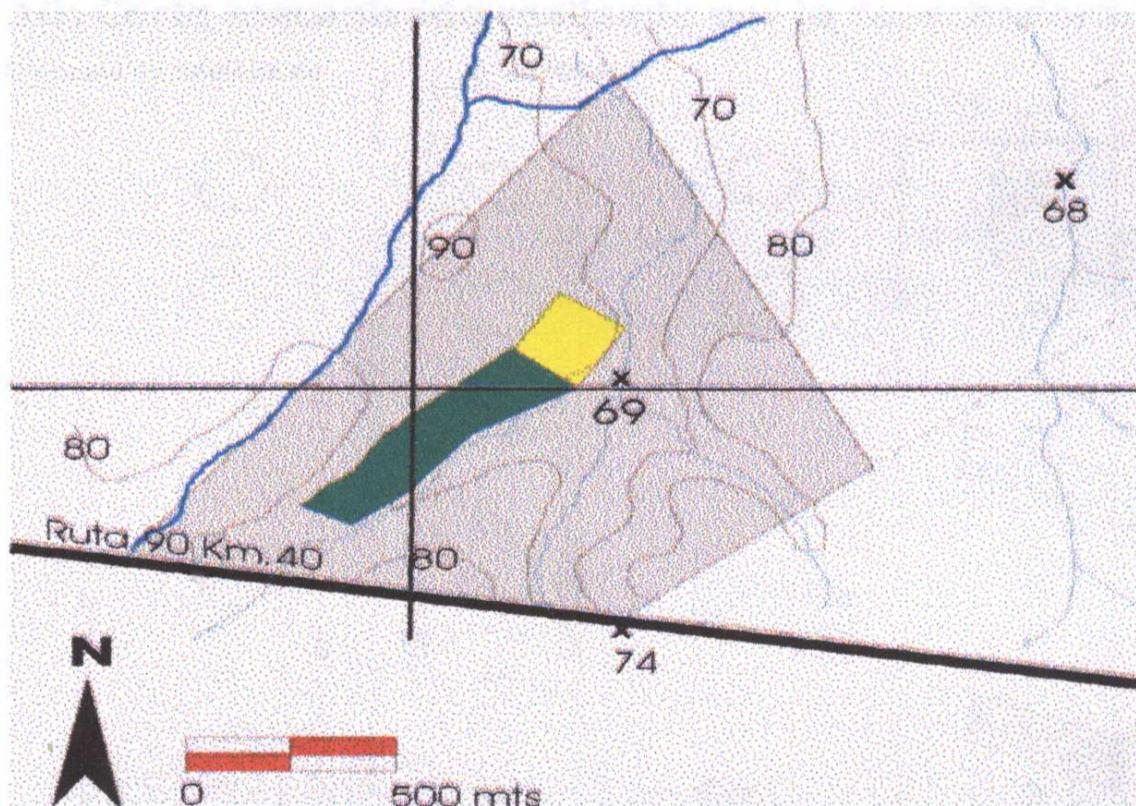
Los resultados de densidad y promedios de DAP se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 14: Diámetros en los rodales de *E. maidenii*

Rodal	F 201	F 202
DAP promedio cm	15.33	16.31
Desvío estándar cm	0.398	0.68
Coefficiente de variación %	2.6	4.1
Densidad actual árb./ha	967	1003

Se puede observar que el rodal F 202, presenta árboles de mayor diámetro ver Anexo 5 , cuadro 1

Figura N° 9: Rodales en el estrato F.



b. Parcela de estudio

La parcela se situó, en el mismo sentido de las filas de plantación. Las trozas que depositaba el Hr en el terreno, quedaban separadas de la pasada de corte anterior. Por lo tanto el ancho de la parcela se tomó una calle de corte, con 3 filas de árboles separadas 4 m. Se estableció entonces un ancho de 12 m. El largo de las

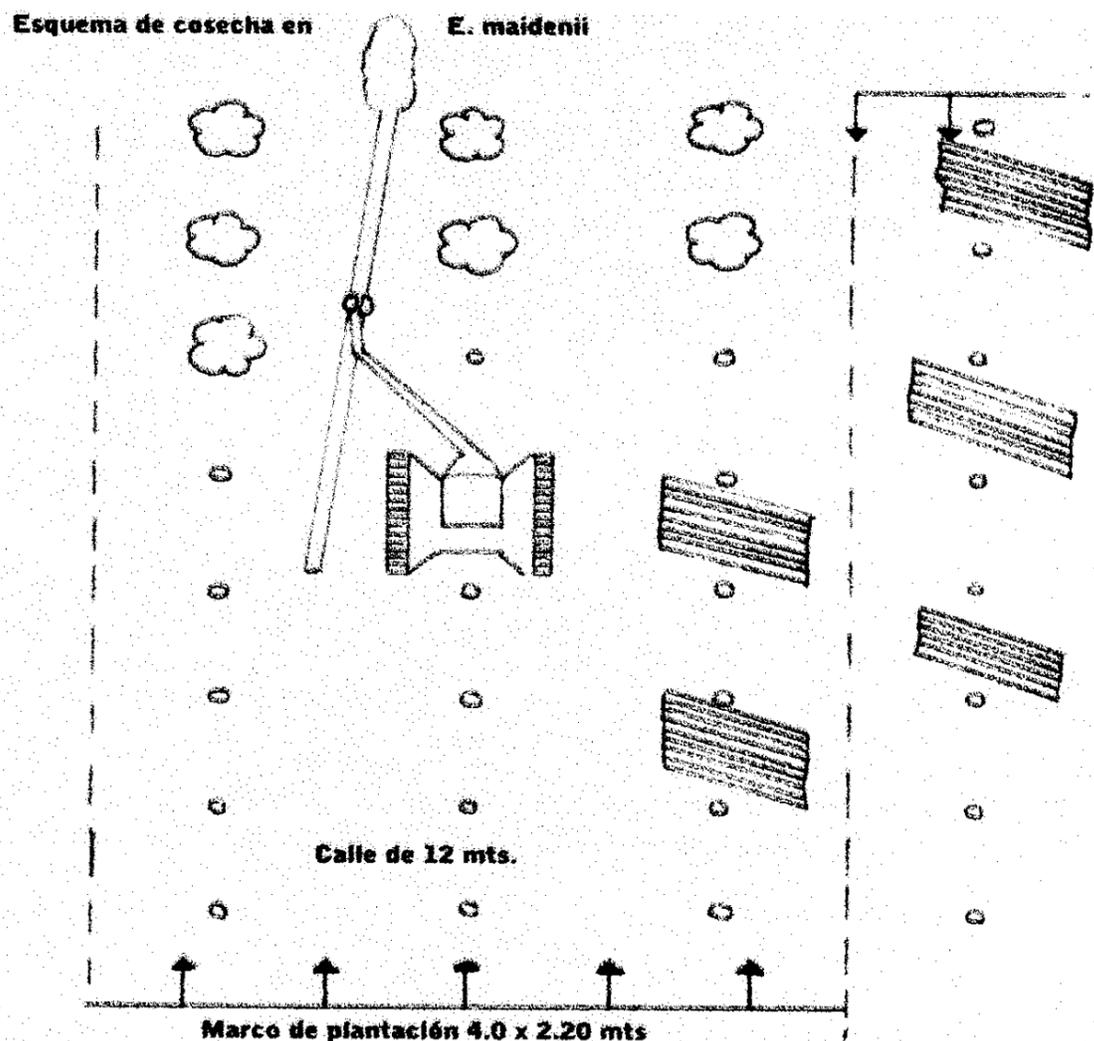
filas dentro de la parcela era; una de 479 m y dos de 435 m (finalizaban antes). La superficie de la parcela de estudio se calculó por fila, y luego se sumaron para obtener la superficie total de la parcela. El resultado fue de 0.5396 ha.

Para caracterizar cuantitativamente la parcela de estudio se midieron los árboles comerciales solo en la fila 10, por ser mayor la superficie de la parcela y por contra con poco tiempo para hacer registros de las 3 filas. En cada árbol se registró el DAP con diámetro mayor a 7.5 cm (N = 182), altura total y altura comercial. La altura comercial se midió al diámetro crítico = 7.5 cm. El número de árboles medidos representó 1/3 de la población de la parcela de estudio. Anexo 5, cuadro 2 estrato F 202

Cuadro N° 15: Diámetros y alturas de la parcela de estudio, *E. maidenii*

Parámetro	DAP cm (1.30 m)	Altura total (m)	Altura comercial (m)
Promedio fila 10	16.67	14.17	8.91
Desvío estándar	1.08	1.59	1.38
Coefficiente de variación %	6.4	11.2	15.04

Figura N° 10: Corte mecanizado realizado por la cosechadora.



c. Cosecha

La operativa abarco 3 turnos y los dos operarios trabajaron alternativamente en la parcela. Se inicio la corta en horario nocturno (11 p.m.), finalizando en horario diurno (12 a.m.) alcanzando un total de 13 horas dentro de la parcela. El tiempo efectivo total registrado fue 11:06 horas. El tiempo total en horas de turnos trabajados según las planillas de reporte diario del Hr fue 13:06 horas.

Las trozas procesadas por el Hr fueron en total 1772, pudiendo constatar que las mismas cumplían con el largo de 2.40 m +/- 5 cm. Las medidas registradas fueron el diámetro promedio de ambos extremos de cada una de las trozas en el terreno

d. Extracción de madera

En el rodal F 202 y previo a la cosecha de la parcela en estudio el Fw estaba operando en la extracción de madera. En la observación se contabilizó y promedió que el Fw por cada viaje extraía entre 280 - 300 trozas de esta especie. Contabilizando las trozas en el terreno se aproximó el momento que se iniciaría la saca en la parcela de estudio.

Cuando fue sustituido el Fw por el Taz, la saca directa al camión mantuvo la DPM entre 250-300 m, ya que los camiones se movilizaban por el costado de la parcela cambiando el punto de carga. El registro de tiempos se hizo en horario diurno no existiendo descanso entre la carga de los camiones. El operario del Taz pertenecía a la empresa contratada. Las trozas se distribuyeron en 2 camiones.

El volumen estéreo por camión exclusivamente con trozas de la parcela de estudio, en el predio fue:

Camión 1	Camión 2
39.97 m.e.	33.23 m.e.

Cuadro N° 16: Volumen extraído

Los datos de Las Pléyades complementan la información del predio; se destaca que el camión 2 completó la carga con trozas que estaban fuera de la parcela de estudio:

Camión 1	Camión 2
40.72 m. e.	50.89 m. e.
23.97 ton	26.8 ton

E. ETAPA DE GABINETE

1. Procesamiento de datos

Se procesaron los datos registrados en la etapa de campo.

a. Volumen estimado del rodal (m³/ha) y volumen /árbol

Para calcular el volumen de árbol medio se aplicó la **formula volumétrica básica** considerando que:

- El DAP fue, calculado a partir del área basal estimada con los registros de 291 árboles

$$AB \text{ media} = \sum AB_i/n = \sum \frac{DAP_i^2 * \pi/4}{n}$$

(AB media) = Área basal media.

Dap_i o AB_i = DAP o área basal para el árbol i

(n) = N° de árboles muestreados

- H es igual a altura total y altura comercial, promedio de 179 árboles registrados en una fila, correspondiente a la parcela de estudio. A lo largo de la fila la variabilidad de alturas era importante, (m)

H total = altura total promedio = 14.17 m

H comercial = altura comercial promedio = 8.91 m

El volumen del árbol medio se multiplicó por la densidad de árboles remanentes en cada muestra del rodal. Ver Anexo 5, cuadro 3

muestra	Superficie (m ²)	Nº árboles	Volumen total (m ³)	Volumen comercial (m ³)
1	500	52	7.25	4.56
2	660	63	8.69	5.46
3	1740	176	27.53	17.31
Total	2900	297	43.4	27.33

El volumen total árbol medio fue 0.150 m³ y el volumen comercial 0.095 m³.

El volumen de muestras, se llevó a volumen /ha, destacando que la densidad de árboles remanentes fue en promedio 1.003 árboles /ha.

Volumen por ha = Volumen total de muestras * 10.000/2900.

Los datos se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 17 Volumen de madera en pie rodal (F 202).

Parámetro	Volumen total	Volumen comercial
Volumen m ³ / ha	151.57	95.31
Volumen / árbol m ³	0.1565	0.095

En el rodal (*E. globulus spp maidenii*) el IMA en volumen comercial con corteza fue 15.88 m³/ha/año. Ver Anexo 5, cuadro3

b. Volumen de madera en pie en parcela de estudio (m³/ha)

Para el calculo de volumen de la parcela de estudio se aplicó la **formula básica**. Los parámetros (DAP, altura total, altura comercial) corresponden a la fila 10 registrándose un total de 179 árboles

El volumen estimado en la superficie (0.174 ha) de la fila 10, se refirió a la superficie de la parcela de estudio (0.5396), y luego a volumen /ha. La densidad de árboles remanentes fue en promedio 1.011 árboles /ha. Los datos se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 18: Volumen de madera en pie en la parcela en estudio.

Parámetro	Volumen total	Volumen comercial
Volumen fila 10 (m ³)	2756	17.33
Volumen parcela (m ³)	85.46	53.73
Volumen parcela (m ³ /ha)	158.39	99.59
Volumen / fuste (m ³)	0.151	0.095
Volumen / árbol (m ³)	0.156	0.098

En la parcela de estudio y para *E.globulus spp maidenii* el IMA en volumen comercial con corteza fue 16.6 m³/ha/año. Ver Anexo 5, cuadro 4

c. Registro de tiempos del Hr

El registro de tiempo total en la operativa del Hr fue de 11 horas 6 minutos. El tiempo efectivo de procesado de Hr se contabilizó en 10 horas 3 minutos. Siendo el tiempo improductivo 1 hora 2 minutos (30min. debido a esperas y 32 min. por imprevistos). De la relación tiempo efectivo /tiempo total, se obtiene 90.59 % de disponibilidad operacional.

El tiempo de distracciones fue 22 minutos en toda la parcela, representando el 3.4 % del tiempo total registrado. El mayor tiempo por árbol coincide con el trabajo más lento realizado por el operario, que no había operado en la parcela registrada en Norteña. Ver Anexo 5 cuadros 5 y 6.

El tiempo de procesado por árbol se desglosa en:

	segundos
Tiempo del ciclo	64
Apeo	7
Descortezado y desrame	34
Trozado	11
Desplazamiento hasta otro árbol	12

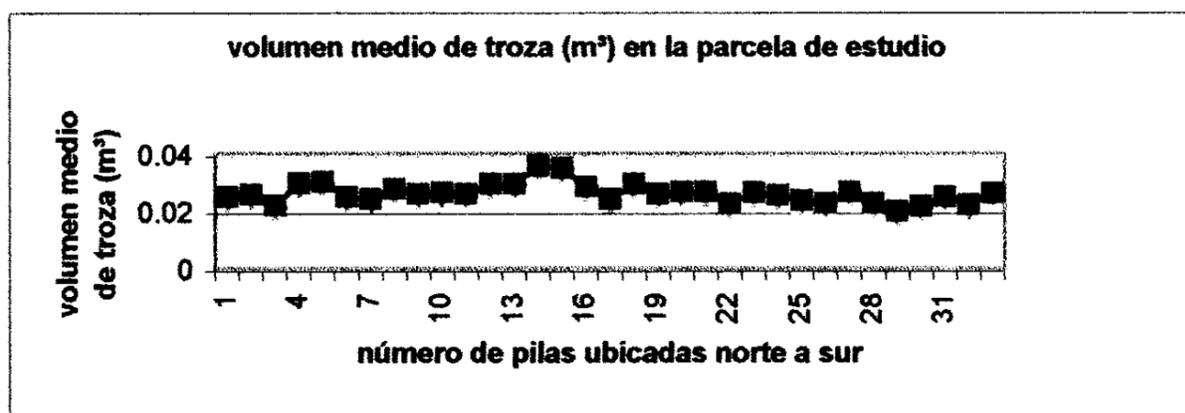
Cuadro N° 19: Tiempo del ciclo de trabajo de la parcela de estudio.

d. Volumen cosechado (m^3)

El resultado de volumen real sin corteza, cortado y procesado por el Hr en la parcela de estudio fue $46.13 m^3$, correspondiendo a $85.45 m^3/ha$. Con 1772 trozas procesadas, el volumen medio de troza correspondiente se determinó en $0.026 m^3$. Para el cálculo se utilizó la fórmula de **Smalian acumulada** Ver Anexo 5, cuadro 7

En la grafica se muestra el volumen medio de troza en la parcela de estudio, en relación a la topografía. Se observa las diferencias en tamaño de árboles encontrados en los sectores A, B, C

Gráfico N° 5: Distribución del volumen medio de troza (m^3)



Cuadro N° 20: Resultados de volúmenes obtenidos en *E. maidenii*

	Volumen total estimado	Volumen comercial estimado	Volumen cosechado
Rodal (m ³ /ha)	151.57	95.31	
Por árbol (m ³)	0.156	0.098	
Parcela (0.5396 ha) (m ³)	85.46	53.86	
Parcela (m ³ /ha)	158.39	99.59	
Vol. Cosechado en parcela (m ³)			46.13
Vol. cosechado (m ³ /ha)			85.45

e. Registro de tiempos del Taz.

Para el Taz el tiempo total de operación dentro de la parcela de estudio se contabilizó en 6 horas 39 minutos. El tiempo efectivo de operación fue 6 horas 21 minutos. El tiempo de imprevistos fue 17 minutos. 44 segundos.

El tiempo total discriminado por camión fue: 3 horas 22 minutos 30 segundos con 1:40 minutos de imprevistos en el 1º camión y 3 horas 16 minutos 41 segundos con 16:04 minutos de imprevistos en el 2º.

De la relación tiempo efectivo / tiempo total en la parcela de estudio, se obtiene un 95.55 % de disponibilidad operacional. No se registró tiempo improductivo, y desde el inicio de la extracción hasta que finalizó, estuvo ubicado en la parcela (no se trasladó).

El tiempo en la operativa promedio por viaje en saca directa se desglosa:

Cuadro N° 21: Tiempo del ciclo de trabajo en la etapa de extracción.

Actividad (h/min./seg.)	Camión 1	Porcentaje %	Camión 2	Porcentaje %
Ciclo completo	00:40:30	100	48:18	100
Viaje vacío	00:01:55	4.7	4.11	8.7
Carga	00:23:42	59	21:33	45
Viaje cargado	00:01:35	3.9	4.32	9.4
Descarga	00:12:59	32	14:26	30
Imprevistos	0:0:20	0.8	3.36	7.5
Disponibilidad operacional		99		92

Para cargar el camión 1 (de mañana) con trozas de la parcela en estudio se hicieron 5 viajes, y para el camión 2 (de tarde) 4 viajes. El mayor tiempo de descarga en el camión 2 estuvo asociado a los imprevistos sucedidos.

El tiempo de traslado en vacío fue mayor que el viaje cargado hasta el camión 1, dado que cuando el Taz terminaba de completar la carga en el campo quedaba posicionado mas cerca del camión. En el camión 2, los tiempos de viaje vacío y cargado, fueron mayores respecto al camión 1 por la mayor DPM. Anexo 5 cuadro 9

f. Volumen de saca y de carga (m³) (m.e.)

Todo el volumen procesado dentro de la parcela se extrajo por saca directa. El volumen sólido cargado en cada camión se obtuvo contabilizando las gavillas en el terreno y el número de trozas en cada una.

En la ultima descarga al camión 1, quedaron 18 trozas que se cargaron en el camión 2. El volumen de esas trozas se estima multiplicando el N^o de trozas (18) por el volumen promedio de troza correspondiente al sector de la parcela donde se extrajeron.

El volumen comercial de la parcela (46.13 m³) se distribuyó:

Camión 1: 26.298 m³
volumen promedio troza al norte = 0.027 m³
974 trozas * 0.027 = 26.298 m³

Camión 2: 19.18 m³
volumen promedio troza al sur = 0.024 m³
798 trozas * 0.024 = 19.18 m³

Con los datos del predio y la información de Las Pléyades

Cuadro N° 22: Volumen extraído.

	Camión 1	Camión 2* parcela 65.3 %
Peso toneladas ton	23.97	26.80
Volumen estéreo m.e.	40.72	50.894
Volumen sólido m ³	26.298	19.18
Densidad ton /m ³ (1)	0.91	0.91
Coef. de apilamiento (2)	0.645	0.577
Relación peso/ m.e. (3)	0.588	0.526

* La carga en el camión 2 fue un 65.3 % ($33.23/50.894*100$) con trozas de la parcela de estudio. Por prorratio se estima el peso de carga de las trozas de la parcela en 17.5 ton.

Para los 2 camiones la densidad estimada a la entrega (peso / volumen sólido) fue 0.91 ton/m³. En cambio el coeficiente de apilamiento (volumen sólido / volumen estéreo) se diferenció por el menor volumen y diámetro de troza, resultando menor coeficiente de apilamiento en el camión 2.

En relación al peso por metro estéreo de madera entregada, se verifica los datos del cuadro anterior en función del coeficiente de apilamiento y la densidad (asumiendo que es igual para ambos camiones).

$$\text{Densidad (1) * C A. (2) = } 0.91 \text{ ton/m}^3 * \text{ m}^3/\text{m.e.} = \text{(3) ton/m.e.}$$

F. PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS (Hr-Fw) y (Hr-Taz)

La productividad de los equipos se refiere al rendimiento en volumen relacionado al tiempo insumido en la operación de cada etapa de cosecha; se obtiene en función de la disponibilidad total de los equipos. Se calculó la productividad de los equipos para Hr, Fw y Taz en cada sistema de cosecha:

$$\text{Productividad del equipo} = \text{volumen (m}^3\text{)} / \text{tiempo (horas efectivas)}$$

La productividad del Hr en cada alternativa resulta en:

Productividad m³/h = volumen de trozas procesadas m³/h efectiva.

Cuadro N° 23 Productividad del Harvester.

Alternativa A	Alternativa B
21.465 m ³	46:13 m ³
5:35 horas efectivas	10:02 horas efectivas
3.9 m ³ / h	4.6 m ³ / h

Se excluyeron los tiempos indirectamente productivos como ser: paradas para almuerzo, descanso del operario y mantenimiento de la máquina, (carga de combustible y engrase).

Anaya (1986) definió para una hora de funcionamiento de la maquina 45 minutos de operación y 15 minutos. de reparación y mantenimiento; básicamente ya establece un descuento de tiempo, cada determinado tiempo de trabajo (turno). Esto explica porqué las horas registradas por los operarios en sus turnos son más extensas que las horas motor (horómetro) de la máquina, encontrados en los registros de reporte diario del Hr.

La productividad del Fw se calculo en base al volumen sólido y estereo extraído y cargado en camiones.

Productividad del **Fw** m³/h = volumen extraído y cargado m³/h efectivas:

Cuadro N° 24: Productividad del Forwarder.

	Saca directa	Carga en camión
Volumen (m ³)	21.465	24.545
h efec. (h/min./seg.)	2:35:00	2:45:00
Productividad (m ³ /h)	8.586	8.925
Productividad (m.e./h)	15.75	16.36

* El volumen estéreo en horas por saca directa se determino según el coeficiente de apilamiento calculado para *E. viminalis* (0.545).

En la parcela de estudio los tiempos fueron directamente productivos ,ya que no se contabilizaron tiempos improductivos (retrasos e imprevistos). Los tiempos improductivos como el error del camionero, y el traslado de la máquina al campamento luego de finalizar la carga de 3 camiones se observaron fuera de la parcela de estudio.

La productividad del Taz se calculó con el volumen sólido extraído y cargado en camiones y en volumen estéreo.

Productividad del Taz m³/h = volumen extraído y cargado m³/h efectivas

Cuadro N° 25: Productividad del Tractor agrícola.

	Parcela	Camión 1	Camión 2
Volumen (m ³)	46.13	26.298	19.19
h efectivas (h/min./seg.)	6:21:00	3:20:00	3:00:00
Productividad (m ³ /h)	7.264	7.89	6.39
Productividad (m.e./h)	11.37	12.24	10.23

* El volumen estéreo en saca directa se determina según el coeficiente de apilamiento calculado para *E. globulus spp maidenii* (0.645 y 0.577 de camiones) y carga.

Además de los tiempos directamente productivos, hubieron imprevistos, contabilizándose como tiempos improductivos de retraso evitable. Se descontaron del tiempo total porque afecta la disponibilidad operacional. Los tiempos improductivos inevitables fueron esperas, y son aquellos debido a la naturaleza del trabajo y su continuidad sobre líneas racionales (descanso, necesidades personales, etc,)

En el capítulo II. C se expresó que la productividad es afectada por la disponibilidad total de los equipos, y está integrada por la disponibilidad mecánica y operacional.

$$\% \text{Disponibilidad Total} = \% \text{ disp. Mecánica} * \% \text{ disp. Operacional}$$

Este calculo se establece en porcentaje del tiempo de operación proyectado con los descuentos de tiempos de roturas (disponibilidad mecánica), y descuentos de tiempos de esperas e imprevistos (disponibilidad operacional).

Las roturas del Hr determinan un menor **porcentaje de disponibilidad mecánica**. Debido a que existieron roturas de importancia del equipo, que no fueron registradas en las alternativas donde se situaron las parcelas de estudio, se

considera la carencia de un dato que refleje la realidad (esto también ocurre para las otras máquinas).

En sustitución se usaron los porcentajes de disponibilidad mecánica, encontrados en la planilla de referencia. Esta es una limitante del alcance en presente estudio. En el siguiente cuadro se observan dichos datos.

Cuadro N° 26: Disponibilidad mecánica de los equipos

Equipos	Harvester	Forwarder	Tractor con zorra
Disponibilidad mecánica	85	90	90

El **porcentaje de disponibilidad operacional** se calculó como el tiempo de operación efectivo en porcentaje del tiempo total de operación proyectado. El primer tiempo son las horas efectivas trabajadas, y el segundo tiempo son las horas totales de trabajo incluyendo tiempos improductivos (esperas e imprevistos), (Ver cuadro siguiente).

$$\text{Disponibilidad operacional} = \text{tiempo efectivo} / \text{tiempo total} * 100$$

Cuadro N° 27: Disponibilidad operacional de los equipos.

Alternativa A

Equipo	Tiempo productivo	Tiempo total	% disponibilidad operacional .
Harvester	5:23:34	6:12:06	86.8
Forwarder	2:33:35	2:33:35	100

Alternativa B

Equipo	Tiempo productivo	Tiempo total	% disponibilidad operacional.
Harvester	10:03:38	11:06:18	90.
Taz camión 1	3:20:50	3:22:30	99*
Taz camión 2	3:00:35	3:16:41	92*

* se promediaron para aplicar en la siguiente.

* tiempo en (h/min./seg.)

Disponibilidad total: Se multiplican los valores de disponibilidad mecánica y operacional de cada máquina.

Cuadro N° 28: Disponibilidad total de los equipos.

Sistema alternativa A:

Equipo	Disponibilidad mecánica	Disponibilidad operacional	% disponibilidad total .
Harvester	85	86.8	74
Forwarder	90	100	90

Sistema alternativa B:

Equipo	Disponibilidad mecánica	Disponibilidad operacional	% disponibilidad total
Harvester	85	90.6	77
Taz	90*	95.5	86

* se considera igual al Fw por carecer de otro dato

Los porcentajes se emplean, para establecer la cantidad de horas programadas y horas efectivas de trabajo anual, y en base a estas se calculan algunos costos.

G. COSTOS

La mayor parte de los costos en los sistemas de cosecha del estudio de caso 1 es común para ambos sistemas. De la información a incluir en la planilla de cálculos se indica el origen, y así como los supuestos y los cálculos necesarios, en el orden como se encuentran en la planilla de referencia.

1. Información básica aplicada

Precio de lista: La empresa Idalen, adquirió las maquinas a un precio de US\$ 250.000 el Hr y US\$ 180.000 el Fw. Según el representante de Bell este precio registró un aumento a junio del año 2000 en US\$ 185.000.

Valor residual: Se obtuvo 15 %, porcentaje brindado por la empresa.

Tasa de interés anual: Es el costo de oportunidad, tasa utilizada en el interés anual del capital medio (6%).

Disponibilidad mecánica: Se consideró el valor aplicado en la planilla de referencia. Para Hr = 85% y para Fw = 90%.

Vida útil de las máquinas: Se encuentra en manuales de Bell Equipment: Hr en 15.000 h y Fw en 18.000 h.

Producción horaria: se aplicó el resultado de productividad (redondeado) de cada equipo.

Para el sistema alternativa A: Hr 4 m³/ h, y Fw 9 m³/h

Para el sistema alternativa B: Hr 4.5 m³/ h, y Taz 7.3 m³/h

Reparación y servicio: Según el manual, se estima 70 % del precio de la máquina cada 10.000 horas. Es decir se carga 7 % cada 1000 horas. Se calcula el costo horario de reparación y servicio por equipo:

Costo horario de reparación = precio de adquisición de máquina *(0.07)/1.000

Costos de infraestructura: Es el costo anual de la estructura de apoyo de estas máquinas. Se asumió el valor de la planilla de referencia siendo el costo total

del sistema US\$ 15.000. Se establece un 50 % del costo por máquina en la alternativa A. En la alternativa B, se establece solo para el Hr, debido a que el otro era un equipo contratado.

Consumos horarios: Se elaboró un cuadro de consumos de aceites, y de grasa utilizando los consumos promedios en Suecia expuestos en el capítulo II. C. Los consumos se calcularon en base a la productividad obtenida de los equipo. Para el Hr se empleó el valor máximo 4.5 m³/h y para el Fw 9 m³/h .

El cálculo correspondiente de consumo de aceites y grasa por hora efectiva:

Para Hr: Consumo horario = (consumo promedio) / 1000 m³ * 4.5 m³/h

Para Fw: Consumo horario = (consumo promedio) / 1000 m³ * 9.0 m³/h

Cuadro N° 29: Consumo de lubricantes.

CONSUMO	HARVESTER	FORWARDER
Hidráulico	0.156	0.153
Motor	0.038	0.072
Transmisión	0.016	0.054
Grasa	0.008	0.014
Cadena	0.016	

* consumo en l/h y grasa Kg/h.

Para el consumo de gasoil se emplearon los consumos reales promedio; comparados con los consumos del manual de los equipos, se consideran aceptables. Para el Hr se efectuó un promedio de consumos obtenidos de 19 registros de reportes diarios en dos períodos; de igual manera, para el Fw, se analizaron 10 registros de un período. Ver Anexo 3

Cuadro N° 30: Consumo de combustibles.

Consumo gasoil (l/h)	HARVESTER	FORWARDER
DE MANUAL	11-13	9-11
DE REGISTROS	11.32	9.18

Precios de combustibles y aceites: Shell, es la marca que provee a la empresa. La empresa consigue descuentos por compra a granel y por convenios. (cotización del dólar enero del 2000 US\$ = \$ 12). en el siguiente cuadro se presentan los precios (IVA incluido) de los distintos productos utilizados.

Cuadro N° 31: Precio de los lubricantes y combustibles usados.

Producto	Uso	Precio \$/l	Precio US\$/l
Gasoil	Combustible	6.1	0.508
Donax TM	Aceite hidráulico	22.0	1.83
Rotela diesel	Aceite motor	61	5.08
Helix diesel	Aceite transmisión	82	6.83
Grasa	Grasa	80**	6.66**
Aceite SAE 30	Aceite cadena *	37	3.08

*aceite cadena por 20 litros, \$ 740.

**Precio por kg

Duración de la espada de corte: de la planilla de referencia la duración por producción es de 3.000 m³. Suponiendo una producción horaria de 5 m³, La duración determinada es 3.000 m³ o 5 m³/h = 600 horas efectivas.

Precio de espada de corte: por información del representante, varía entre US\$ 75-80 , según la cotización de la moneda. Para el calculo se supone el valor mínimo US\$ 75.

Duración de cadena de corte: La relación de duración de cadena: espada es 6: 1,(información para motosierra Stihl). Se establece 100 horas efectivas de uso.

Precio de cadena de corte: según el representante de Bell un rollo de 33 m de cadena vale US\$ 400; se obtienen unos 25 cambios de cadena, alcanzando un precio unitario de US\$ 16.

Horas de trabajo programadas: Se calculó teniendo en cuenta 2 turnos/ día, de 10 horas/ turno. Implica un tiempo de operación por día de 16 horas efectivas programadas, considerando lo aportado por Anaya (1986) donde en una hora maquina (motor) $\frac{3}{4}$ es tiempo productivo (del total 20 horas) y $\frac{1}{4}$ es tiempo de mantenimiento y reparación.

En 42 semanas al año de trabajo, se descuenta 10 semanas con lluvia (72 días), y con un trabajo semanal de 6 días cada operario. Resultado en 4032 horas programadas anuales.(4032 = 16*6*42)

Disponibilidad de operación: es la relación en porcentaje de horas efectivas de trabajo y tiempo en horas total, de acuerdo a la operativa de los equipos en cada sistema.

Disponibilidad operacional de los equipos en %.

Equipo	Harvester	Forwarder	Tractor con zorra
Alternativa A	86.8	100	
Alternativa B	90.6		95.5

Disponibilidad total: Se multiplican los valores de disponibilidad mecánica y operacional de cada máquina.

% disponibilidad total de los equipos

Equipo	Harvester	Forwarder	Tractor con zorra
Alternativa A	74	90	
Alternativa B	77		86

Horas efectivas de trabajo: se calculan de acuerdo al tiempo de trabajo en horas programadas, multiplicado por la disponibilidad total de cada equipo.

$$\text{Horas efectivas} = \text{horas programadas} * \text{disponibilidad total}$$

Salario de operarios maquinistas: El salario nominal promedio de los dos operarios del Hr era 266 \$/día, incluyendo carga social El salario expresado en dólares equivale a 22.16 US\$/día Para el operario del Fw, el salario nominal era 220 \$/día (carga social incluida). En dólares equivale a 18.33 US\$/día. Para determinar el costo horario del salario. fue considerado 10 horas diarias de trabajo con 2 horas de descanso.

Carga social: La carga social o leyes sociales, totalizan 20.125 % al nivel de salario líquido entre 3 y 6 Salario mínimo Nacional (SMN). La misma estaba integrada por 15 % de aporte al BPS, 3 % a DISE, y el restante 2.125 % a IRP y FRL

a. Información solo aplicada en Alternativa B:

Contrato de tractor con grúa: el servicio para la saca y carga con Taz tiene un costo establecido de 1.9 US\$/m.e. Para ingresarlo en la planilla de calculo se convirtió a costo en US\$/m³ aplicando el coeficiente de apilamiento. El coeficiente de apilamiento calculado con los datos de la parcela: (46.13 m³ / 73.2 m.e. = 0.63)

El costo/m³ del Taz contratado = costo (en US\$/m.e.) / CA =

(1.9/0.63 = 3 US\$/m³)

El costo horario es el costo US\$/m³ por el volumen sacado y cargado por hora.

b. Información extra recabada

Esta información aunque no fue aplicada se expresa como parte del trabajo, justificando porque se descartó .

Seguro: un seguro contra incendio de las máquinas del BSE, mantiene una tasa de 3.5 % por mil de valor de las máquinas. Las máquinas no estaban aseguradas.

Tasa de interés: El costo de crédito en BROU como posible tasa utilizada (Libor: 7.25 + 3 puntos + IMABA 1.5) 11.75 %. El costo de crédito en COFAC era 14%. (junio 2000) .

Impuestos: Estas máquinas no gravan impuestos y aranceles a la importación, están exentas de IVA y se anula el costo.

Repuestos en vida útil: El representante de Bell mencionó, como alternativa de calculo el 10 % anual del valor de la máquina, el cual varía en función de las horas de uso efectivo. Con mantenimiento preventivo sería un 7 % menos. Por ser variable con respecto al uso anual se dificulta el cálculo.

Servicio cada 1000 horas: Se podría proponer como un promedio de valores encontrados en las 3 planillas de referencia. Para el Hr 2.46 % y para Fw 3.46 %. Simplemente se consideró este costo incluido dentro del costo reparación y servicio

Consumos: Se elaboró un cuadro con información de reportes diarios del Hr. Por faltar el similar para el Fw, se deja expreso como información extra. A su vez se presentan los consumos de manuales a fin de corroborar con la información de registro

Cuadro N° 32: Consumos obtenidos del manual.

CONSUMO manual	TH120 HARVESTER	T12B FORWARDER
Gasoil	11-13 l/h	9-11 l/h
Aceites	10-14 % consumo gasoil	4-5 % consumo gasoil

Cuadro N° 33: Consumos obtenidos de registros de reportes diarios.

CONSUMO registros	HARVESTER	FORWARDER
Gasoil	11.32 °	9.18 °
Aceite hidráulico	0.392	s/d
Aceite de motor	0.059	s/d
Aceite de transmisión	0.020	s/d
Grasa	0.05	s/d
Aceite de cadena	0.625	

° Consumos que están como en manual.

Unidades: l/h (combustibles y aceites) y kg/h (grasa)

Horas de trabajo efectivas: De los registros del Hr se analizó un promedio de 12 horas efectivas/ día, durante el período considerado. Se verifica un mayor número de horas trabajadas en la primer semana de febrero, 19 h efec./día, 7 h efec. más, respecto al promedio (12) en el período de noviembre hasta febrero.

Cuadro N° 34: Horas efectivas /día, obtenidas de reportes diarios.

FECHA	HOROMETRO	HORAS EFECTIVAS	HORAS EFECT./DIA	TOTAL DE DIAS
PERIODO 1	Año 1999			
2 al 5 nov	5073.9-5105.3	31.4	7.85	4
No trabajó				
8 al 9 nov	5105.3-5131	25.7	12.85	2
No trabajó				
12 al 18 nov	5131-5202.8	71.8	10.25	7
19 al 25 nov	5202.8-5277.9	75.1	10.72	7
Primer rotura	37 días rota			
PERIODO 2	Año 2000			
9 al 17 enero	5302.6-5399.7	97.1	10.78	9
18 al 24 enero	5399.7-5481.9	82.2	11.74	7
<u>Segunda rotura</u>	7 días rota			
1 al 7 feb	5488.9-5602.5	113.6	18.93	6
Período 1		204	10.20	20
Período 2		299.9	13.63	22
Total registrado		503.9	11.99* promedio	42

* Horas efectivas /día promedio trabajado en 1999-2000 por Harvester. (37 días en ese tiempo la máquina estuvo rota).

2. Formulas de calculo

(a) Amortización horaria

- valor de amortización: $A = VN - VR$
- amortización hora: $A (hora) = A / vida \acute{u}til \text{ horas}$

(b) Interés por hora

- interés de capital medio: $I = (VN + VR) / 2 * (i / 100)$
- interés hora: $I (hora) = I / \text{horas anuales programadas}$

(c) Costo de salario horario

- salario nominal por día promedio de operarios de Hr
- salario nominal por día de operario del Fw

$S = \text{salario jornada} / \text{horas de trabajo diario}$

(d) Costo de estructura horario

- costo anual de estructura para cada máquina
- $E = \text{costo de estructura} / \text{horas anuales programadas}$

(e) Costos fijos totales: Son los costos hundidos que se considera en tiempo de roturas de las máquinas, o bien cuando el clima no permite su funcionamiento .

$$CF = a + b + c + d$$

(f) Consumos horarios

- consumos de aceites, grasa, y combustibles
- precios de cada insumo
costo consumo (hora) = consumo x precio.
- se agregan los consumos para cada máquina.

(g) Repuestos y servicio

- costo de repuestos y servicio cada 1000 h = precio máquina * 7/100
- repuestos y servicio = costo estimado / 1000 hora efectivas .
Los neumáticos están incluidos en este cálculo de costo .

(h) Herramientas de corte para Hr

- precio de cadena y espada
- duración de cadena y espada

costo herramientas (hora) =precio / horas duración

(i)Costos variables totales: son los costos que se consideran cuando las máquinas operan

$$\boxed{\text{Hr} = \text{CV} = f + g + h}$$

$$\boxed{\text{Fw} = \text{CV} = f + g}$$

3. Planillas de costos

En las planillas se presenta numerada la información general, junto con los datos de mantenimiento, reparación, consumos, precios de insumos y repuestos. Por último se presentan las horas programadas y efectivas de trabajo anual, con la disponibilidad total de cada una de las máquinas y el costo de salario.

Finalmente se calcularon los costos horarios de los componentes individualizados por máquina, y se suman por un lado los costos fijos totales, y los costos variables totales. Los valores totales se dividieron por la productividad de cada máquina, para calcular el costo fijo y variable por volumen de las mismas. Finalmente se suman los costos por volumen y por hora de las máquinas, para obtener el **costo del sistema por volumen y costo del sistema/ hora**

Por último la **estructura de costos** se elaboró con la proporción de los costos componentes del sistema, se representó en una gráfica en la cual se identifica cada costo por el orden numerado en la planilla. La misma permite visualizar en la alternativa B el costo de contratación en relación al costo del sistema y de la máquina en propiedad de la empresa Idalen.

Los costos horarios de consumos de aceites, grasa y gasoil por máquina complementarios se anexaron en la hoja correspondiente de cada sistema.

Sistema Harvester - Forwarder se presenta en la primer planilla .

Sistema Harvester - Tractor con grúa se presenta en la segunda planilla.

F. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En base a los resultados de las estimaciones y la estructura de costos para cada alternativa se identifican los elementos más importantes en cada alternativa del estudio de caso. Esto permite determinar elementos de la operativa del Hr comparando los dos sistemas solo en la etapa de corte. La discusión que atañe al desarrollo forestal sostenible se reúne para las dos alternativas del estudio de caso 1.

1. Alternativa A

El sistema Hr- Fw tiene un costo total estimado de 14.75 US\$/m³ y de 77.12 US\$/h. En la etapa de corte y procesado del fuste fue 11.12 US\$/m³ y 44.47 US\$/h y en la etapa de extracción 3.63 US\$/m³ y 32.65 US\$/h. En cuanto a la estructura, los costos fijos representan 45 % y los costos variables 55 %

De acuerdo a la baja productividad resultante en la parcela de estudio, se considera que existe una proporción muy alta de costos fijos un 35%, básicamente corresponden amortización e intereses del capital invertido. El nivel elevado de estos costos se explican por el costo de capital (tasa 6 %) y al alto nivel de inversión. Por último 5 % corresponde a mano de obra y 5 % a costos de la estructura.

Los costos variables comprenden un 55 %, donde un 40 % corresponde a mantenimiento y reparación, 13% a combustibles y 2% a lubricantes. El costo de combustibles se constata en la bibliografía, observándose que los consumos están dentro de lo normal. Sería factible reducir los costos variables si disminuyera el precio de los insumos y repuestos (en dólares).

En nuestro país se verifican las carencias en el respaldo, servicio y soporte pos venta. Si bien, la empresa propietaria de las maquinas ha procurado la estructura de apoyo para el funcionamiento de las mismas, ha sido incompleto. El costo de esta estructura de apoyo planteado para la estimación previa fue supuesto, ya que se carecía de otro dato. Es importante que la empresa que adopte la mecanización reconsidere este costo aunque incide en 5 %.

En la estructura de costos del sistema, el costo salarial representa un 5 %, siendo mínimo respecto a los costos de maquinaria que representan el 95 % del costo total.

Los costos indirectos, como ser: pérdida de volumen comercial en el descortezado y altura de tocón, los daños a cepas por los neumáticos y orugas; disminución de rebrote de cepas cubiertas con residuos y pérdida de productividad futura por compactación del suelo y así como el efecto de residuos contaminantes, son algunos aspectos importantes observados durante el trabajo de las máquinas. Su análisis requiere un estudio exhaustivo. Otras pérdidas de madera pueden ocurrir durante la carga habiéndose observado el descarte de trozas por mal descortezadas. (requisito de Fanapel).

Otras observaciones implican costos adicionales, excluidos en la estimación. Se debe tener en cuenta el traslado del Hr en camión (con chata) de una empresa a otra en forma rápida, evitando roturas de la máquina. Considerando los altos costos fijos se puede decir que es más barato optar por el costo de traslado en camión. El costo será siempre mayor cuando exista mayor dispersión de áreas a cosechar y cuando la superficie de rodales sean de menor extensión

El costo / volumen del sistema para la empresa Arvel S.A. (14.75 US\$/m³) comparado al ingreso por la venta del servicio de cosecha a Norteña (9 US\$/m³) muestra un resultado económico negativo. El ingreso (60 % del costo) cubre los costos variables (55%) y una parte (5%) de los costos fijos. Esto significa que el uso de ambas máquinas propias no recupera gran parte del capital de inversión, faltando cubrir 40% de los costos fijos.

Una importante observación es que la baja productividad del sistema, probablemente sea debida a la baja productividad del monte. Cotejado en la bibliografía un requisito de operación de estas máquinas en Brasil es que la productividad del monte tenga como mínimo 200 m³/ha; lo cual implica que el Hr tenga como mínimo una producción horaria de 9 m³/ha.

En la parcela de *E. viminalis* la productividad del monte fue 86.8 m³/ha, valor inferior a la estimación del rodal, 120.6 m³/ha de volumen comercial. Los rendimientos en volumen de árbol medio resultaron en 0.151 m³/árbol volumen total y 0.101 m³/árbol volumen comercial. Según la gráfica presentada por Hakkila (1994) (ítem II C), la productividad con mecanización para este tamaño de árbol se encuentra en un nivel muy bajo (80 m³/hombre/día).

Una precondition para el funcionamiento del sistema es contar con una estructura de apoyo y mano de obra bien capacitada. Estos aspectos no se han establecido completamente en nuestras condiciones. Con una estructura de apoyo adecuada se evitaría mucha pérdida de tiempo, (disponibilidad de las máquinas) evitando roturas o reparando inmediatamente los desperfectos. Los operarios deben estar capacitados para hacer reparaciones simples, como por ejemplo un cambio de

mangueras del sistema hidráulico, debiendo tener los repuestos en el momento de la rotura.

La mano de obra tenía poca capacitación y experiencia, lo cual permite mantener un bajo nivel salarial de los operarios. En contraposición se rompen más las máquinas por uso inadecuado, o bien se detecta extensión de horas por turno trabajado en relación a las horas maquina, (motor) que según Anaya (1986) contempla un mantenimiento y reparación de 15 minutos por hora trabajada. En definitiva resulta mas caro y difícil de controlar.

Para la empresa es mejor invertir en capacitación del personal, de esta manera se evita la inadecuada operación y roturas. Cuando se invierte en capacitación es necesario que el personal permanezca en la empresa, debiendo ofrecerse un salario acorde y estimulante para alcanzar las metas de producción. Un aspecto social a considerar es que el uso de modernas máquinas requiere mano de obra especializada. Acorde a la capacitación puede exigirse un mejor desempeño de los operarios.

Es necesario revisar la conveniencia de un salario base (menor) y un porcentaje extra por producción. Esto surge como alternativa, ya que cuando se rompe la máquina, la empresa debe mantener mas bajo el costo fijo de salario. Al momento de realizado el estudio la empresa debió otorgar licencias durante un mes tras la rotura del Hr. El problema radica cuando la maquina se rompe mas de una vez en el año. Esto parece explicar la sustitución de operarios, coincidente con la rotura del Hr al inicio del estudio.

Un hecho relacionado a la modalidad de pago considerando un beneficio extra por producción, es que puede resultar una forma de control de horas de trabajo efectivo y horas turno de trabajo indemnizado a los operarios. El tiempo horas turno se extiende mucho más que las horas efectivas trabajadas, e implica una ventaja en el cobro del trabajo para los operarios desde que se paga por hora y no por producción.

Respecto al numero de personas que operan el Hr; parece insuficiente que dos operarios puedan cubrir el descanso diario o semanal en la rotación de turnos. Por un lado el mal descanso a intervalos de 4 o 5 horas, es posible que disminuya la atención y la coordinación del operario, aun cuando su adaptación al horario sea buena. El descanso semanal de un operario recarga las horas de trabajo al otro, debiendo ese día trabajar el doble. Sería significativa la perspectiva de aumentar las horas efectivas por día, haciendo referencia a la organización, horarios y número de operarios.

Tras la existencia de un único operario del Fw el mismo debe tener dedicación completa y está exigido a cubrir el trabajo como se presente. Como limitación del estudio dado el poco tiempo, y la breve información de este equipo, nos impidió lograr un mejor análisis de la operativa, organización del trabajo, mantenimiento y reparación. Un elemento a considerar, es el uso inadecuado de esta maquina en la carga de trozas. Cuando el operario acomoda las trozas suspendidas en el aire las golpea contra los neumáticos; esto sugiere su carencia de preparación y capacitación, y la importancia que implica dicha faena en la rotura de la grúa y neumáticos.

2. Alternativa B

El sistema Hr- Taz tiene un costo total estimado de 12.67 US\$/m³ y de 66.37 US\$/h

En la etapa de corte fue 9.67 US\$/m³ y 44.47 US\$/h y en la etapa de extracción 3.0 US\$/m³ y 21.9 US\$/h. En cuanto a la estructura de costos del sistema, los costos fijos representan 30 % y los costos variables 70% e incluye el contrato del Taz (32%).

El costo promedio del Taz contratado, fue 3.0 US\$/m³, correspondiente al volumen total de la parcela de estudio. Según la productividad del Taz por camión, el costo varia entre US\$ 2.82 y US\$ 3.29. Esto se dio porque en el primer camión que inicio la saca por el norte tenia menor DPM. El camino donde se posicionaba el camión quedaba a pocos metros y perpendicular a la parcela de estudio, de manera que el mismo acompañaba el trayecto del tractor. Además en la parcela en ese punto coincidió que tenia mayor rendimiento en volumen de producto. (Ver anexo 5, cuadro 8).

De acuerdo a la productividad resultante en la parcela de estudio, fue menor la proporción de costos fijos, 30%, estos corresponden básicamente a amortización e intereses del capital invertido, al igual que en la alternativa A; se explican por el alto costo de capital.

En este sistema se agrega al costo variable el costo de contratar el Taz en la etapa de extracción (1.9 US\$/ m.e.). comprendiendo un 34 %.

Los otros costos variables comprenden un 36 %, y corresponden al Hr. Los principales costos se desglosan en: 26% mantenimiento y reparación, 9% consumo de combustible y 1% lubricantes.

El costo de la estructura de apoyo, planteado para la estimación como un supuesto, debería ser reconsiderado en estimaciones de costos reales pese a que incide en un 3 %.

En la estructura de costos del sistema, el costo salarial de la empresa representa 3%, este costo es menor que en la alternativa A. En este sistema, el costo de salario del tractorista está incluido en el servicio contratado por la empresa. Se contrata el conjunto hombre máquina.

Respecto a costos indirectos como ser pérdidas de madera y de productividad se destacan los mismos que en la alternativa A, y están muy relacionados a consideraciones ambientales por el uso directo de la maquinaria. En esta alternativa se observó otra pérdida de madera durante la carga, cuando los camioneros rebajan los extremos de las trozas con motosierra para emparejar los fardos. Esto último es otra de las consideraciones que deben tenerse en cuenta cuando se envía la carga, ya que la misma puede no ser admitida en su destino.

Para este sistema debe tenerse en cuenta el costo adicional del traslado del Hr en camión (con chata), ya explicados en la alternativa A

El costo / volumen del sistema para la empresa Arvel S.A. (12.67 US\$/m³) comparado al ingreso por la venta del servicio de cosecha a la empresa Idalen S. A. (9.0 US\$/m³) también refleja un resultado económico negativo. El ingreso (70%) cubre los costos variables 70% y 0% de los costos fijos; significa que el uso del Hr tampoco recupera el capital invertido, restando cubrir 30 % de costos fijos.

Como se discute en la alternativa A, el resultado económico es probable que esté asociado a la baja productividad de monte.

En la parcela de *E. globulus spp maidenii* la productividad del monte fue 99.59 m³/ha, valor mayor a la estimación del rodal 95.31 m³/ha de volumen comercial. Los rendimientos en volumen de árbol medio resultó en 0.156 m³/árbol volumen total y 0.098 m³/árbol volumen comercial. La productividad con mecanización para este tamaño de árbol según la gráfica (II C), da un nivel muy bajo (80 m³/H/día)

Es importante la estructura de apoyo y el nivel de capacitación de la mano de obra, así como también la adaptación a la operativa. En este sentido se constató la diferencia de trabajo de los operarios. Los tiempos registrados por ciclo en la etapa de corte, fueron 2 segundos por árbol más lento comparando con la alternativa A. Se verificó un mejor desempeño durante el descortezado y desrame, del mismo operario que trabajó solo, en la parcela de estudio de la alternativa A.

Diferencias en capacitación, adaptación al trabajo y experiencia de los operarios del Hr, pueden ser elementos importantes en la operativa de la máquina. Debería establecerse un perfil de requisitos a efectuarse mediante un programa y preselección de candidatos. En el mismo se debería tener en cuenta el costo de capacitar al personal para evitar la inadecuada operación y roturas; y lograr una mayor disponibilidad total de las máquinas. Además el operario deberá contar con una capacitación mecánica básica para reparaciones ocasionales.

El uso del Hr requiere mano de obra especializada, con salario acorde a la capacitación, y a la antigüedad en la empresa. Para este aspecto se considera el mismo análisis propuesto para la alternativa A.

3. Análisis y discusión de aspectos para ambas alternativas del estudio de caso 1

En la etapa de extracción resultó que el costo total / m³ para el Fw fue 3.63 US\$/m³ siendo mas caro que el Taz (3.0 US\$/m³). En esta etapa, la diferencia entre los dos sistemas (0.63 US\$/m³), podría disminuir si la productividad del Fw aumenta de 9 a 11 m³/hora dado que se diluyen los costos fijos por m³. Suponiendo esa productividad (11 m³/h) el Fw puede ser comparable al Taz contratado alcanzando un costo aproximado de 2.97 US\$/m³. El Taz contratado resulto un poco mas barato respecto al Fw alcanzando una productividad de 7.3 m³/hora.

El costo del personal permanente que opera las maquinas, en ambas alternativas tienen baja proporción del costo mano de obra, 5 % en alternativa A y 3 % en la alternativa B. Cabe resaltar que el salario del tractorista esta incluido en el costo de servicio de extracción contratado.(hombre-máquina). Los costos restantes son de la maquinaria y consumos respectivos, representando 95 % en la alternativa A y 97 % en la alternativa B .

De acuerdo a las disposiciones legales vigentes, del decreto 372/99 se destaca las comodidades que cuentan los operarios de las máquinas, las mas importantes son: el campamento móvil, un vehículo de traslado hasta la máquina (moto o triciclo), radio comunicador con la oficina, alimentos provistos por la empresa y artículos de limpieza, así como la entrega diaria de agua fría y carne. Parte de la infraestructura de apoyo, estaba integrada por un mecánico que movilizándose en camioneta 4x4 se encargaba del control diario y funcionamiento de las máquinas.

El recurso mano de obra es residente de Piedras Coloradas, Guichón y otros alrededores; los mismos acompañan el desarrollo del sector forestal en el país. Es importante determinar la magnitud del recurso, y la posible sustitución de la mano de obra por la aplicación máquinas.

En cuanto a la mecanización intensiva, las principales consideraciones ambientales están relacionadas directamente al uso de las máquinas.

Durante el tiempo que se hizo el estudio con clima seco, tras una lluvia de 96 mm se observaron huellas de 20 cm de profundidad ocasionadas por el Hr. Si bien las pisadas de oruga no se registran en todo el terreno es importante conocer alguna medida de la compactación del suelo en condiciones variadas de clima y estaciones. Debe recordarse que estas máquinas fueron planificadas para trabajar en países nórdicos, donde las mismas se desplazan sobre una capa de hielo en invierno y provocan daños mínimos al suelo.

Frente a roturas de mangueras del sistema hidráulico, se constató visualmente el derrame de importantes cantidades de aceite, lo cual implica tener en cuenta el efecto contaminante. Se puede disminuir el efecto con el empleo de aceites biodegradables y más caros, como se está empleando en Suecia. También se puede controlar con un mantenimiento preventivo de la maquinaria.

Luego de la operativa del Hr, la disposición de residuos en el campo se observa desordenada. En otro rodal donde varios meses antes se uso el Hr, las cepas recubiertas pierden vigor y fuerza de rebrote; a su vez quedan con más humedad, favoreciendo la descomposición, lo cual implica pérdida de cepas. El desorden de residuos aumenta el riesgo de propagación de incendio, por la continuidad en el terreno de material combustible. La reincorporación de nutrientes minerales al suelo es en toda la superficie, a diferencia de la disposición ordenada en rameros.

El volumen de residuos aumenta desde que los rodillos además de corteza extraen fajas de madera. Esto se puede reducir cuando los fustes son más derechos, ya que en menor número de pasadas se logra un buen descortezado. Es importante destacar que con la seca el descortezado de cualquier especie se dificulta en distinto grado. Además en la especie *E. viminalis* con alto porcentaje de árboles bifurcados(11.6%) el volumen de residuos por árbol es mayor por lo tanto mas perdidas de volumen comercial.

La altura mínima de corte es restringida por las mismas piezas del cabezal que impiden colocar el elemento cortante mas abajo que el tope del propio chasis. Es importante la irregularidad del terreno ya que la existencia de camellones dificulta aun más bajar la altura de corte. Otro factor que influye en la altura del tocón es el enmalezamiento, ya que el mismo dificulta la visibilidad y entorpece la labor. La altura mínima difícilmente baje los 10 cm.

Se cuestiona el daño a las cepas como un factor importante que incide en la productividad futura del monte. En la operativa del Hr se observó el paso de orugas por encima de las cepas cuando maniobra en giro de 180° para iniciar otra calle de corte, (alternativa A) o cuando se dirige a cargar combustible (acorta camino). En la operativa del Fw, y del Taz, la gran cantidad de residuos que se encuentran sobre las cepas impiden visualizar las mismas, y evitar pisarlas durante la saca.

En otro orden de consideraciones se encuentran los factores climáticos que afectan el uso de las máquinas. Debido a las temperaturas muy elevadas en verano (al mediodía) la viscosidad de los fluidos disminuye por lo tanto la respuesta en la operativa del sistema hidráulico, hace forzar más el motor de la máquina. En verano es preferible el descanso de la máquina en horas de mayor calor.

Aún cuando el operario del Hr esté protegido contra lluvias torrenciales y vientos, es prudente detener la máquina. El aumento de la humedad relativa en los meses de invierno y lluvias si el suelo está muy húmedo es otro motivo por el cual se detiene la actividad del Hr. Si bien el Fw puede operar en condiciones de terreno húmedo, también llega al punto que se aplica lo anterior, debiendo detener la máquina.

En ninguno de los casos se percibió distorsión del paisaje o efecto sonoro. El rescatar posibles daños a la fauna por el uso de maquinaria intensiva es un aspecto que se relaciona a las normas que las empresas deberán seguir en el camino hacia la eco certificación de bosques reconocidos internacionalmente (ISO 14000 , 14001 y FSC)

IV. RESULTADOS ESTUDIO DE CASO 2

Esquema de la secuencia de etapas:

Etapa descriptiva
Etapa de campo en cosecha
Etapa de campo en extracción
Etapa de gabinete

Se seleccionó un predio donde el sistema de cosecha con mínima mecanización permitiera mantener características similares en cuanto al origen y edad del monte, respecto al estudio de caso 1.

A. ETAPA DESCRIPTIVA

1. Características del emprendimiento

El enfoque descriptivo se centró en la explotación agropecuaria; e interés principalmente caracterizar el emprendimiento dentro de la zona. Se describe la empresa forestal, y también aspectos relacionados a la empresa contratista que cumplió la actividad de cosecha en el predio .

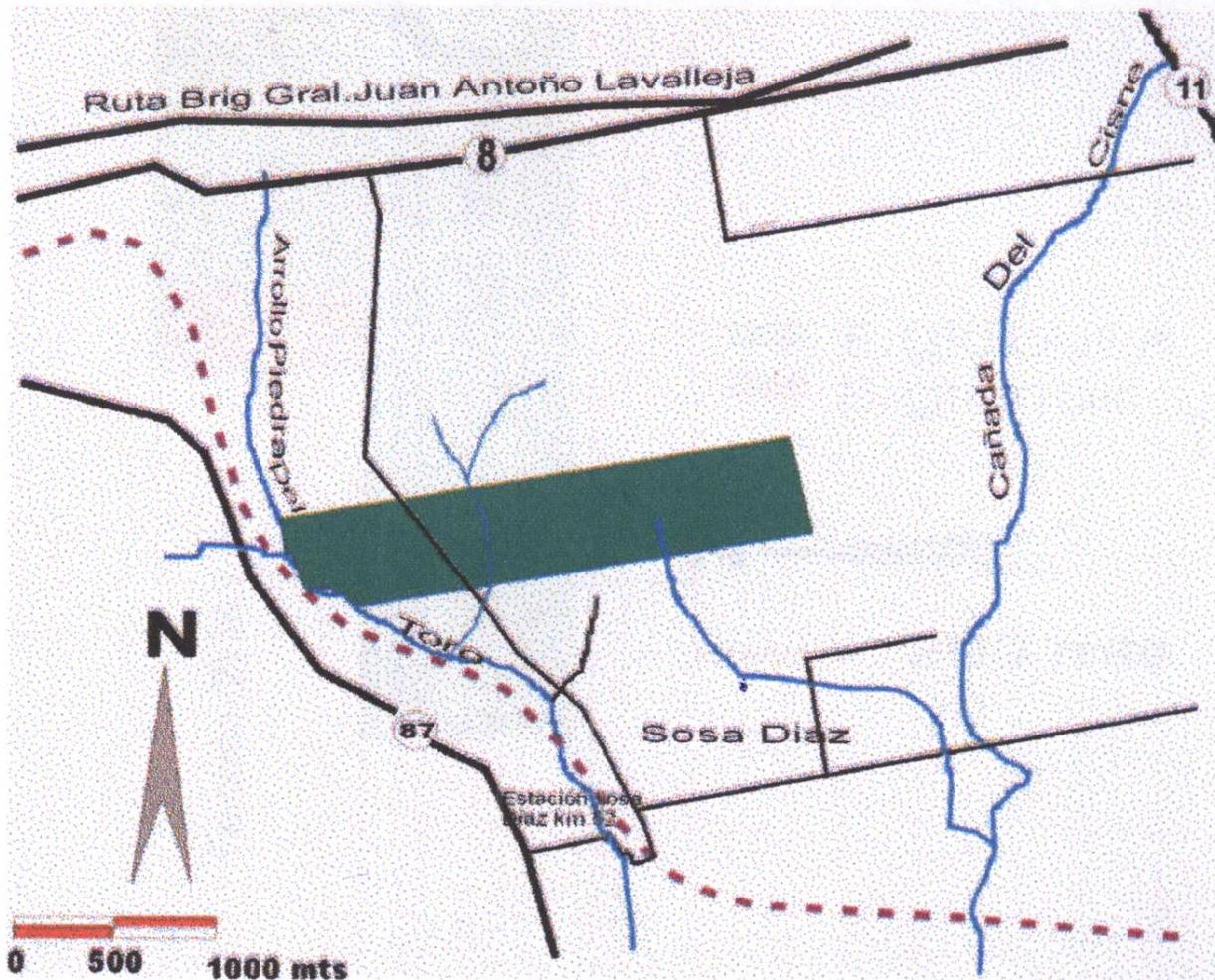
a. Ubicación

El predio está en la 18ª Sección Judicial del Departamento de Canelones. Al mismo se accede por el km. 43 de la ruta 8, por un camino hacia el sur; encontrándose la entrada del predio a 3 km. El paraje próximo es Sosa Díaz. Ver mapa de ubicación del predio en estudio.

b. Tenencia

La explotación agropecuaria abarca 114 ha en total. La superficie en propiedad era 54.7 ha, correspondiendo a una fracción del padrón anterior, (nº 9056) con el cual se registran los suelos Coneat. Las restantes 60 ha del mencionado padrón eran arrendadas, y estaban divididas en dos potreros. En las mismas se realizaba ganadería y se usaban las mejoras (tajamar, caminos, construcciones) para las faenas propias del rubro.

Figura N° 11: Mapa de ubicación del predio en Canelones



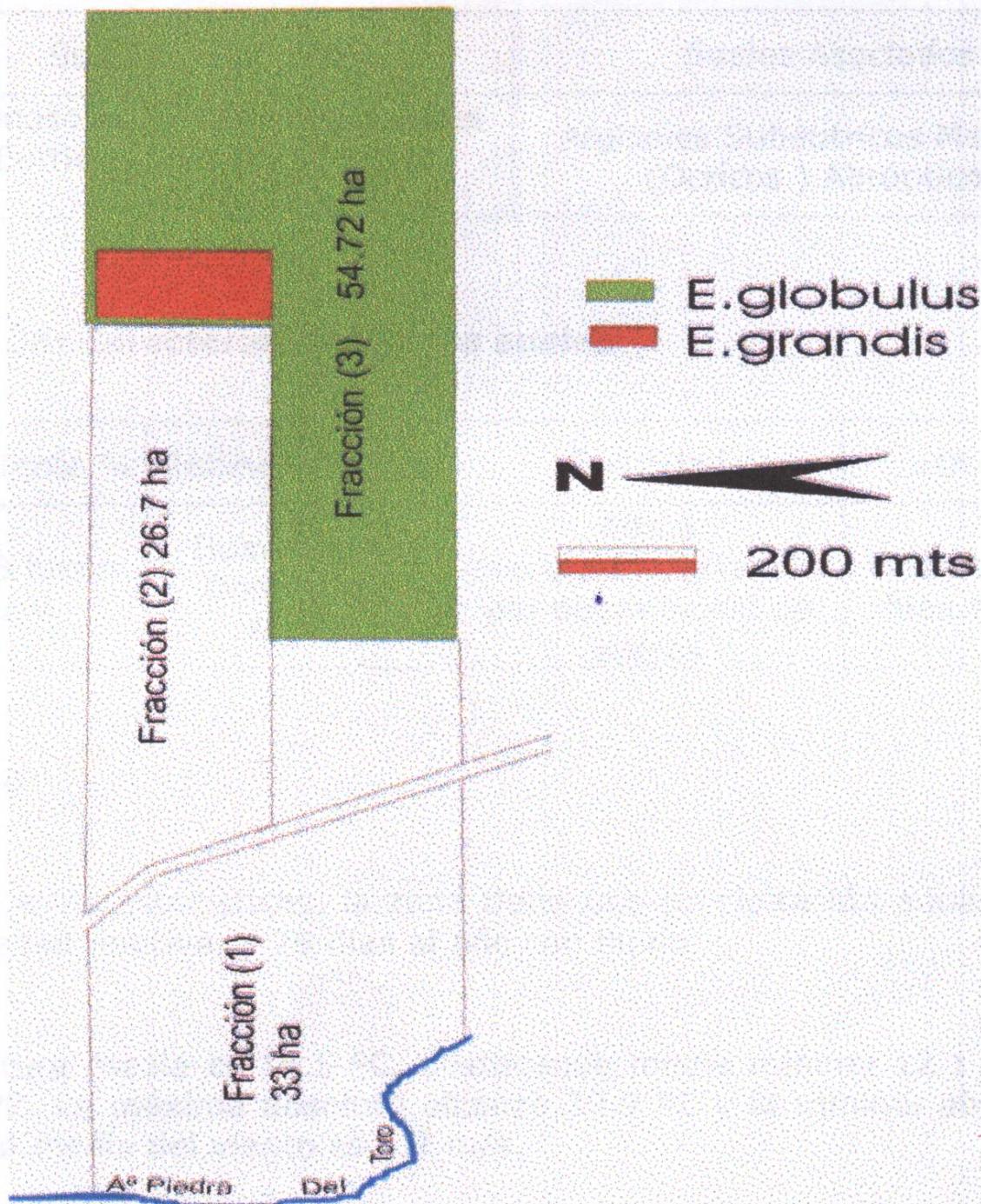
c. Forestación

La superficie efectiva forestada abarca 35 ha, estando constituidas por 31.5 ha de *Eucalyptus globulus* spp. *globulus* y 3,5 ha de *Eucalyptus grandis*. Esta superficie se encuentra sin registrar en la Dirección Forestal, dado que el suelo no es de prioridad forestal.

La superficie de *E. grandis*, se vendió en la modalidad de monte en pie, y los productos a extraer de esta especie serían colocados en la construcción (postes, puntales y columnas). De la especie *E. globulus* como insumo de la cadena principal, en la región sur y este, se extrajo madera pulpable en trozas de 3 m, con diámetro mínimo 7.5 cm. También se extrajo trozas de 1 m de largo y menor diámetro para leña. El manejo previsto era el ingreso de pastoreo, unos meses después de la cosecha.

En el cuadro se indican los tipos de suelos presentes y su clasificación dentro del grupo Conest 10.6a) los mismos no son clasificados como suelos de prioridad forestal. Dichos suelos concuerdan por las características del grupo 10.6a) pero como mayor limitante presentan un alto grado de erosión; por dicho motivo el uso actual es pastoril.

Figura N° 12: Plano del predio en Sosa Díaz



d. Suelos

En la carta de reconocimiento de suelos, (DSF escala 1/1.000.000) esta zona corresponde a la Unidad Toledo.

En el cuadro se indican los tipos de suelos presentes y su correspondiente grupo Coneat 10.6b; los mismos no son clasificados como suelos de prioridad forestal. Dichos suelos concuerdan con las características del grupo 10.6^a, pero como mayor limitante presentan un alto grado de erosión; por dicho motivo el uso actual es pastoril.

Cuadro N° 35: Tipo de Suelos.

Suelo Coneat	Suelos Dominantes	Suelos Asociados
10.6 b	Brunosoles Subéutricos a veces Eutricos Dístrico Típicos y Lúvicos.	Argisoles Subéutricos Melánicos (Ocrícos) Abrúpticos.

Cuadro N° 36: Características de los suelos

Suelo Coneat	Pendiente %	Relieve -Paisaje	Fertilidad	Drenaje
10.6b	1 -3 hasta 2-4	Suavemente Ondulado a fuerte	Alta a moderadamente alta por degradación de suelos	Moderadamente bien drenados

e. Clima

De acuerdo a las estadísticas, la zona tiene una precipitación anual 1098 mm, con 75 % humedad relativa, y 79 días al año con lluvia.

La temperatura media es 16.5 °C, destacando media mínima 12.1 °C y media máxima 21.1 °C. La máxima absoluta alcanzó 39.9 °C y la mínima absoluta - 0.5 °C. La velocidad media del viento es 5.7 m/s.

En el anexo N° 1 (cuadro n° 3) se presentan los registros de las variables temperatura, precipitación y viento, durante el registro de datos de campo. Se destacaba el inicio de un período húmedo con lluvias registradas semanalmente, alcanzando los 50 mm por día.

f. Empresa forestal

El enfoque descriptivo en relación a la cosecha forestal, básicamente incluye el contrato del servicio, producto y mercado, planificación y organización.

i. Contrato del servicio de cosecha

El tamaño del emprendimiento no justifica mantener infraestructura de recursos para la cosecha, por lo tanto el servicio fue contratado. El costo del servicio incluyendo cosecha, saca, carga y el transporte hasta playa de acopio en Montevideo, fue 16.5 US\$/ton. En efecto, la cosecha, saca y carga sin transporte costaba 9 US\$/ton. El pago del servicio se hacía contra entrega de madera.

La composición de costos por contrato resulta en 100 % un costo variable; el mismo varía en función de la cantidad de producto que se entrega en puerto. La forma de pago, brinda seguridad, para que todas las etapas se cumplan, sin generar un problema de flujo de caja para quien contrata el servicio.

El costo directo de cosecha desliga algunas preocupaciones al dueño del monte; sin embargo debía supervisar el cumplimiento de las condiciones acordadas, y atender eventuales decisiones en cambios de la planificación. La supervisión de la cosecha, o el cumplimiento de la mano de obra, la realizaban tanto el propietario como el contratista (de común acuerdo entre las partes).

ii. Productos y mercado

El producto que se extraía principalmente eran trozas descortezadas de 3 m, siendo madera pulpable con destino a la exportación. La comercialización se realizaba por intermedio de una empresa a la cual Tile S.A. compraba el producto, la misma cedía parte de su cuota a la solicitante. Esta empresa pagaba por volumen sólido de carga recibida en puerto.

Ya que el precio pagado era por volumen de madera, existía la desventaja que entre el momento de corta y el momento de entrega el volumen disminuye un poco. Contrariamente, si el precio fuera pagado por el peso de carga, dada la merma de agua en la madera, sería una pérdida importante de cobro de dinero. Esta consideración debe tenerse en cuenta cuando la saca se retrasa más de una semana, (mínimo tiempo previsto a la entrega) y al momento de trabajar con madera poco densa.

Para *E. globulus spp globulus* el peso de madera verde oscila en 1.0 ton/m³ observándose que el mismo disminuye con el correr del tiempo. La empresa Tile S.A. estimó esa disminución una semana posterior a la cosecha, (tiempo normal de entrega) obteniendo como resultado una densidad media de 0.91 ton/m³ (Com. Pers. Cabrera, Z. 2000). Esta medición se realiza en la primer entrega y en envíos posteriores solo se registra el peso de carga, calculando con la densidad, el precio del volumen a pagar.

iii. Planificación y organización

La planificación de cosecha se inició en época de sequía, (febrero). Según las condiciones de clima, se supuso que en dos meses todo el monte estaría cosechado. Los registros meteorológicos durante el estudio verifican el cambio del clima; efecto por el cual no pudo cumplirse con el tiempo supuesto.

Mediante un contrato expreso y firmado, se logra un trabajo responsable y se asegura su cumplimiento. En las cláusulas del contrato se estipulan las condiciones de cosecha de montes, siendo en este caso el corte a tala rasa. Los cambios en la planificación durante la cosecha, se establecieron por mutuo acuerdo entre las partes. El cambio de las condiciones climáticas, trajo aparejado la modificación en la ubicación de caminos, depósitos de madera y lugar de corte de cuadrillas.

Tanto la etapa de corte como la extracción de madera se dificultaron, retrasando la saca un mes mas de lo previsto. La época del año, (otoño), caracterizada por el aumento diario de la HR y el descenso de la temperatura, impedía que el suelo secase. Este efecto sumado a las abundantes lluvias era agravado por el tipo de suelo, (arcilloso) impidiendo el tránsito de los camiones cargados de madera. Asimismo la actividad de corta se retrasó por los vientos y la abundante precipitación.

Respecto a la situación inicial, se decidió instalar los caminos de saca al norte, tirar alambrados, utilizar sendas de la fracción contigua y establecer apilado en depósitos. Respecto a las cuadrillas, se las ubico al norte o sea mas próximas al punto de carga de camiones. A su vez tuvo que corregirse los bajos, (con postes, ramas y leña) para mejorar el tránsito del tractor.

2. Servicio de cosecha

En este punto se describe la empresa contratista, el servicio de cosecha y los principales aspectos de maquinas relacionados al mismo.

a. Empresa contratista

La empresa cuenta con más de 5 años en la actividad, presta servicio a varios emprendimientos en la región. Ello implica un conocimiento adecuado de asignación de recursos, sobre todo en mano de obra empleada en forma intensiva, así como la calidad e intensidad requerida, en distintas épocas del año.

Un aspecto interesante es verificar qué sucede con la proporción de ganancia, y también con la estructura de costos, cuando la extracción se retrasa más de una semana a lo previsto. Como se estableció, el cobro del producto es por volumen de madera entregada, calculado en función del peso de la carga y la densidad media de madera a la semana de entrega. El pago de la mano de obra es semanal, por tanto se plantea un problema de flujo de dinero para el contratista. La empresa debe estar capacitada para salvar tal situación. Al consultar al contratista, su respuesta como solución fue obtener prestamos de dinero.

La subcontratación de mano de obra intensiva es de varias cuadrillas; cada una esta integrada por un motosierrista y un grupo de ayudantes o preparadores de trozas. En algunos casos hay capataz de cuadrillas, encargado de varias cuadrillas al mismo tiempo. Cada cuadrilla trabaja a ritmo muy disímil, acorde a las características físicas de sus integrantes. Algunas cuadrillas se destacan en rendimiento y cumplimiento, las cuales en el momento que la cosecha disminuye por cuotas de venta, mantienen el contrato.

b. Características de las máquinas y herramientas

i. Motosierra

Cada cuadrilla en la etapa de corte emplea una motosierra forestal. La cantidad de modelos y marcas usadas, abre una gama de precios de adquisición dispares. El propietario de la motosierra puede ser el encargado de una cuadrilla, o a veces es capataz de varias cuadrillas.

La motosierra utilizada en las parcelas de estudio era de la marca Husqvarna y tenía 4 meses de uso. La información de consumos que se obtuvo fue imprecisa porque es muy variable y relativa a cada jornada, además no llevan registros.

A efectos de aplicar en los cálculos para la estimación de costos, se describe la motosierra Stihl 038 AVSEQ Magnum, con la información completa, con recambios y mantenimiento de piezas, y su vida útil en horas. Las características de la motosierra se presentan en el anexo N° 2.

ii. Tractor con grúa y zorra

En la extracción de madera, fue empleado un tractor agrícola con grúa y zorra. A medida que las cuadrillas van acumulando volumen a extraer, el Taz se traslada temporalmente entre los predios donde se está prestando el servicio. Un motivo de traslado puede ser cuando llueve, de manera que la labor se reubica hacia lugares donde el tipo de suelo permita continuar la extracción, (hasta un límite). Los días de lluvia intensa, la extracción con el tractor, se detiene por completo. A su vez cuando el tractor no está cargando camiones se encuentra estableciendo depósitos.

Las características del tractor, grúa y zorra se presentan en el anexo n° 2. La grúa fue adaptada; la zorra es de hierro con un solo eje de largo extensible y fabricada en Miguez cuyo costo fue US\$ 4.500. Las medidas establecidas de la zorra fueron: 1.80 m de alto por 2.45 m ancho arriba y 0.5 m de alto por 1.28 m ancho abajo, con 3.0 m largo. La capacidad de extracción de madera en volumen es 15.15 m.e.

iii. Mantenimiento y reparación

El mantenimiento y reparación de la motosierra es por cuenta del propietario o quien la utiliza en última instancia. El tractor con zorra cuando requiere mantenimiento, se realiza, en un taller particular. Cuando se rompe en el campo y requiere auxilio, se traslada o bien un mecánico al predio, o se lleva la pieza al taller de la zona. No tiene infraestructura de apoyo.

iv. Herramientas manuales

Las herramientas manuales para el trabajo de la cuadrilla, fueron hacha y gancho descortezador de tamaño medio. Si bien cada persona debería contar con ambas herramientas, algunas no las tenían. Para el marcado, se empleó una caña de 3 m con una esponja en la punta, embebida en aceite quemado.

c. Mano de obra

La empresa contratista tenía como personal propio y permanente al tractorista y un camionero. El pago al personal era un salario fijo, con los correspondientes aportes y un extra por producción. Los ayudantes de carga son zafrales, y cuando no hay actividad de carga, cumplen con la actividad en cosecha como preparadores de trozas. A un ayudante de carga se le pagan 3 \$/ton.

En la estructura de contrato, el encargado de cuadrilla se considera subcontratista, este es quien contrata personal para la preparación y apilado de trozas. Durante el trabajo cada cuadrilla se subdivide en número de una a tres personas por corte o lucha, según sus preferencias, experiencia y conocimiento de trabajo. Así se efectúa la contabilidad del trabajo y se establece el cobro por trozas preparadas semanalmente.

El subcontratista es el responsable último del cumplimiento y control de las condiciones de cosecha estipuladas en el contrato. Capacita en el trabajo a los integrantes cuando comienzan y en cada jornada provee con la tirada de árboles a cada subgrupo formado.

En el estudio de caso el subcontratista era el motosierrista, y tenía dos años de experiencia en la actividad. Respecto a los ayudantes preparadores de trozas que trabajaron en cada parcela de estudio, un grupo tenía la experiencia de una semana de actividad, y el otro grupo tenía más de un año en la tarea.

Cabe mencionar que en otro predio, un capataz es el subcontratista con 3 cuadrillas a su cargo. En cada cuadrilla el motosierrista pasa a ser un subencargado, cuya tarea la enmarcan los preparadores de trozas, solicitándole el apeo de árboles cada jornada, dependiendo el mismo del rendimiento y la asistencia que tengan por jornada. En este caso es el capataz, quien controla el trabajo y no el motosierrista.

Con respecto a la alimentación y descanso de los subgrupos de cuadrillas, en modo general era variable. Algunos establecían dos horas de descanso al mediodía y se trasladaban para el almuerzo. Otros descansaban en el monte una hora para beber o alimentarse un poco, finalizado antes la jornada de trabajo.

B. ETAPA DE CAMPO

1. Sistema con mínima mecanización

En un sistema con mínima mecanización se aplica mano de obra intensiva en la etapa cosecha de árboles, y equipo mecanizado en la etapa de extracción (tractor agrícola con grúa y zorra). El sistema fue definido en el punto II.D. Este sistema es el que tiene menor nivel de inversión, considerando la extracción de madera mecanizada y atendiendo a los principios ergonómicos en la saca y carga de la misma.

Para iniciar este estudio de caso se observaron las condiciones de trabajo en cosecha, próximo al registro de datos. Las condiciones eran muy variables, el factor humano y el clima, fueron decisivos para determinar la ubicación de las parcelas de estudio

a. Características del rodal

El rodal en estudio había sido plantado en 1993 (en su totalidad) con la especie *E. globulus spp globulus*. El marco de plantación fue de 3 x 3 m, alcanzando una densidad inicial de 1111 plantas/ha, actualmente es de 963 árboles/ha. Al momento de realizarse la corta el monte alcanzaba la edad de 6 años y presentaba un bajo porcentaje de árboles bifurcados. Las filas de 220 m de largo estaban orientadas de norte a sur; encontrándose mayor variedad de alturas a lo largo de las mismas. El monte se encontraba limpio de malezas, con pastos y chircas de porte menor a 0.60 m, acorde al manejo integrado con pastoreo.

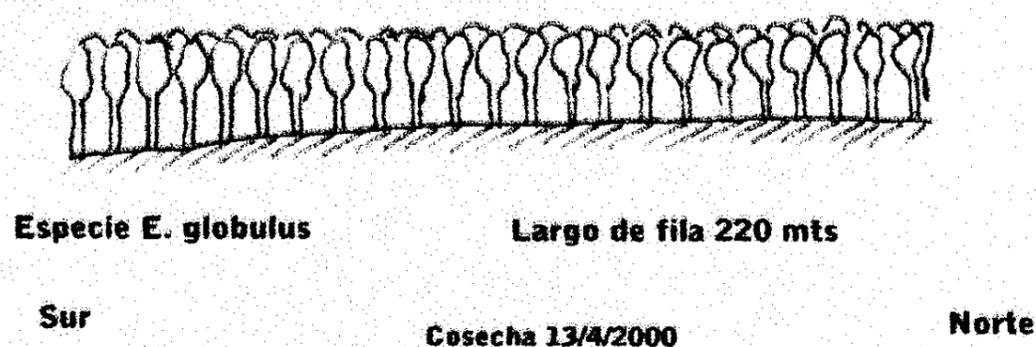
Para caracterizar cuantitativamente el rodal se identificaron 5 parcelas rectangulares de 135 m², por muestreo aleatorio simple (MAS). En cada una se censaron los árboles comerciales midiendo DAP (promedio de dos medidas perpendiculares), alturas total y comercial. La altura comercial se midió considerando el diámetro mínimo comercial = 7.5 cm. Ver Anexo 6, cuadro 1.

Cuadro N° 37: Diámetros y alturas en el rodal de *E. globulus*

Parámetro	DAP cm (1.30 m)	Altura total m	Altura comercial m
Promedio muestras	14.8	14.89	9.48
Desvío estándar	1.63	1.05	0.83
Coefficiente de variación %	11.0	7.0	8.5

En cuanto a la topografía, existía poca pendiente a lo largo de las filas de árboles como se muestra en el esquema

Figura N° 13: Topografía de las parcelas de estudio.



b. Parcelas de estudio

Se identificaron 2 parcelas de estudio, para asegurar el registro de datos de tiempo debido a las condiciones, por cualquier contratiempo que se presentara.

Se efectuó un análisis previo del trabajo observando: las subdivisiones de la cuadrillas, el ritmo, el clima, la organización semanal, sub-etapas de la etapa de corte y preparación de trozas (lunes a viernes), y el apilado (sábado), para ubicar las parcelas de estudio.

Las características de cada parcela de estudio, se presentan en el cuadro.

Cuadro N° 38: Características de las parcelas de estudio.

PARCELAS	1	2
N° de filas	1	3
Largo en (m)	207	66
Ancho en (m)	3	9
Superficie en (m ²)	621	594
Bifurcados	Si	no
% árboles bifurcados	5.6	0
N° de árboles comerciales	50	58

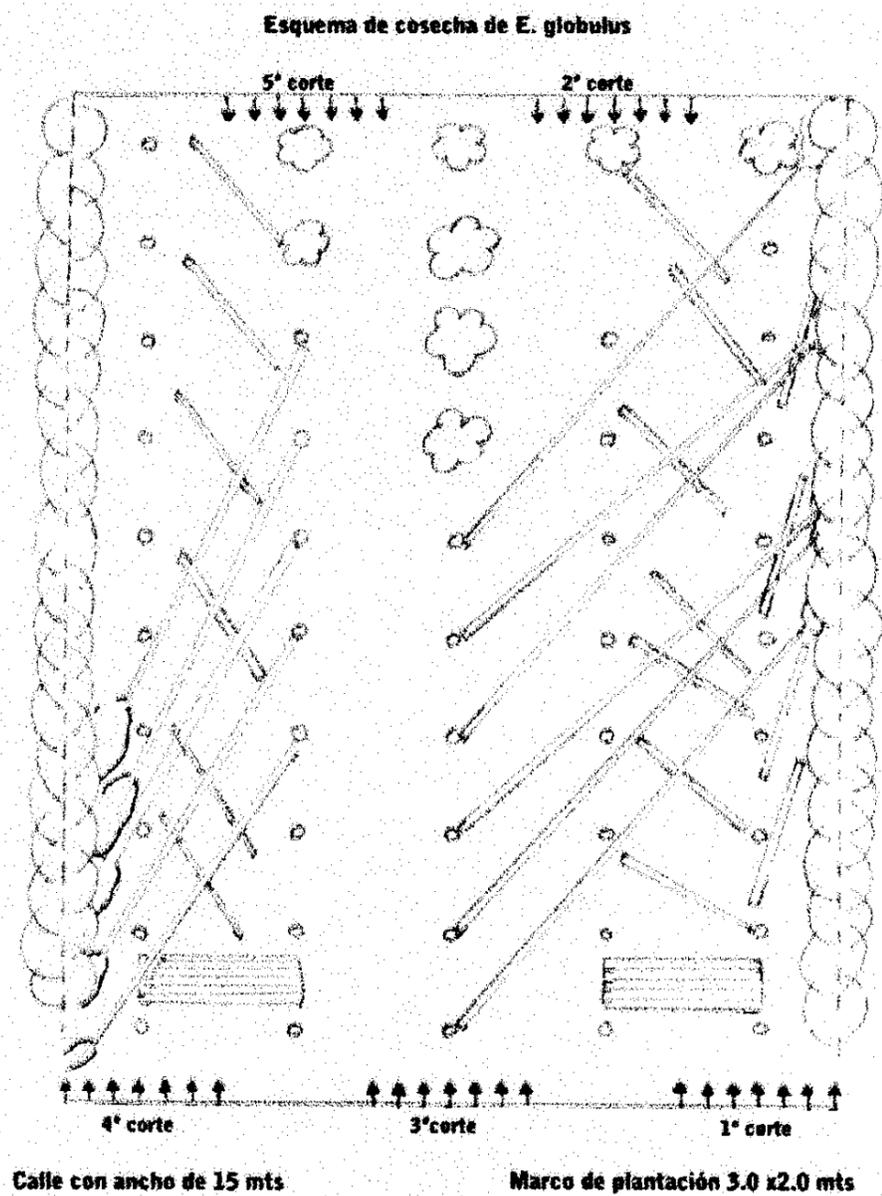
Para caracterizar cuantitativamente las parcelas, se censaron los árboles comerciales en DAP con diámetro mayor a 7.5 cm. Se registró la altura total y altura comercial, considerando esta última al diámetro crítico = 7.5 cm. Ver Anexo 6, cuadro 2.

Cuadro N° 39: Diámetros y alturas en las parcelas de estudio.

Parámetro	DAP cm (1.30 m)	Altura total m	Altura comercial m
Promedio parcelas	15.44	15.6	10.62
Desvío estándar	0.16	0.46	0.37
Coefficiente de variación %	1.0	3.0	3.5

Parámetro del árbol medio	DAP cm (1.30 m)	Altura total m	Altura comercial m
Parcela 1	15.33	15.93	10.89
Parcela 2	15.55	15.27	10.36

Figura N° 14: Esquema de cosecha manual.



c. Cosecha

El momento de cosecha en las parcelas de estudio fue el mismo día, por tanto se dispuso un esquema de registro de tiempo, para conseguir los datos en las dos parcelas de estudio:

- **estudiante 1:** registrar la actividad del motosierrista iniciada en la parcela 1, y luego en la parcela 2. A continuación registrar la actividad de los 2 ayudantes preparadores de la parcela 2.
- **estudiante 2:** registrar la actividad de los 3 ayudantes preparadores en la parcela 1.

Se describen las sub-etapas del tiempo directamente productivo consecutivas en el orden de intervención dentro de las parcelas.

En la parcela 1, dicha etapa se inició y finalizó en la misma jornada. Horario 7.45 - 11:05 y 12 -15.45 descansan una hora

En la parcela 2: la etapa de corte duró una jornada y parte de otra. Descansaron al medio día: horario 9-11.45 y de 14.30 a 16.30 y siguen al día siguiente 9-10.55

APEO : la actividad del corte de árboles con motosierra se efectuó por "tirada". Primero se ejecutó en la parcela 1, realizándose una sola "tirada" y luego se hicieron dos "tiradas" en la parcela 2. La técnica de vuelco, consistió en dejar los topes próximos a la futura ubicación de los rameros, para facilitar la ordenación de residuos.

PREPARACION: la actividad incluye, desrame, despunte con hacha, y ordenación de residuos con la mano. Los ayudantes al finalizar la preparación del fuste dejándolos sin ramas y sin punta, marcaban el largo comercial de la base al tope. Se observaron errores y pérdidas de tiempo por inexperiencia, en la parcela 1. Un error fue cuando se iniciaba el marcado desde el tope hacia la base. Otra pérdida de tiempo fue por falta de herramientas. En la parcela 2 trabajaban 2 preparadores con mas experiencia.

TROZADO: el motosierrista trozaba el fuste preparado y marcado cada 3 m en trozas para pulpa, y a la vez controlaba el diámetro mínimo comercial, por último seccionaba trozas de 1 m para leña. Se prorrateó el tiempo de trozado para pulpa del tiempo total de intervención en cada parcela

DESCORTEZADO: se retira la corteza de las trozas usando el gancho descortezador. Cada ayudante en la parcela 2 marcó el número de trozas para contabilizarlas. Es la etapa que insume más tiempo en cada parcela

APILADO: se realizó como única actividad el día sábado, cuando contabilizan las trozas procesadas de toda la semana para cobrar el trabajo. El motosierrista ese día no efectúa corte. También se llama engavillado a esta actividad ya que establecen grupos de 10 trozas descortezados por gavillas para la saca posterior de la madera.

N° gavillas en cada parcela = n° de trozas total / 10

Las trozas procesadas en cada parcela fueron: en la parcela 2: 161 por dos preparadores y en la parcela 1: 147 por tres preparadores, en total 308 trozas. Respecto al largo de troza 3.0 m se constató la tolerancia permitida de 5 cm. Las medidas registradas fueron el diámetro promedio, de dos medidas perpendiculares, de ambos extremos de cada una de las trozas en el terreno

d. Extracción de madera

Para reunir los datos que permitiesen identificar las características del área de trabajo durante la extracción, se realizó un estudio de tiempos de la operativa del Taz en una jornada (se utilizó el método de tiempo continuo)

Debido a los cambios de planificación en la extracción, la situación climática inestable, y al estado de los caminos, la etapa de extracción fue independiente de la etapa de cosecha respecto a la superficie de las parcelas de estudio.

De modo que, por falta de continuidad de registros de tiempos y volumen de extracción, con respecto a las parcelas de estudio donde se condujo la etapa de cosecha, el volumen sólido de extracción se debía estimar, aplicando el volumen promedio de troza de las parcelas de estudio.

En la operativa, el Taz en una jornada cargó de 2 camiones, iniciando la carga en horas de la mañana y finalizando al oscurecer. Se realizó la saca directa al camión con una DPM de 900 m. y además carga desde depósitos ubicados al costado del camino.

El operario (tractorista) finalizó la carga del primer camión al mediodía. luego de un intervalo de descanso de 35 minutos, continuó la carga del segundo camión.

Cumplió el segundo turno en horas de la tarde. Los mayores tiempos registrados por imprevistos estaban asociados al mal estado de los caminos y al barro.

Al finalizar la saca directa se tomaron las medidas de carga en camión en volumen estéreo, midiéndose cada fardo y posteriormente se registró el volumen al completar cada fardo con la carga desde los depósitos.

Cuadro N° 40: Volumen estereo extraído y cargado al camión.

Volumen estéreo (m.e.)	Camión 1	Camión 2	Jornada
Saca directa	14.9	35.1	50
Carga desde depósitos	31.4	15.8	47.2
Total volumen	46.3	50.9	97.2
Trozas en saca directa	300	844	1144

Las medidas de carga total fueron:

Camión 1: Volumen estéreo medido 46.3 m e.
Peso de carga de remito en Tile: 27.79 ton

Camión 2: volumen estéreo medido 50.9 m.e.
Peso de carga de remito en Tile: 30.46 ton

La densidad estimada a la entrega en Tile: 0.915 ton/ m³

C. ETAPA DE GABINETE

1. Procesamiento de datos

Se procesaron los datos registrados en la etapa de campo.

a. Volumen estimado del rodal (m^3/ha) y volumen /árbol

Para cada parcela, se aplicó la **formula volumétrica básica**, considerando los parámetros DAP, altura total y altura comercial del árbol marca de clase en cada parcela (m)

El volumen /parcela se llevó a volumen /ha, destacando el promedio y el coeficiente de variación muestreada. La densidad de árboles remanentes fue en promedio 933 árboles /ha.

Cuadro N° 41: Volumen de madera en pie del rodal de *E. Globulus*.

Parámetro	Volumen total	Volumen comercial
Volumen promedio (m^3/ha)	132.45	90.77
Desvío estándar (m^3/ha)	42.5	31.9
C V %	32.1	35.9
Volumen / árbol m^3	0.142	0.097

Para la especie *E.globulus spp globulus* el IMA en volumen comercial con corteza fue $15.13 m^3/ ha/ año$. Los datos se presentan en el anexo 6, cuadro 3.

b. Volumen de madera en pie en parcelas de estudio (m³/ha)

Para la parcela de estudio se aplicó la **formula básica**: obteniendo los parámetros (DAP, altura total, altura comercial) para los árboles comerciales

Cuadro N° 42: Volumen de madera en pie de las parcelas de estudio.

Parcela 1:

El volumen /parcela se llevó a volumen /ha. La densidad de árboles remanentes fue 805 árboles/ha.

Parámetro	Volumen total	Volumen comercial
Volumen Parcela (m ³)	7.79	5.33
Volumen (m ³ /ha)	125.4	85.8
Volumen / árbol m ³	0.155	0.106

Parcela 2:

El volumen de parcela se llevó a volumen /ha. La densidad de árboles remanentes fue 976 árboles/ha.

Parámetro	Volumen total	Volumen comercial
Volumen Parcela (m ³)	8.43	5.71
Volumen (m ³ /ha)	141.9	96.12
Volumen / árbol m ³	0.145	0.098

Para la especie *E.globulus spp globulus* el IMA en volumen comercial con corteza fue 16.0 m³/ ha/ año, promedio en las parcelas de estudio. Ver Anexo 6, cuadro 4.

c. Registros de tiempos de mano de obra.

Los resultados de tiempos totales insumidos en las tareas en cada parcela de estudio se presentan en el cuadro en las actividades numeradas de 1 a 6 .

Cuadro N° 43: Tiempos individuales por superficie de la parcela.

		P N° 1	P N° 2	P N° 1	P N° 2
Actividad en (h/min./seg.)		Tiempo conjunto		Tiempo solo ayudantes	
Apeo	1	0:16:39	0:13:22		
Preparación	2	2:09:31	2:14:12	2:09:31	2:14:12
Marcado	3	0:13:33	0:09:35	0:13:33	0:09:35
Trozado	4	0:13:53	0:17:42		
Descortezado	5	3:37:24	2:16:36	3:37:24	2:16:36
Apilado	6	1:13:30	1:20:30	0:24:30	0:40:45
Tiempos directamente productivos	7	6:55:30	5:52:12	6:24:58	5:21:08
Tiempos indirectamente productivos	8	1:09:23	1:45:27	1:09:23	1:45:27
Tiempos improductivos	9	0:16:57	0:04:48	0:16:57	0:04:48
Tiempo total productivo	10	8:04:53	7:37:39	7:34:21	7:06:35

P N° = (parcela número)

* El cuadro se refiere a tiempos individuales.

El total de tiempo directamente productivo, en el numeral 7, se calculó en base al tiempo de las actividades individuales (2, 3, 5, 6) de personas que trabajaron en la parcela. El tiempo conjunto se halló sumando el tiempo del motosierrista, en apeo y trozado. El tiempo indirectamente productivo total en cada parcela, asociado al descanso requerido para la continuación del trabajo fue puesto en el numeral 8 y el tiempo improductivo total asociado a errores, e inexperiencia en el numeral 9.

Descontando los tiempos improductivos, se obtuvo el total de tiempo productivo en cada parcela siendo: 7:34 horas en la parcela 1 y 7:06 horas en la parcela 2 (sólo ayudantes)

Si consideramos el trabajo conjunto de la cuadrilla con motosierrista, en la parcela 1 fue: 8:04 horas y en la parcela 2: 7:37 horas.

Cuadro N° 44: Tiempos grupales por superficie de parcela.

Cuadro de tiempos grupales		P N° 1	P N° 2	P N° 1	P N° 2
Actividad (h/min./seg.)		Tiempo conjunto		Tiempo solo ayudantes	
Apeo (1)	1	0:16:39	0:13:22		
Preparación (3) y (2)	2	6:28:33	4:28:24	6:28:33	4:28:24
Marcado(3) y (2)	3	0:13:33	0:09:35	0:13:33	0:09:35
Trozado (1)	4	0:13:53	0:17:42		
Descortezado (3) y (2)	5	10:52:12	4:33:12	10:52:12	4:33:12
Apilado (3) y (2)	6	1:13:30	1:21:30	1:13:30	1:21:30
Tiempo directamente productivo	7	19:18:20	11:03:45	18:47:48	10:32:41
Tiempo indirectamente productivo	8	3:28:09	3:30:54	3:28:09	3:30:54
Tiempos improductivos	9	0:50:51	0:09:36	0:50:51	0:09:36
Tiempo total productivo	10	22:46:29	14:34:39	22:15:57	14:03:35

P N° = (parcela número 1 o 2)

* Los tiempos individuales se multiplican por el número de preparadores, 3 y 2 para la parcela 1 y 2 respectivamente; el apeo y trozado es realizado por un operario

En la parcela 1 el tiempo total productivo promedio por persona fue 7:25 horas. Se subdividió en tiempo directamente productivo 6:15 horas y tiempo indirectamente productivo de 1:10 hora. Los tiempos improductivos promedio por persona fueron 16:30 minutos por falta herramienta, error en marcado, trozado.

Jornadas: Horario 7.45 - 11:05 y 12 -15.45 , descansan una hora.

En la parcela 2 el tiempo total productivo promedio por persona 7 horas. Se subdividió en tiempo directamente productivo 5:15 horas y tiempo indirectamente productivo de 1:45 horas. Los tiempos improductivos promedio por persona fueron menos de 5 minutos por organización con el motosierrista.

Jornadas: Descansan al medio día horario 9-11.45 de 14.30 a 16.30 y siguen al día siguiente 9-10.55

El tiempo aplicado por motosierrista en cada parcela se desglosa:

En apeo se cuentan todos los árboles (108) y en el trozado solo las trozas para pulpa :

Tiempo del ciclo	Parcela 1	Parcela 2	Promedio	Total
Apeo/ árbol (seg.)	16	12	14	
Nº de Árboles	50	58		108
Trozado/ troza (seg)	6	7	6.5	
Trozadas	161	147		308

Cuadro N° 45: Tiempo del ciclo de trabajo del motosierrista.

d. Volumen cosechado (m³)

Los resultados de volumen real sin corteza, cortados y procesados en las parcelas de estudio fueron calculados con la formula de **Smalian acumulada** resultando:

- parcela 1: volumen sólido de 5.52 m³, con 147 trozas y el volumen promedio de troza 0.037 m³.
- parcela 2: volumen sólido cosechado de 6.30 m³, con 161 trozas y el volumen promedio de troza 0.039 m³.

El volumen comercial cosechado de las parcelas y llevado a volumen /ha, fue 88.83 m³/ha para la parcela 1 y 106.0 m³/ha, para la parcela 2. El promedio de volumen comercial fue 97.28 m³/ha . Ver Anexo 6, cuadro 7.

Cuadro N° 46: Resumen de volúmenes para *E. globulus*.

	Volumen total	Volumen comercial	Volumen real
Rodal (m ³ /ha)	132.45	90.77	
CV (%)	32.1	35.1	
Parcela 1 (0.0621 ha) (m ³)	7.79	5.33	
Parcela 1 (m ³ /ha)	125.4	85.8	
Parcela 2 (0.0594 ha)(m ³)	8.43	5.71	
Parcela 2 (m ³ /ha)	141.9	96.12	
Vol. Cosechado parcela 1(m ³)			5.52
Vol. cosechado parcela 1 (m ³ /ha)			88.83
Vol. Cosechado parcela 2(m ³)			6.3
Vol. cosechado parcela 2 (m ³ /ha)			106

e. Registro de tiempos del Taz.

El tiempo total contabilizado en la jornada fue 8 horas 37 minutos. El tiempo productivo de extracción (efectivo de operación) fue 7 horas 47 minutos. El tiempo improductivo por imprevistos fue 49:42 min. El descanso entre la carga de los 2 camiones del tractorista fue de 34 minutos (de 11:09 a 11:43). Este tiempo es considerado indirectamente productivo (necesario).

Discriminado por camión,: Para la carga del primer camión se demoró 1:56 horas dado que el Taz efectuó 2 viajes por saca directa, y el resto de la carga la realizó desde depósitos. En el segundo camión se contabilizó 5:52 horas de trabajo y 48:22 minutos de imprevistos; efectuando 5 viajes con saca directa y el resto de la carga desde depósitos.

Del tiempo productivo sobre el tiempo total contabilizado en la jornada, se obtiene un 90.3 % de disponibilidad operacional. $(7:47 \text{ h} / 8:37 \text{ h} * 100)$

El tiempo por camión en la operativa del Taz, se desglosa en: ciclo completo por viaje en saca directa, carga desde depósitos y traslados del camión entre depósitos:

Cuadro N° 47: Tiempos de extracción por ciclo de trabajo.

Actividad en (h/min./seg)	Camión 1	Porcentaje %	Camión 2	Porcentaje %
Ciclo completo saca directa	01:03:30	55	01:14:43	93
Viaje vacío	08:53:00	8	12:00:00	15
Carga	15:17:00	13	17:56:00	22
Viaje cargado	13:21:00	12	14:55:00	19
Descarga	24:39:00	21	20:12:00	25
Imprevistos	01:20:00	1	9:40:00	12
Carga en depósitos	43:25:00	37	13:09:00	3
Traslados	09:05:00	8	14:10:00	4
Disponibilidad operacional				

En el camión 1 (de mañana) se registró solo 1 viaje de 1:03 hora. El tiempo de viaje cargado fue mayor al viaje en vacío porque se dificultó el tránsito del tractor con carga.

El camión 2, se cargo por medio de 5 viajes de saca directa registrado un tiempo promedio de 1:15 horas / ciclo El tiempo de imprevistos estaba asociado en mayor proporción al viaje cargado, ya que el tractor se enterraba; de esta forma se registro 42 minutos de imprevistos en los 2 primeros viajes. Ver Anexo 6, cuadro 7

f. Volumen de saca y de carga (m³) (m.e.)

El volumen sólido extraído en la jornada se calcula con: el total de volumen estéreo medido en camión, la densidad y el peso de la carga entregado. Luego se estima el volumen sólido y el coeficiente de apilamiento correspondiente a cada camión.

Con la información de remitos de camiones y con la densidad a la entrega en Tile S.A. = 0.915 ton/m³ el volumen sólido por camión es :

Camión 1: volumen estéreo medido = 46.3 m e.
Peso de carga en Tile = 27.79 ton

Volumen total de carga = 27.79 ton / 0.915 (ton / m³) = 30.37 m³

Coeficiente de apilamiento = 30.37 m³/ 46.3 m. estéreos = 0.6559

Camión 2: volumen estéreo medido = 50.9 m.e.
Peso de carga en Tile 30.46 ton

Volumen total de carga = 30.46 ton / 0.915 (ton/m³) = 33.29 m³

Coeficiente de apilamiento = 33.29 m³/ 50.9 m.e.= 0.654

	Camión 1	Camión 2
Peso toneladas	27.79	30.46
Volumen estéreo m.e.	46.3	50.9
Volumen sólido m ³	30.37	33.29
Densidad ton/m ³ (1)	0.915	0.915
Coef. de apilamiento (2)	0.6559	0.654
Relación peso/ m.e. (3)	0.60	0.598

Con los datos numerados se estimó el volumen promedio de trozas. Ese valor multiplicando por las trozas extraídas y contabilizadas en cada viaje (saca directa o depósitos), determina el volumen cargado en camión correspondiente a saca directa y a carga desde depósitos.

Camión 1:

El volumen sólido por saca directa = 14.9 m.e.* 0.6559 **(2)** = 9.77 m³ en 2 viajes

Se contabilizaron 300 trozas en descarga de 2 viajes .

Volumen promedio troza = volumen saca directa m³/ n^o de trozas

Volumen promedio por troza = 0.0326 m³

En 1 viaje (cronometrado) se contabilizaron 137 trozas. En este viaje el volumen de saca se estima volumen saca directa = 137* 0.0326=4.4662 m³

Volumen sólido de carga desde depósitos = 46.3 -14.9 = 31.4 m.e.* 0.6559(2)
= 20.59 m³

Camión 2:

El volumen sólido por saca directa = 35.1 m.e. * 0.654 (2) = 22.95 m³ en 5 viajes cronometrados

Se contabilizaron 844 trozas en descarga de 5 viajes

Volumen promedio troza = volumen viajes m³/ n^o de trozas

Volumen promedio por troza = 0.0272 m³

Volumen sólido de carga desde depósitos = 50.9 -35.1 = 15.8 m.e.* 0.654 (2)
= 10.33 m³

Como resultado general, el volumen total extraído alcanza 63.57 m³/ jornada.

Cuadro N° 48: Volumen extraído en una jornada

Volumen sólido (m ³)	Camión 1	Camión 2	Jornada
Saca directa	9.77	22.95	32.72
Carga desde depósitos	20.52	10.33	30.85
Volumen total	30.29	33.28	63.57

El volumen total de saca directa extraído en la jornada fue 32.72 m³. El mismo correspondió a 1 calle de corte de 220 m largo y 15 m ancho, alcanzando superficie de 0.33 ha. Con ese dato se estima el volumen comercial sin corteza en el sector del monte donde se procedió a la extracción, resultando en 99.15 m³/ha.

2. Productividad

a. Etapa de cosecha:

La existencia de 2 niveles de contratación de mano de obra llevo a diferenciar la productividad por categoría de la misma. La productividad horaria de la mano de obra es igual al volumen de madera procesada en relación al tiempo productivo. Se calculo promedios para estimar los costos.

Para eliminar la variabilidad entre el trabajo de los ayudantes, se determinó la producción total y el tiempo total por actividad en ambas parcelas. De acuerdo al promedio se eliminan las diferencias de ritmos personales y de experiencia, habiéndose usado esta metodología para la estimación de costos. Las distintas productividades por parcela constatan la diferentes experiencias en el trabajo.

Cuadro N° 49: Productividad de los preparadores de trozas.

	Parcela 1	Parcela 2	Total	Promedio
Total de tiempo productivo parcelas	7:34:21	7:06:35	14:40:56	
Nº de trozas	147	161	308	
Productividad (trozas/h)	19	23	42	21
Volumen sólido (m ³)	5.52	6.30	11.82	
Productividad ayudantes (m ³ /h)	0.72	0.89		0.805
Volumen promedio troza (m ³ /troza)	0.0368	0.0389		0.0387

* El tiempo total se representa en (h/min./seg.)

- parcela 1: volumen sólido fue 5.52 m³, y volumen promedio de troza 0.0368 m³.
- parcela 2: volumen sólido fue 6.30 m³, y volumen promedio de troza 0.0389 m³.
- Promedio parcelas: 0.805 m³/ hora, preparan 21 trozas / hora y promedio de volumen de troza 0.0387 m³

El tiempo de trabajo del motosierrista está en relación al número de ayudantes que trabajen por jornada, y del rendimiento individual que tengan. Con pocos ayudantes, el motosierrista también prepara y descortiza trozas. Se determinó la productividad de apeo y trozado promedio obtenidos de las parcelas siendo una dato a aplicar en la planilla de costos de motosierra.

Cuadro N° 50: Productividad del motosierrista.

1		Parcela 1	Parcela 2	Total	Promedio
	APEO Tiempo	00:16:39	00:13:22	00:30:01	
	N° de árboles comerciales	50	58	108	
	Productividad comercial (m³)	5.52	6.30	11.82	
	Productividad (m³/h)	19.5	28.1		23.30
2	TROZADO Tiempo	00:13:53	00:17:42	00:32:16	
	N° de trozas	147	161	308	
	Productividad (trozas/h)	630	548		589
	Productividad (m³/h)	23.2	21.2		22.2
3	APEO Y TROZADO Tiempo	00:30:32	00:31:04	01:02:14	
	Productividad (m³/h)	10.85 °	12.17 °		11.5

° se procesa (apeo y trozado) un volumen promedio de 23.64 m³ entre las dos parcelas pero el volumen promedio real obtenido fue 11.82 m³.

* El tiempo se expresa en (h/min./seg.)

b. Etapa de extracción:

El dato de productividad del Taz se obtuvo relacionado a la disponibilidad total del equipo de extracción. Se define como el rendimiento en volumen relacionado al tiempo insumido en la operación en esta etapa:

$$\text{Productividad del equipo} = \text{volumen (m}^3\text{)} / \text{tiempo (horas efectivas)}$$

La productividad del Taz se calculo en base al volumen sólido extraído y cargado en camiones y al volumen estéreo.

Productividad m³/h = volumen extraído (m³/h efectivas):

Cuadro N° 51: Productividad en la etapa de extracción.

	Saca directa	Carga en depósitos	Jornada extracción
Volumen estimado (m³)	27.41	30.85	58.26
Tiempo (h efectivas)	6:17:00	0:56:34	7:15:00
Productividad (m³/h)	4.38	33.0	8.03
Productividad (m.e./h)	6.67	50.45	12.26

*En saca directa se descuenta el volumen del primer viaje (1° camión) debido a que faltaba el registro de tiempo (5.31 m³)

La productividad es afectada por la disponibilidad total del equipo, e integrada por la disponibilidad mecánica y operacional. Para conocer la productividad de esta etapa mecanizada en este sistema, es importante calcular la disponibilidad total del Taz. Este calculo se establece en porcentaje del tiempo de operación proyectado con los descuentos de tiempos de roturas (disponibilidad mecánica), y descuentos de tiempos esperas e imprevistos (disponibilidad operacional). Ver ejemplo en el siguiente cuadro.

$$\%Disp. Total = \% disp. Mecánica * \% disp. Operacional$$

La **disponibilidad mecánica** se utiliza en base a un supuesto, debido a que para efectuar adecuadamente su calculo hay que disponer de un número elevado de registros (tiempos de roturas). Se supone un 90 % de disponibilidad mecánica a efectos de estimar los costos. Este dato se basa en que se observó similares problemas con mangueras del sistema hidráulico y roturas de la grúa que en el estudio de caso 1. Esta es una limitante del alcance del presente estudio.

Equipo	Tractor con zorra
Disponibilidad mecánica %	90

La **disponibilidad operacional** se calculó como el tiempo de operación efectivo en porcentaje del tiempo de operación proyectado. El primer tiempo son las horas efectivas trabajadas, y el segundo tiempo, son las horas totales en la jornada, (incluyendo tiempos improductivos). Del tiempo total productivo sobre el tiempo total contabilizado en la jornada, se obtuvo 90.3 % de disponibilidad operacional. (7:47/ 8:37 horas * 100)

Disponibilidad total: Se obtiene multiplicando los valores de disponibilidad mecánica y operacional de cada máquina.

Equipo	Tractor con zorra
Disponibilidad total %	81

Por lo tanto la productividad calculada está relacionada a la disponibilidad total de los equipos. La productividad es el rendimiento en volumen relacionado al tiempo insumido en la operación.

Cuadro N° 52: Disponibilidad, total, mecánica y operacional.

	Disponibilidad total	Disp. mecánica	Disp. operacional
Tractor con zorra	81	90	90.3

3. Costos

Para el sistema de cosecha con mínima mecanización, se recabó la información que se presenta a continuación. Se indica el origen y los supuestos, así como los cálculos necesarios presentados en el orden que aparecen en la planilla de referencia. La información excedente se presenta como parte del trabajo.

a. Información básica aplicada

Precio de lista: el contratista invirtió US\$ 15.000 en el tractor y US\$ 4.500 en la zorra fabricada en el país. El valor de adquisición de la grúa consultado el importador, permanecía en US\$ 14.500.

Valor residual: para el tractor se calcula como 25 % del valor a nuevo, y 10 % para la zorra. **. Por último dicho valor para la grúa es 0 % (según el importador), justificando que las reparaciones soldadas son inefectivas.

Tasa de interés anual: Es el costo de oportunidad, Tasa utilizada en el interes anual del capital medio (6%).

Vida útil de la maquina: se halla para cada componente y se supone unas 10.000** horas para el tractor, 5000** horas para la zorra **. Para la grúa según el importador es 15.000 horas.

Disponibilidad mecánica: Al igual que en el estudio de caso 1 se consideró un valor 90 %.

Producción horaria: A continuación se presentan los resultados de productividad del Taz correspondientes a la extracción de toda la jornada y para la extracción de saca directa .

Productividad saca directa: 4.38 m³/h.

Productividad extracción en la jornada: 8.03 m³/ hora

** Los datos fueron extraídos de coeficientes técnicos obtenidos de maquinaria agrícola del país (Convenio INIA/ GTZ y FUCREA / GTZ)

Repuestos: Para el tractor en su vida útil, se obtuvo como coeficiente de reparación (CR) 120 %** y se supone igual para la grúa. Para la zorra el CR es 150 %**. Para el cálculo se incluyó los cambios de neumáticos.**

Servicio: el 10 % anual del total de la inversión.

Consumos: Se elaboró el siguiente cuadro con consumos reales brindados por el tractorista. Los datos se convierten a consumo horario suponiendo un trabajo mensual de 22 días con 8 horas diarias de trabajo efectivo.

Cuadro N° 53: Consumos de lubricantes y combustibles

Consumo		Consumo/ hora
Gasoil	40 l/día	5.00
Aceite de motor	4.5 l/día	0.563
Aceite hidráulico	20 l/mes	0.114
Valvulina	4 kg/mes	0.023
Grasa	Sin dato	0.015*

* se toma como referencia el consumo/h del Fw. (comb. y aceite l/h grasa kg/h)

Precios de combustibles y aceites: son precios de plaza suministrados por Texaco S.A.; se ubica un producto similar, para el aceite hidráulico. Los precios se convierten a dólares (cotización de mayo,2000: \$12 = 1 US\$).

Cuadro N° 54: Precios de los productos usados.

Producto	Uso	Precio \$/l	Precio US\$/l
Gasoil	Combustible	6.1	0.508
TDH	Aceite hidráulico	50	4.16
Ursa SAE 40	Aceite de motor	40	3.33
Valvulina	Aceite de transmisión	40	3.33
Grasa	Engrase de grúa	80*	6.66*

* precio por kg.

Horas de trabajo programadas: Se calculó teniendo en cuenta 1 turno/ día, de 10 horas. Esto implica un tiempo de operación por día de 8 horas efectivas programadas, considerando lo aportado por Anaya (1986) donde en una hora maquina (motor) $\frac{3}{4}$ es tiempo productivo (del total 10 horas) y $\frac{1}{4}$ es tiempo de mantenimiento y reparación.

** Los datos fueron extraídos de coeficientes técnicos obtenidos de maquinaria agrícola del país (Convenio INIA/ GTZ y FUCREA / GTZ)

En el año se determinaron 52 semanas de trabajo, con un trabajo semanal de 5 días, (se supone un día por semana con lluvia). Resultando en 2080 horas programadas por año ($2080 = 8 \cdot 5 \cdot 52$).

Disponibilidad de operación: es la relación porcentual de horas efectivas de trabajo y tiempo total en horas.

Se calcula como: tiempo directamente productivo / tiempo total * 100 = 90.3 % de disponibilidad operacional. ($7:47 / 8:37 \text{ horas} \cdot 100$)

Equipo	Tractor con zorra
Disponibilidad operacional %	90

Disponibilidad total: Se multiplican los valores de disponibilidad mecánica y operacional de la máquina.

Equipo	Tractor con zorra
Disponibilidad total %	81

Horas efectivas de trabajo: se calculan de acuerdo al tiempo de trabajo en horas programadas, multiplicado por la disponibilidad total. ($2080 \cdot 0.81 = 1685$)

$$\boxed{\text{Horas efectivas} = \text{horas programadas} \cdot \text{disponibilidad total}}$$

Salario del personal permanente: El salario nominal por jornada del tractorista era de 81.8 \$/día, incluyendo carga social (1.800 \$/mensual). El tractorista estima que cobra extra por producción 182 \$/día (4.000 \$/mes aprox.). El costo horario se calculó con 9 horas de trabajo por jornada y media hora de descanso.

$$\text{Salario fijo} = \$82/12 = \text{US\$ } 6.83 / 10 = \text{US\$ } 0.683$$

$$\text{Salario} = \$182/12 = \text{US\$ } 15.16 / 9 = 1.685 \text{ US\$/h}$$

Personal zafral: Para los ayudantes de carga el pago es de 3 \$/ton. Se calcula multiplicando por los pesos de carga remitidos por los camioneros.

$$\text{Salario} = 3 \cdot 58.25 = \$174 / 12 = \text{US\$ } 14.56 / 9 = 1.62 \text{ US\$/h}$$

Carga social: Las leyes sociales, totalizan 19.125 % con menos de 2 SMN. La misma estaba integrada por 15 % de aporte al BPS, 3 % a DISE, y el restante 1.125 % a IRP y FRL. El aporte sobre el salario nominal incluye las prestaciones de alimentación y vivienda.

b. Información extra recabada

Se presenta la información descartada, justificando porque no se empleó.

Seguro: no tiene seguro; se podría establecer un seguro contra incendio.

Impuestos: Se anula este costo, dado que estas máquinas no gravan impuestos y aranceles a la importación, están exentas de IVA.

Costos de estructura: no tiene dado que el servicio, mantenimiento y reparación se realiza en talleres mecánicos externos a la empresa.

Tasa de interés: El costo de crédito en BROU como posible tasa (Libor 7.25 + 3 puntos + IMABA 1.5) 11.75 %. En COFAC el costo del crédito era 14% (junio del 2000)

c. formulas de calculo aplicadas

Los costos horarios se elaboraron con la información anterior y en base a las siguientes formulas de cálculo :

(a) amortización horaria

- valor de amortización: $A = VN - VR$
- amortización hora: $A (hora) = A / vida \text{ útil horas}$

(b) Interés por hora

- interés de capital medio: $I = (VN + VR) / 2 * (i / 100)$
- interés hora: $I (hora) = I / \text{horas anuales programadas}$

(c) Costo de salario horario

- salario nominal por día del tractorista
- $S = \text{salario jornada} / 10 \text{ horas de trabajo diario}$

(d) costos fijos totales:

Son los costos hundidos que se considera en tiempo de roturas de las máquinas, o bien cuando el clima no permite su funcionamiento .

$$CF = a + b + c$$

(e) Consumos horarios

- consumos de aceites, grasa, y combustibles
- precios de cada insumo

costo consumo (hora) = consumo x precio.

(f) Repuestos y servicios

costo de repuestos

- servicio 10 % anual del valor de adquisición de cada parte del equipo
- **costo horario Servicio** = $S = VN * 10\% \text{ anual} / \text{horas efectivas}$.
- Valor de repuestos en vida útil = $R = VN * CR / 100$
- **costo Repuestos horarios de cada parte** = $R \text{ (hora)} = R / \text{vida útil}$

repuestos y servicio = costo estimado / 1000 hora efectivas .

Los neumáticos están incluidos en este cálculo de costo

(g) salario horario

- salario extra del tractorista (con 9 horas efectivas)
- salario extra ayudante de carga = $\$/ \text{ ton} * \text{ton de jornada} / \text{horas trabajadas}$

$$\text{Salario total} = \text{salario tractorista} + \text{salario ayudante}$$

(h) Costos variables totales:

Son los costos en función del uso del Taz , se consideran cuando opera el equipo

$$CV = e + f + g$$

d. Planillas de costos

i. Empresa contratista:

En las planillas se presenta numerada la información general, junto con los datos de mantenimiento, reparación, consumos, precios de insumos y repuestos. Por último se presentan las horas programadas y efectivas de trabajo anual (Taz) con su disponibilidad total y los costos de salarios que implica la extracción de madera.

Luego de calcular el costo horario de cada componente del equipo, se sumaron los costos. Por un lado los costos fijos totales, y por otro lado los costos variables totales. La productividad total de extracción en la jornada fue 8 m³/h.(50 % saca directa y 50 % desde depósitos, Com. Pers. Petrini, L. 2002).

Para obtener el costo total del sistema tanto por volumen, como por hora, se sumó el costo de mano de obra pagada por el contratista.

ii. Costo de contrato de mano de obra

La productividad promedio de la mano de obra en las dos parcelas fue de 1.59 m³/h. El costo horario para el contratista procesándose 42 trozas por hora es de \$2 * 42 = \$ 84 equivaliendo a 7 US\$/hora.

$$\text{Costo horario} = 7 \text{ US\$/hora}$$

El costo/m³ de cosecha para un volumen promedio de troza de 0.0378 m³, con (1/ 0.0378) 26.45 trozas/m³ y pagando el contratista \$ 2.0 por troza da como resultado:

$$\text{Costo/m}^3 = \$ 2.0 * 26.4 \text{ trozas/m}^3 = 52.8 \text{ \$/m}^3 = 4.4 \text{ US\$/m}^3$$

$$\text{Costo/m}^3 = \text{US\$ } 4.4$$

Por último, la estructura de costos se elaboro, con la proporción de costos horarios componentes del sistema. Dichos costos se representan gráficamente, y se identifican por el orden numerado en la planilla y su incidencia. Se extrae la relación de costos de mano de obra contratada y costos de maquinaria. En sistema balanceado el costo horario alcanza los 35.2 US\$/h ($4.4 * 8 \text{ m}^3/\text{h}$).

Los costos horarios de consumos (calculados) de lubricantes y grasas (nº 34) se desglosan en el anexo presente en la misma planilla. También respecto a la mano de obra se calculan los salarios extras y se desglosan para el tractorista y el ayudante de carga (nº 36) ver anexo en la planilla.

iii. Planilla de costos sistema manual - tractor con zorra

Ver hoja anexa al texto

iv. Planillas de costos de motosierra

Se estimaron los costos de una motosierra forestal, a efectos de tener presentes los costos que participan y como inciden. En una primera planilla se estima el costo usando aceite de cadena adecuado, (40 \$/l) y con un mantenimiento correcto a largo plazo. En la otra planilla se estima el costo usando aceite quemado(3\$/l) para la lubricación de la cadena y sin tener en cuenta el mantenimiento adecuado de la motosierra.

El costo por volumen de cada planilla resulta en US\$ 0.611 Y US\$ 0.306. El mismo refleja una importante variación de costos en la etapa de corte, únicamente considerando dos elementos del uso de la motosierra. El ultimo costo es el que refleja más la realidad en nuestro país.

Como en planillas anteriores, se agregan los costos fijos y costos variables horarios. Luego de obtener el costo total por hora se divide entre la productividad del motosierrista en actividades de apeo y trozado, ($11.82 \text{ m}^3/\text{hora}$).

Por último en la **estructura de costos horarios**, la participación de los costos fijos y costos variables horarios de la motosierra, se representaron en una gráfica elaborada con los valores porcentuales de cada componente. Los conceptos se identifican por el numero ordenado en la planilla .

En cada hoja se anexan: costos de mantenimiento trimestral, mantenimiento a largo plazo y los precios empleados en la estimación. La información para los repuestos y mantenimientos fue obtenida para motosierra Sthil con el representante de la marca en Uruguay.

v. Costo de sub-contratación de mano de obra

Considerando la productividad promedio de la mano de obra en las dos parcelas entorno a $1.59 \text{ m}^3/\text{h}$, el costo horario para el motosierrista con 42 trozas procesadas y preparadas es \$ 58.8 ($\$1.40 * 42$)= y equivale a 4.9 US\$/hora.

$$\text{Costo} = 4.9 \text{ US\$/h}$$

El costo/ m^3 de cosecha para un volumen promedio de troza de 0.0383 m^3 , con $(1/ 0.0383)$ 26 trozas/ m^3 , y pagando el subcontratista \$ 1.4 por troza da como resultado:

$$\text{Costo}/\text{m}^3 = \$ 1.4 * 26 \text{ trozas}/\text{m}^3 = 36.4 \text{ \$/m}^3 = \text{US\$ } 3.0 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}/\text{m}^3 = \text{US\$ } 3.0$$

D. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En base a los resultados de las estimaciones y la estructura de costos para el sistema con mínima mecanización se identifican los elementos más importantes del estudio de caso. Se mencionan aspectos de la mano de obra intensiva, y del uso de la motosierra en la etapa de corte. También se destacan elementos de la etapa de extracción que resultaron en una jornada de operación del Taz. La discusión reúne aquellos aspectos que atañen al desarrollo forestal sostenible en el estudio de caso 2.

1. Sistema manual y tractor agrícola con zorra

El sistema tiene un costo total estimado de 55.40 US\$/h. Según la extracción en la jornada con saca directa (50%) y carga en depósitos (50%), (com. Pers. Petrini, L. 2002) el costo total estimado fue de 6.93 US\$/m³.

En la etapa de corte el costo fue 4.4 US\$/m³ y 35.2 US\$/h asumiendo que la productividad era la misma en las etapas de corte y extracción. En la etapa de extracción el costo respecto a la jornada fue 2.53 US\$/m³. El costo horario se estimó en 20.2 US\$/h.

En cuanto a la estructura de costos, los costos fijos representan 7% y los costos variables 93 %.

De acuerdo a la productividad resultante, la mayor proporción de costos fijos, 6%, fue básicamente amortización e intereses del capital invertido. El bajo nivel de estos costos concuerdan con el nivel de inversión del equipo utilizado en la extracción.

Los costos variables de la máquina comprenden un 30%. Donde un 14% corresponde a mantenimiento y reparación, 6% al salario extra por producción, 5% a combustibles y 5% a lubricantes. Los consumos de lubricantes del tractor eran elevados, justificándose por el desgaste del motor; poco tiempo después debió hacerse el motor a nuevo. Puede mencionarse el valor de adquisición de un tractor similar con modelo actualizado (Valmet 985 S) oscilando en el orden de los US\$ 30.000. Dicho tractor es considerado eficiente para este tipo de trabajo, y el respaldo y servicio de la marca es aceptable.

Sería necesario llevar un control de las reparaciones y mantenimientos, pero el costo componente de la estructura de apoyo no se incluye en este sistema para la estimación.

En la estructura de costos del sistema, el costo salarial en la etapa de extracción (Taz) representa un 7 %, y los costos de maquinaria representan el 30 % del costo total. El 63 % restante es el costo de emplear mano de obra intensiva.

Los costos indirectos, destacados en este sistema se refieren al tránsito del Taz. Los daños a cepas por los neumáticos son mínimos ya que el operario tiene buena visibilidad del terreno, dado que las cepas se encuentran descubiertas de ramas; a su vez se tiene más cuidado. La pérdida de productividad futura por compactación del suelo, según Warkotsch et al. (1994) es menor que con el Fw, pero inevitable. Puede existir efecto de residuos contaminantes, dada la ocurrencia de posibles derrames de líquido hidráulico (roturas de mangueras). Además ocurren residuos contaminantes por contacto, en el corte de la motosierra (aceite de cadena). En este sistema no se observaron pérdidas importantes de madera, pues se cosecha pulpa y todo el volumen de leña. Se subraya la facilidad del descortezado de esta especie aunque en épocas de sequía la misma se vuelve más complicada debiendo labrar las trozas.

Se destaca que el corte fue tan bajo como permitía el nivel del suelo, siendo siempre menor a 10 cm. Pudo observarse la inclinación del corte el cual favorece el escurrimiento, a su vez el corte fue limpio no habiendo cepas con la corteza rasgada. Esto último redundó en una mejor sanidad del futuro rebrote.

En cuanto a la extracción algunas dificultades residieron en que si bien el suelo no estaba en un óptimo estado para la saca, la misma debía llevarse a cabo a pesar del mal tiempo. En tanto imperaba la necesidad de sacar la madera, el tractor llegó a dejar huellas de medio metro de profundidad. El avance o el enganche de la zorra cargada se hacía difícil y el daño al terreno inevitable. Para mitigar los daños ocasionados en los caminos tiempo después se pasó una excéntrica, emparejando las huellas de neumáticos. Esto había sido previamente planificado con el dueño del predio, sin causar mayor problema al contratista.

Otras observaciones implican costos adicionales, excluidos en la estimación. Es un hecho que los depósitos de madera ubicados en el predio, tuvieron un costo anterior que no pudo ser calculado, habiéndose realizado previo a los registros de campo en la jornada de extracción.

El costo / volumen del sistema para el contratista fue 6.93 US\$/m³; comparado al ingreso por la venta del servicio de cosecha (9 US\$/ton con una densidad de 0.91 ton/m³ equivale a 8.24 US\$/m³) muestra un resultado económico positivo. El ingreso cubre los costos variables y los costos fijos, significando que recupera el capital de inversión, pese a que puede ser poca la ganancia.

Una importante observación es que la baja productividad de la saca directa parece estar relacionada a la mayor DPM =900 m, y al estado de los caminos por el clima lluvioso. A su vez es probable esté asociado con la productividad del monte, aunque el volumen de troza era 0.0383 m³. Este resultado comparado al estudio de caso 1 es mayor ya que el volumen promedio para la alternativa A y B fue 0.023 y 0.026 m³ respectivamente.

En las parcelas de *E. globulus spp globulus* la productividad del monte fue 85.83 m³/ha y 96.12 m³/ha, considerándose valores próximos a la estimación del rodal (90.77 m³/ha). Los rendimientos en volumen de árbol como promedio de dos parcelas fueron 0.15 m³/árbol volumen total y 0.102 m³/árbol en volumen comercial. Los mayores valores de la parcela 1 responden a la característica de los árboles bifurcados.

Según la gráfica expresa en el ítem II C la productividad del motosierrista para este tamaño de árbol, se encuentra entre 10 -12 m³/día. Suponiendo el trabajo diario de un motosierrista integrando una cuadrilla con 5 personas experimentadas, podría lograrse esa productividad.

El subcontratista cubre el costo del uso de la motosierra, de acuerdo al nivel de inversión que se tuvo en cuenta para dicha herramienta y a los costos estimados. Este dato se justifica tanto con el mayor costo realizando mantenimiento a largo plazo y empleando aceite de cadena caro o con el mínimo costo sin mantenimiento y con el empleo de aceite quemado. Según los datos estimados, la diferencia por m³ entre el cobro y el pago es positiva (US\$ 4.4 – US\$ 3.0) 1.4 US\$/m³. En esta diferencia queda comprendida el costo de la motosierra (0.611 y 0.306 US\$/m³) y su margen de ganancia.

Respecto a la mano de obra de la cuadrilla se destaca que la productividad en las actividades de preparación del fuste (incluyendo descortezado) fue muy baja. Como meta mínima cada uno de los 3 ayudantes novatos en la parcela 1, se propusieron 10 trozas/ hora, logrando solo 6.5 trozas/ hora. En cambio, en la parcela 2, preparadores con más experiencia procesaban 11.35 trozas/ hora, superando esa meta. Es factible que la adaptación al trabajo se logre luego de un periodo de algunas semanas de labor.

Es difícil corroborar los datos obtenidos con los antecedentes nacionales, debido a diferencias en las condiciones de trabajo, especie, tamaño de troza y a las características personales que componen cada cuadrilla. El rendimiento de las cuadrillas fue bajo, pero se destaca la observación de la inexperiencia en la actividad en una de las parcelas, así como su incidencia en los tiempos productivos.

Sin existir precondition del nivel de capacitación de mano de obra para el trabajo, es importante la disciplina de las personas para evitar accidentes en el monte. Un aspecto importante es que se establezcan y se apliquen recordatorios visuales que atiendan a las prohibiciones en el lugar de trabajo, para evitar pérdidas humanas y de tiempo. Esto es tan importante para el motosierrista y los preparadores de trozas, como para los ayudantes que acomodan la carga en el camión.

Un costo adicional que se excluyó (porque no tienen), es el seguro contra accidentes de trabajo, por el Banco de Seguros del Estado. El costo se calcularía en función del número de integrantes de cada cuadrilla. Por otra parte debe considerarse por ley el costo adicional de la indumentaria del motosierrista. El mismo consiste, en el uso de zapatos de seguridad con punteras de acero, pantalones de seguridad anti-corte, guantes, casco, protección auricular y visual. Estos son costos que van a encarecer la mano de obra cuando los controles e inspecciones empiecen a sancionar el cumplimiento de la ley.

En cuanto a la mano de obra dependiente del contratista, el nivel salarial del tractorista y de los ayudantes de carga, es elevado, respondiendo adecuadamente con la modalidad de pago en cada categoría. Se establece un control automático de la actividad, manteniendo un salario acorde ya que se paga por producción. También se evitan pérdidas de tiempo innecesarias, así como de igual forma cuidan el implemento mecánico de trabajo. Para comunicarse por emergencias el tractorista tenía un teléfono celular perteneciente a la empresa contratista. Para agilizar la resolución de problemas mecánicos en el monte, el tractorista podría estar capacitado para hacer algunas reparaciones simples, (reparaciones del sistema hidráulico), teniendo los repuestos en el momento de la rotura.

Un aspecto ventajoso para la empresa es haber logrado la satisfacción en la remuneración del personal, debido a que la experiencia y permanencia mejora la calidad del trabajo, ofreciendo trabajo responsable y sin problemas. Este punto puede observarse al momento de la carga, destacándose la prolijidad con la cual se realizó el trabajo. Esto último provoca un buen vínculo con las empresas receptoras y una provechosa disponibilidad para el comercio.

Respecto al número de personas pertenecientes a la empresa, parece suficiente un tractorista para cubrir las horas efectivas por día, referido a la organización, y a los horarios. El único tractorista tiene dedicación completa debiendo cubrir el trabajo como se presente. Esta labor fue observada el día que se registró la jornada, midiendo la carga de 2 camiones.

V CONCLUSIONES

En base a la información presentada en cada estudio de caso y a la luz de los resultados, el primer planteo del proceso decisivo sobre sistemas de cosecha mecanizados debe ser planificar adecuadamente cada una de las etapas, (corte y extracción) para alcanzar las metas de producción estipuladas. Esto implica conocer dimensiones, especies, superficie que ocupan, volumen estimado, productos a extraer, comercialización, y los precios del mercado.

A través de los estudios de caso se han logrado los objetivos del trabajo, si bien se han marcado algunas limitantes. Una de esas limitantes se mencionó en la estimación de costos, estando relacionada a la disponibilidad mecánica de los equipos y por tanto a la disponibilidad total de los mismos. Aun así se ha puesto en evidencia consideraciones económicas muy claras de los 3 sistemas de cosecha forestal con diferente grado de mecanización. Otrá limitante, ha sido la información de algunos consumos y coeficientes técnicos establecidas como supuestos por carecer de datos reales pertinentes.

Han quedado expresas en la dinámica de las actividades de cosecha que se describieron en cada caso varias diferencias sociales y ambientales. Esa dinámica abarcó la planificación de la actividad, la operativa e infraestructura de apoyo de máquinas de muy alta inversión, la mano de obra en general, la capacitación de los operarios y la experiencia, los recursos de las empresas forestales y contratistas, etc. Se consideró aquellos elementos de las actividades mismas de cosecha forestal, como también la comercialización, las cuotas de entrega de madera para regular la mano de obra intensiva, o bien las condiciones de carga a ser recibida en destino.

Se analizaron los aspectos económicos en base a la estructura de costos estimados para cada sistema. La productividad es el indicador de eficiencia en el que basan los cálculos, en relación a los tiempos efectivos insumidos en cada tarea. Esto indica el rendimiento máximo en cada actividad que se puede lograr en las condiciones estudiadas.

1) El sistema altamente mecanizado presentó una muy baja productividad de las máquinas, Harvester (3.9 m³/h) y Forwarder (9.0 m³/h). Cotejando con la bibliografía, (Salmeron y Simonetti, 1998) dichos valores deben ser superiores para que sea económicamente viable la inversión. Según la estimación de costos, el mencionado sistema fue el más caro (14.75 US\$/m³) dando un resultado económico negativo. Considerando que un 75 % se relaciona a la etapa de corte mecanizado con el Hr, es necesario estudiar mas su empleo en sistemas de cosecha. El uso de esta máquina debe ser en función de la productividad del monte, la superficie a cosechar, traslados y perdidas de tiempo por roturas. A su vez, debe hacerse

mantenimientos preventivos, capacitar el personal acorde a la máquina, hacer ajustes de salarios y organización del trabajo.

2) En el sistema con mecanización intermedia, la productividad resulto un poco mas alta para el Harvester (4.6 m³/h) pero el nivel sigue siendo bajo, registrándose un 50 % de la medida de productividad que según la bibliografía debe llegar a 9 m³/h. En la estimación de costos dicho sistema fue un poco más barato (12.67 US\$/m³), pero también tuvo un resultado económico negativo. En este caso un 77% se relaciona a la etapa de corte mecanizado, y el empleo del Hr sigue siendo la máquina que encarece el sistema. En cuanto a la sustitución del Forwarder por un Tractor agrícola con grúa y zorra contratado, ha disminuido el costo del sistema. Dicho cambio se entiende como una solución aparente, ya que si el Forwarder aumentara la productividad a 11 m³/h o a un nivel superior, puede reducirse el costo del sistema en la etapa de extracción.

con una productividad de 11 m³/h se puede reducir el costo

3) El sistema con corta manual y extracción con tractor agrícola adaptado con grúa hidráulica, fue el sistema más barato 6.93 US\$/m³. En este caso, el 63% del costo se relaciona a la etapa de corte, pero a diferencia de los anteriores el resultado económico fue positivo.

El costo de extracción fue 2.53 US\$/m³ siendo apenas inferior al registrado en el estudio de caso 1 alternativa B (3.0 US\$/m³) que emplea también el Taz en la extracción. Este costo fue levemente inferior dado que un 50% de la carga se realizo desde los depósitos, pero la DPM era tres veces mayor.

Debido a que la etapa de corte en los sistemas estudiados, está incidiendo entre un 63-77 % del costo total, es necesario verificar, las condiciones técnicas que afectan esta etapa, y así mejorar la eficiencia de los sistemas, cualquiera sea el nivel de inversión.

En el caso de solicitar un crédito para inversión en máquinas, suponiendo una tasa de interés más elevada, aumentaría el costo/h y el costo/m³ tanto en cosecha como en extracción, dependiendo de la tasa utilizada. Asimismo se modifica la estructura de costos del sistema, aumentando la proporción de costos fijos, los cuales deben tenerse en cuenta en las horas programadas que la máquina queda sin trabajar (costos hundidos)

Respecto a la sustitución de mano de obra por la mecanización puede afirmarse que dada la baja productividad del Hr en 4.5 m³/h comprado con una cuadrilla de 5 personas que procesan 1.59 m³/h, daría una relación de 1 operario (Hr): 15 preparadores de trozas. Para aumentar la productividad de la mano de obra es

importante que los preparadores tengan experiencia, resistencia, y condiciones para el trabajo que requiere mucho esfuerzo.

En el país se encuentran reglamentados los aspectos legales vinculados a la cosecha forestal (Decreto 372/99). En las normativas se expresan las condiciones del trabajo en: seguridad, higiene, salud, responsabilidades, obligaciones y las prohibiciones del trabajo forestal. A su vez el cumplimiento de las normas, en el caso de un motosierrista, redundaría en un aumento del costo de la mano de obra, dada la indumentaria necesaria. En tanto se aplique la mano de obra intensiva y la misma se encuentre disponible, las empresas contratistas deberán tener presente la legislación vigente, y el incumplimiento de la misma será sancionado.

Otra consideración a tener en cuenta es el peso máximo a levantar. De acuerdo a las normas actuales si se realiza carga manual el peso máximo a alzar exigible sería unos 35 kg. (art. N° 10, dec. 372 /99). La nueva regulación de empresas forestales ha incorporado en la etapa de extracción, el empleo del tractor adaptado con grúa y zorra, aliviando en gran parte el esfuerzo realizado en esta tarea.

El trabajo en cosecha forestal requiere gran esfuerzo humano, y en otro orden es el que tiene mayor riesgo de accidentes. Los accidentes se relacionan básicamente con el apeo y el mal uso del elemento cortante. Es importante que el motosierrista esté capacitado y tenga las nociones del uso de la motosierra. En la seguridad de los operarios tanto el Hr como el Fw, presentan barras anti-golpes y vidrios plásticos que protegen contra la lluvia e impactos de trozas. A su vez la cabina se encuentra aislada respecto a los insectos y las condiciones atmosféricas.

En corta manual la estructura de subcontratación permite mantener el control de las personas que trabajan, cuando se presta el servicio de cosecha a más de una empresa. En el caso de la empresa estudiada, en época de baja actividad se contabilizan entre 50-60 personas, y en época de alta actividad alcanzan a 300 personas ocupadas. Los encargados de cuadrillas, son responsables de resolver por sí mismos la problemática de un grupo. Si todas las personas integrantes de las cuadrillas establecieran un contrato directo, se requeriría personal extra para supervisión del trabajo, y administración. Respecto a la complejidad de dicha organización se mencionan algunos aspectos como el control de las inasistencias o el mantenimiento del personal cuando recesa el trabajo, junto con el encarecimiento de la mano de obra por salarios y cargas sociales.

En cuanto al recurso mano de obra, tan importante como la disponibilidad es el bajo costo que tiene en nuestro país, respecto a países como Suecia y Finlandia. Deben revisarse y estudiarse en profundidad los aspectos ergonómicos, para elevar la calidad de vida del trabajador en cosecha manual. Si bien se ha procurado la legislación en el tema de cosecha, en el esfuerzo humano es donde faltan

soluciones. La preparación física y psíquica del trabajador son elementos que pueden ayudar a mejorar el trabajo sin modificar sus costumbres de vida, confort, descanso y alimentación.

En cuanto a la mecanización intensiva, las principales consideraciones ambientales están relacionadas directamente al uso de las máquinas:

1) Se ha observado la rotura de mangueras provocado derrames de aceite hidráulico. En caso de emplear aceites biodegradables disminuiría el efecto contaminante pero sería más caro. influido

2) La madera se desperdicia más con el sistema altamente mecanizado que con el sistema tradicional, lo cual se atribuye a factores propios de cada monte siendo principalmente afectado por bifurcaciones, torceduras a la altura del tocón, grosor de las ramas, diámetros y características de cada especie. La tendencia de la mecanización es a mayor largo de troza de 2.4 a 3.0 m.

3) Como efecto del desplazamiento del Hr. y el Fw., se observó un daño a las cepas, a diferencia de lo que expresa Sever, S (1987). De la misma manera se espera una reducción en el rebrote debido a la dispersión de los residuos en el campo, observándose este efecto en cosechas anteriores. Estos efectos, sumados a la compactación que provocan las maquinas al suelo, merecen un estudio mas profundo, por lo que se sugieren como temas para investigaciones futuras.

En cada sistema de cosecha de madera pulpable conducido con el género *Eucalyptus*, con igual régimen y similares edades, con las dimensiones por árbol obtenidas, se verifica que el resultado económico más conveniente fue el sistema de mínima mecanización, que emplea mas mano de obra. Tanto desde la perspectiva para un desarrollo forestal sostenible, social y ambiental, este sistema es compatible y acorde con los principios de eco-certificación de bosques.

Se agrega como limitante en el sistema altamente mecanizado el menor ritmo de colocación y comercialización de madera en el mercado exportador. Con una reducción de las cuotas de madera, se verificaría que los empresarios que invirtieron en máquinas de alta tecnología deberán afrontar los costos fijos de las mismas, ya que disminuye la colocación del producto y eventualmente el ritmo de cosecha.

VI RESUMEN

El presente estudio expone las consideraciones económicas, sociales y ambientales de sistemas de cosecha forestal. Se evalúa los distintos grados de mecanización, en plantaciones de Eucaliptos con destino a madera pulpable y en donde la metodología aplicada fue el estudio de caso.

Los sistemas de cosecha estudiados fueron 3, diferenciándose según el nivel de mecanización. Primero, un sistema altamente mecanizado, que combina una cosechadora (Hr) y un tractor autocargable (Fw); segundo, un sistema de nivel intermedio de mecanización, integrado por una cosechadora (Hr) y un tractor agrícola con grúa (Taz); y un tercer sistema de mínimo nivel de mecanización, que emplea mano de obra intensiva y un tractor agrícola con grúa (Taz)

En cada situación y según las circunstancias en que se condujo cada sistema de cosecha, se describió y caracterizó los aspectos relacionados a la dinámica de esta actividad. Se aplicaron los resultados de productividad obtenidos para estimar los costos de cada sistema, y en base a la estructura elaborada se analizaron y discutieron los aspectos económicos.

La información referente a los aspectos sociales fue obtenida realizando encuestas a los diferentes protagonistas. Los aspectos ambientales fueron observados en las etapas propuestas por la metodología durante el transcurso de los registros.

Los objetivos alcanzados permitieron arribar a conclusiones que demuestran que el sistema con nivel mínimo de mecanización es el que presenta menor costo, y la mayor proporción del mismo corresponde a la mano de obra intensiva.

En los sistemas de media y alta mecanización el resultado económico fue negativo, siendo el uso del Harvester en la etapa de corte, lo que encarece el sistema.

Por otra parte los aspectos sociales más importantes a tener en cuenta son: la sustitución de mano de obra por la mecanización, el esfuerzo humano y el riesgo de accidentes. Respecto a los aspectos ambientales se observó que estaban asociados al uso directo de las máquinas siendo los más relevantes la contaminación, desperdicios de madera, daños al suelo y pérdida de productividad futura del monte.

VII. SUMMARY

The present study exposes the economic, social and environmental considerations of systems of forestal crops. The different degrees of mechanization in Eucalyptus plantation bound for pulpy wood are evaluated and the methodology applied in each of them was the case of study.

The systems of harvest studied were three, differing according to the level of mechanization. First, a highly mechanized system, which combines a Harvester and a Forwarder. Then, a system of an intermediate level of mechanization, integrated by a harvester and an agricultural tractor with crane and finally, a third system of a minimum level of mechanization which uses intensive labour and an agricultural tractor with crane.

In each situation and according to the circumstances in which each system of harvest was conducted, the aspects related to the dynamics of this activity were described and characterized. The results of productivity obtained were applied to estimate the costs of each system and according to the structure elaborated, the economic aspects were analysed and discussed.

The information related to the social aspects was obtained carrying out surveys to the different protagonists. The environmental aspects were observed in the stages proposed by the methodology during the course of the registrations.

The objectives achieved enable to reach to conclusion that shows that the system with the minimum level of mechanization is the one that presents the smallest cost and where the major proportion of it corresponds to the intensive labour.

In the systems of intermediate and high mechanization, the economic results were negative, being the use of the harvester in the stage of cut, what raises the cost of them.

On the other hand, the most important social aspects to take into account are: the substitution of labour by the mechanization, the human effort and the risk of accidents. Regarding the environmental aspects, it was observed that they were associated to the direct use of the machines, being the contamination, wastes of wood, the soil damage and the loss of the future productivity of the woods, the most relevant ones.

VIII BIBLIOGRAFÍA

- AEDO, D., NEUENSCHWANDER, R. & CHACON, I. 1998. Sistemas de cosecha forestal en Chile: situación actual y perspectivas. In Seminario de atualização,(10º.,1998, Curitiba) Anais Sistemas de colheita de madeira e transporte florestal. Curitiba pp 151- 164
- ALVAREZ, J.1998. Mejoramiento de productividad de plantaciones de pino radiata y eucaliptos en Forestal Mininco S.A. In Jornadas Forestales de Entre Ríos.(13ª.,1998, Concordia) pp III-1 III-27
- ANAYA, H. CHRISTIANSEN, P. 1986.Aprovechamiento forestal. Análisis de apeo y transporte. San José, Costa Rica, IICA. 246p.
- ARBE, A.,CORREA, R. 1995. Estudio de tiempo en una explotación de pino en la localidad de Piedras Coloradas. Evaluación técnica y económica de cosecha forestal. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay .Facultad de Agronomía. 67p
- ATHANASSIADIS, D. & WASTERLUND, I. 1998. Life cycle assessment of forestry machines. In Seminario de atualização, (10º.,1998, Curitiba) Anais Sistemas de colheita de madeira e transporte florestal. Curitiba pp 107-116
- BEAUMONT ROVEDA, E.1999.Lineamientos para la formulación de un estudio de evaluación de impacto ambiental de un proyecto forestal. In Jornadas Forestales de Entre Ríos (14ª.,1999, Concordia) pp A3-1 A3-21
- BECKER, G., 1987.Planejamento de atividades de exploração florestal de acordo com principios ergonomicos. In Simposio sobre exploração, transporte, ergonomia e segurança em reflorestamentos.(1987. Curitiba) pp 269-281
- BELL EQUIPMENT , 1997 . Forestry Systems Manual South Africa .98p.
- BRUSSA, C.,1994. Eucalyptus. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.325 p.
- DAMIANI, O. 1993. Ambiente y sociedad. Resultado de tres estudios regionales. In Desarrollo y Medio Ambiente, Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay .336p.pp 109-156.
- DIAZ, D. 1999.La eco certificación forestal. In Jornadas Forestales de Entre Ríos (14ª.,1999, Concordia) pp A2-1 A2-13

- DURAN, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. 398 p.
- EQUIPE TÉCNICA DE DURATEX FLORESTAL S. A.. 1987. Racionalização das operações florestais de exploração em florestas de eucalipto. In Simposio sobre exploração, transporte, ergonomia e segurança em reflorestamentos (1987. Curitiba) pp 187-197
- FAROPPA, C. 1998. Principales aspectos del sector forestal en Uruguay. In Jornadas Forestales de Entre Ríos.(13ª., 1998, Concordia) pp XIV-1 XIV5
- FERNÁNDEZ, I.& TIBURCIO, V. 1987. A utilização do alto grau de mecanização em sistemas de exploração florestal de pinus. In Simposio sobre exploração, transporte, ergonomia e segurança em reflorestamentos (1987. Curitiba) pp 144-148
- FMG TIMBERJACK, 1994.Revista Noticias.1/94. Rauma. Oy Grupo FMG Timberjack Snellmanibkatu 13 FIN- 00170 Helsinki SSN 1236-8334
- GARCIA, J. , MEDINA, E. 1986. Análisis de tiempo y rendimiento con el fin de planificar las tareas de explotación forestal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay .Facultad de Agronomía. 110p.
- HAKKILA, P., MALINOVSKI, J., SIRÉN, M. 1992. Feasibility of logging mechanization in Brazilian forest plantations. Finnish Forest Research Institute. Research Paper 404. Helsinki, Finland, 68p.
- HAKKILA, P. 1994. The development of small-log harvesting for the Indonesian pulp and paper industries. Enso Forest Development Oy Imatra, Finland, 72p.
- HILDEBRAND,E. y SHACK- KIRCHNER, H. 1998. The influence of compaction on soil structure and soil functions in forest sites. In Seminario de atualização, (10º.,1998, Curitiba) Anais Sistemas de colheita de madeira e transporte florestal. Curitiba pp 63-76
- KARJALAINEN, T. & ASIKAINEN, A. 1996. Greenhouse gas emissions from tre use of primary energy in forest operations and long- distance transportations of timber in Finland .Forestry,69 (3) : pp 215-228
- LANDECHEA, R., AGUIRRE, O.1986.Explotación forestal: incidencia de la topografía en los métodos , costos y rendimientos. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. 123 p.
- LARS, L. 1987. A eficiencia em sistemas de exploração com alto grau de mecanização. In Simposio sobre exploração, transporte, ergonomia e segurança em reflorestamentos (1987. Curitiba) pp 133-143

- MAC DONAGH, P. 1998. Cosecha en plantaciones forestales con destino industrial en Argentina: estado de avance y perspectivas. In Seminario de atualização.(10º.,1998, Curitiba) Anais Sistemas de colheita de madeira e transporte florestal. Curitiba pp. 229-242
- MALINOVSKI, MALINOVSKI, J. 1998. Evolução dos sistemas de colheita de pinus no região sul do Brasil. FUPEF- Curitiba, Brasil.138 p.
- MARCON, E. J.1993. Mecanização na colheita florestal. In 7º congresso florestal brasileiro, 1º Congresso florestal panamericano de mecanização em la colheita florestal (1º., 1993 , Paraná) pp 779-780
- MASUT, M.; MESTRES, L. 1990 Aprovechamiento de forestales implantados en Entre Ríos. In V º Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia pp 99-124.
- PEDOQUI, E., REYES, E. 1990. Determinación de tiempo y rendimiento en una cosecha forestal en bosques de Eucalyptus. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. 178p.
- PEREZ ARRARTE, C. 1993. ¿Desarrollo forestal ? una aproximación convencional. Pérez Arrarte. Desarrollo y Medio Ambiente . Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. pp 9-54
- PLAYER, A. & GREENE, W. .1992. Potential for mechanised logging systems in the Republic of South Africa. Southern African Institute of forestry. In South African Forestry Journal nº 162. pp 9-19
- ROESLER, E.X. & MOREIRA, A. 1998 Sistema de preparo de solos após colheita florestal mecanizada Pinus taeda . In Seminario de atualização, (10º.,1998, Curitiba) Anais Sistemas de colheita de madeira e transporte florestal. Curitiba pp 197-216
- SAARILAHTI, M. & ISOAHO, P.1992. Handbook for ox skidding researches. The Finnish Forest Research Institute. Helsinki, Findland. G. Printing.101 p.
- SALMERON, A. & RIBEIRO, R. 1998. Colheita mecanizada de eucaliptos em regiões acidentadas. In Seminario de atualização, (10º.,1998, Curitiba) Anais Sistemas de colheita de madeira e transporte florestal. Curitiba pp 165- 182
- SANT´ANNA, M.. 1987.A necessidade da diferenciação de equipamentos e sistemas de exploração em função do tipo de desbaste. In Simposio sobre exploração, transporte, ergonomia e segurança em reflorestamentos (1987. Curitiba) pp 110-117

- SEVER, S. 1987. Produção e performance de auto carregáveis em operações de extração florestal . In Simposio sobre exploração, transporte, ergonomia e segurança em reflorestamentos (1987. Curitiba) pp 163-186
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. 1998. Situación del sector forestal en Brasil. In Jornadas Forestales de Entre Ríos.(13ª., 1998, Concordia) pp XIII-1XIII-5
- SORRENTINO, A.1997. Manual para diseño y ejecución de inventarios forestales.Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay 350p.
- STHÖR, G. W. D. 1978 . A Analise de Sistema na Exploração e Transporte Florestal . II Curso de atualização sobre sistemas de exploração e transporte florestal. FUPEF, Curitiba , Paraná pp 97-114
- SUZUKI, T.;KONUMA, J. ; KOBAYASHI, M. BUCCI, L. A.; MOTTA, J. M. ; 1985 Mecanização de exploração florestal em campos de Jordao .In Cooperação técnica para os recursos florestais entre Japao (JICA) e Brasil Instituto forestal de Sao Paulo pp 604-607
- UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA O. DEL URUGUAY FACULTAD DE AGRONOMÍA. 1987 . Estudios del trabajo y estudios de tiempos. Recolección de datos en actividades forestales. Montevideo. 35 p.
- URUGUAY. BANCO DE PREVISION SOCIAL.2000. Asesoría tributaria y recaudación. Ed. Tradinco S.A. Montevideo. 198 p.
- URUGUAY. MGAP. D.G.R.N.R. CO.N.E.A.T. 1994.Grupos de suelos Índices de Productividad. Ed. Amanece S.R.L. Montevideo. 182 p.
- URUGUAY. MGAP .MTSS. MEC . MSP.1999.Regulación de las empresas forestales. Montevideo Decreto 372/99.p16
- URUGUAY. MGAP. DIRECCIÓN FORESTAL. 1996. Uruguay: Alternativas para la Transformación Industrial del Recurso Forestal. Washington OEA. 168 p.
- VACA, C. 1999. Manejo forestal sustentable. In Jornadas Forestales de Entre Ríos (14ª.,1999, Concordia) pp A1-1 A1-7
- VOULMINOT, A.,1998. Perfil del futuro contratista forestal. In Revista Forestal (Montevideo. Año II, Nº 10 dic. 1998) .pp36-37

- WADOUSKI, H.1987. O planejamento operacional na exploração de florestas. In Simposio sobre exploração, transporte, ergonomia e segurança em reflorestamentos (1987. Curitiba) pp 28-39
- WADOUSKI, L.H. 1998. Fatores determinantes da produtividade e dos custos na colheita da madeira. In Seminario de atualização, (10º.,1998, Curitiba) Anais Sistemas de colheita de madeira e transporte florestal. Curitiba p p 77-84
- WARKOTSCH, P. W., VAN HUYSSTEEN,L. & OLSEN G.J.1994. Identification and quantification of soil compaction due to various harvesting methods. A case study. South African Forestal Journal nº170 . pp 7-15
- WINTER, E. L. 1998. Sistemas mecanizados de colheita de madeira empovoamentos com fins energéticos. In In Seminario de atualização,(10º.,1998, Curitiba), Anais Sistemas de colheita de madeira e transporte florestal. Curitiba pp 133-150

IX- ANEXOS

ANEXO N° 1: CLIMATOLOGÍA

ANEXO DE CLIMATOLOGÍA		
	ESTADÍSTICAS (periodo 1961-1990)	
VARIABLES	PAYSANDÚ	CANELONES
temperatura media anual (°C)	17.9	16.5
temperatura min. Absoluta (°C)	-4.5	-0.5
temperatura máx. absoluta (°C)	42.4	39.9
temperatura media mínima (°C)	12.2	12.1
temperatura media máxima (°C)	23.4	21.1
precipitación anual (mm)	1218	1098
HR (%)	73	75
N ° días con precipitación	72	79
velocidad de viento media (m/s)	3.2	5.7

Los registros de estadísticas se solicitaron a la Dirección Nacional de Climatología. (junio,2000)

Los registros de datos correspondientes a los meses enero- febrero y abril - mayo se solicitaron a la Dirección Nacional de Climatología. (junio,2000)

ANEXO DE CLIMATOLOGÍA

CUADRO N° 2

REGISTROS DE VARIABLES DEL TIEMPO

(enero-febrero 2000)

LOCALIDAD Aeródromo de CHALKUNZ, Ruta 3 Km 374 Paysandú

DIA	T ° C mínima	T ° C máxima	pp acumulada /día	HR % hora	
15-Ene	20.1	34.8	1.6	72	
16-Ene	23.2	37	0	50	(96 mm Norteña)
17-Ene	20.6	32.2	0.9	53	
18-Ene	16.5	34.4	0	35	hora 18
19-Ene	18	38	0	30	21
20-Ene	21.2	39.3	0	38	24
21-Ene	20.9	38	0	33	24
22-Ene	21	33	21	48	
23-Ene	18.2	33	0.2	42	
24-Ene	19.2	28	Trazas	67	
25-Ene	16.2	33	Trazas	34	
26-Ene	17.5	33	0	39	
27-Ene	18	34.8	0	37	
28-Ene	19.2	35.9	0	35	
29-Ene	19	37	0	30	
30-Ene	23	32	0	43	
31-Ene	19.8	31.8	90	62	
01-Feb	19	33.7	0.8	50	
02-Feb	19.7	32.6	0	51	
03-Feb	18.7	32.2	47	47	
04-Feb	16.4	33.4	0	37	
05-Feb	18.8	36.2	0	34	
06-Feb	20.9	36.6	0	40	
07-Feb	20.6	36	trazas	35	
08-Feb	21.8	34.3	0	50	
09-Feb	23	31	trazas	52	
10-Feb	17.3	36.9	30	34	
11-Feb	18.9	28.3	200	96	
12-Feb	20.9	28.8	0.6	93	
13-Feb	18.5	26	46.3	74	
14-Feb	14.9	26.9	0	42	
15-Feb	15.6	29	0	47	

ANEXO DE CLIMATOLOGÍA

CUADRO N ° 3

HOJA 1

REGISTROS DE VARIABLES CLIMÁTICAS

(marzo- abril- mayo 2000)

Localidad: Aeropuerto Internacional CARRASCO

(Camino Carrasco s /n)

DIA	T ° C mínima.	T ° C máxima.	pp. Acumulada / día	Hr. % hora 12	viento (k t)
22-Mar	12.5	24	0	41	16
23-Mar	13.2	28.5	0	67	14
24-Mar	15.2	23.6	64	51	20
25-Mar	11	25	0	39	11
26-Mar	15	23	0	61	13
27-Mar	14	sd	3.3	83	20
28-Mar	13	17.8	12	43	18
29-Mar	7.5	20.6	0	40	12
30-Mar	8.4	23.6	0	54	11
31-Mar	10.8	23	0	62	9
01-Abr	14	20	0	56	13
02-Abr	8	20	0	60	10
03-Abr	10.3	23	0	52	12
04-Abr	15.5	21.5	0	73	12
05-Abr	16.8	25	4	79	9
06-Abr	15	22.2	0	91	13
07-Abr	18.6	21.4	20.8	93	11
08-Abr	18	22.5	36	87	13
09-Abr	16.4	22.2	0	90	13
10-Abr	20.2	20	9.5	95	20
11-Abr	13.8	18.2	70	52	13
12-Abr	14.4	20.5	0.4	66	14
13-Abr	8.4	21.6	0	64	8
14-Abr	12.5	22.5	0	79	9
15-Abr	13	21.8	0	62	8
16-Abr	15.4	20.6	0	72	9
17-Abr	16.2	20.2	2	75	15
18-Abr	15	18.5	0.6	64	28
19-Abr	16	18	10	84	25
20-Abr	16.6	20	5.6	72	16
21-Abr	sd	20.2	0	66	9
22-Abr	11.4	24.5	0	64	13
23-Abr	15.2	25.6	0	54	20
24-Abr	14.8	26.8	0	67	11

Hoja 2					
25-Abr	12.7	25.8	0	56	15
26-Abr	15.2	21.2	0	89	11
27-Abr	15.5	sd	0	90	8
28 -Abr	14.4	19	0	90	8
29-Abr	12	20.5	0	94	14
30-Abr	7	21	28	98	23
01-May	16	22.5	20	87	12
02-May	12.4	17.8	21.5	53	21
03-May	12.5	17.5	0	55	11
04-May	12.4	16.2	3	87	18
05-May	13.8	17	12	94	20
06-May	12.6	15.2	50	66	30
07-May	9.2	16	0	73	12
08-May	8.8	16.2	0	67	8
09-May	7.2	18.8	0	67	13
10-May	11.2	16	0	62	13
11-May	7.6	18	0	63	13
12-May	13	20	trazas	69	12
13-May	8	16.5	0	100	12
14-May	15	16.4	5	96	10
15-May	14.6	16.6	Trazas	91	16
16-May	14.2	16.5	12.2	91	29
17-May	15.2	17	59.8	81	27
18-May	12	16.5	Trazas	75	14
19-May	9	16.4	0	70	7
20-May	9.2	17.5	0	81	11
21-May	9	19	0	64	15
22-May	10	19.4	0	56	15
23-May	10.4	17.2		79	10
24-May	10.5	21.2	0	73	11
25-May	15	15.6	102	98	11
26-May	11	18.2	42.7	60	17
27-May	8	14.8	0	75	14
28-May	8.4	15	0	72	8
29-May	8	17.8	0	72	9
30-May	12	14.8	0.5	86	18
31-May	sd	sd	sd	sd	sd

Los registros de datos correspondientes a marzo abril y mayo se solicitaron a la Dirección Nacional de Climatología. (junio,2000)

ANEXO N° 2

CARACTERÍSTICAS DE LAS MAQUINAS

HARVESTER TH 120

- Marca: BELL
- Procedencia: Sudáfrica
- Motor: Cummins 4BTA 3.9
- Potencia neta: 86 kw (116 HP) , 2500 rpm. SAE J.B49
- Numero de cilindros: 4 cilindros en línea
- Peso de operación total: 12.020 kg.
- Orugas (zapatas): ancho 16" (406 mm) o 20"(508 mm) opcional
- Cabezal: SP550 .Diámetro de corte máximo 550 mm. 22" Agarre simple con control computarizado, programable. * Sistema de medición con control de averías. Sierra de cadena accionada hidrostáticamente. Descortezado por cuchillos
- Grúa: rango de giro 170°, alcance 5.3 m,
- Alturas: Altura máquina 3m, altura grúa en posición de trabajo 4 m.

FORWARDER T 12B

- Marca: BELL
- Procedencia: Sudáfrica
- Motor: Cummins
- Potencia neta: 81 k w (108 HP)
- Numero de cilindros: Cummins 4 BT 3.9c
- Transmisión: 6 velocidades (power shift) velocidad máx.32 km/h
- Peso de operación: 12900 k g
- Tasa de madera apilada: 11.000 kg
- Neumáticos: frontal estándar 60/55-26.5 Trasero opcional 70/50 -26.5
- Grapo: 0.35 m ²
- Grúa: Cranab 660 estándar opcional a Cranab 800, Cranab 60 Combi

TRACTOR AGRÍCOLA CON GRÚA Y ZORRA

- Marca: VALMET 980
- Año: 1984
- Procedencia: Brasil
- Motor: Mwm
- Potencia neta: 100 HP
- Numero de cilindros: 4
- Velocidad: 10 kph
- Peso de operación: 10.000 k g
- Largo total: 9.20 m
- Altura: 3.15 m
- Ancho: 2.3 m
- Altura de la barra: 0.32 m
- Neumáticos: trasero 23/1/26
Frontal 14/24
De la casamba 1400 /24
- Grapo: 0.35 m²
- Grúa: FMV sueca HIAB
- Zorra capacidad: 15.15 m.e.

MOTOSIERRA

- Marca: STIHL
- Modelo: 038 AVSQ Magnum
- Cilindrada: 72.2 cc 3.6/4.9 (kw / cv) 6.6 Hp
- Peso: 6.6 kg
- Peso/ potencia: 1.8 kg / kw
- Espada: 40 o 50 cm
- Recambio de motor: 2800 y 3200 hs de uso
- Mantenimientos: filtro de aire 200 hs, piñón 300 hs, carburador 800 hs
- Espada: 600 hs
- Cadena: 100 hs
- Aceite mezcla: 30 – 50 gr / lt de nafta común.

ANEXO N° 3

CONSUMOS DE MÁQUINAS:

UBICACIÓN EN NORTEÑA (I) UBICACIÓN EN IDALEN (II)

CONSUMO GASOIL HARVESTER						
	PERIODO	CONSUMO TOTAL	HOROMETRO		h. EFECTIVAS	CONSUMO/h
9/1 al 18/1	I	1146.5	5302.6	5408.5	105.9	10.82
24/1 al 7/2	II	1418	5481.9	5602.5	120.6	11.75
	total	2564.5			226.5	11.32

ACEITES LUBRICANTES Y GRASA DEL HARVESTER NOVIEMBRE DE 1999

REGISTROS DE PLANILLAS		
	CONSUMO	CONSUMO/ h. ef. (*)
ACEITE DE CADENA (I)	127.5	0.625
ACEITE HIDRÁULICO (I)	80	0.392
ACEITE DE MOTOR (I)	12	0.058
ACEITE DE CAJA (I)	4	0.019
GRASA (Kg.)	10	0.049
(*) se consideran 204 h. Efectivas		

CONSUMO DE GASOIL del HARVESTER: DE LOS REGISTROS DE REPORTE DIARIO (ESTRATO F 202)

FECHA	HORAS EFECTIVAS	CONSUMO GASOIL (Litros)
1/2/2000-7/2/2000	103.3	1197

CONSUMO HORARIO 11.58 LITROS

CONSUMO DE GASOIL FORWARDER: DE LOS REGISTROS DE REPORTE DIARIO

FECHA	HORAS EFECTIVAS	CONSUMO GASOIL (Litros)
11/1/2000-22/1/2000	70.77	637

CONSUMO HORARIO 9.0 LITROS

ANEXO N° 4: EUCALYPTUS VIMINALIS

CUADRO 1: CARACTERÍSTICAS DEL RODAL

Muestra	Área basal media (m ²)	DAP medio * (cm)	Altura total (m)	Altura comercial (m)	Nº de árboles	Fustes comerciales
1	0.0196	15.82	16.14	9.69	10	14
2	0.0177	15.02	16.31	11.20	13	15
3	0.0138	13.27	15.67	9.98	9	10
4	0.0181	15.18	14.03	9.50	10	10
5	0.0163	14.44	13.04	10.32	13	13
6	0.0224	16.88	13.5	8.91	10	12
7	0.0169	14.69	15.29	10.35	10	11
Promedio	0.0178	15.04	14.85	9.99		
Desvío	0.00268	1.12	1.31	0.73	1.6	1.95
CV %	15.0	7.5	8.8	7.3	14.9	16.0

Muestras de superficie 90 m². Marco de plantación 3 x 2. Densidad actual: 1.189 árb/ ha

Porcentaje de árboles bifurcados 11.6 %. ;* DAP medio de fustes comerciales.

CUADRO 2 : CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA DE ESTUDIO

Filas	Área basal (m ²)	DAP medio * (cm)	Altura total promedio (m)	Altura comercial promedio (m)	Nº de árboles	Fustes comerciales
1**	0.9322	14.71	14.21	8.14	42	53
2	0.9922	14.08	14.62	7.9	50	59
3	0.8948	14.55			44	50
4	0.8908	13.07			53	61
5	0.7424	15.37			38	42
6	1.407	15.15			67	78
7	1.056	14.85			61	61
Total	5.9832	14.73			313	351
Promedio		14.51	14.42	8.02		
Media			14.19#	7.87#		
Desvío	0.0268	0.839	2.74#	2.68#		
CV %	15.0	5.7	19.3	34.0		

*DAP medio considerando fustes comerciales

** fila que se eliminó de la parcela de estudio

media y desvío de alturas de 112 observaciones en las filas 1 y 2.

Parcela superficie: 2.763 m². Marco de plantación 3 x 2. Densidad actual: 1.133 árb/ ha; Porcentaje de árboles bifurcados 10.8 %.

CUADRO 3: ESTIMACIÓN DE VOLUMEN EN EL RODAL

Muestras	Área Basal (m ²)	Volumen Total (m ³)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³ /ha)	Volumen Comercial (m ³ /ha)
1	0.2755	2.22	1.33	246.6	147.7
2	0.2657	2.16	1.48	240.0	164.4
3	0.1383	1.08	0.69	120.0	76.6
4	0.1811	1.27	0.86	141.1	95.5
5	0.2128	1.38	1.09	153.3	121.1
6	0.2688	1.81	1.19	201.1	132.2
7	0.1865	1.42	0.96	157.7	106.6
Promedio	0.2183	1.62	1.09	179.9	120.6
Desvío	0.053	0.44	0.27	49.6	30.4
CV %	24.3	27.5	25.4	27.5	25.2

Superficie parcelas 90 m²

Densidad 1189 arb/ ha, volumen total 0.151 m³/árbol, volumen comercial 0.101 m³/árb.

CUADRO 4: ESTIMACIÓN DE VOLUMEN EN LA PARCELA DE ESTUDIO

Filas	Área Basal (m ²)	Volumen Total (m ³)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³ /ha)	Volumen Comercial (m ³ /ha)
1	0.9922	7.15	3.97	168.1	96.2
2	0.8953	6.46	3.58	153.8	85.5
3	0.8875	6.40	3.56	133.3	74.1
4	0.7467	5.35	2.97	122.1	67.9
5	1.0553	7.61	4.23	159.5	88.7
6	1.4112	10.14	5.64	209.3	116.4
Total	5.9889	43.15	23.99	156.1	86.8

Superficie 2763 m². Densidad 1133 árb./ha. volumen total 0.1378 m³/árb.
Volumen comercial 0.76 m³/árb.

CUADRO 5: REGISTRO DE TIEMPO DEL HARVESTER

TIEMPO PROCESADO (productivo)	TOTAL	5:23:34
Promedios/ árbol		
Apeo		00:00:09
Desrame y descortezado.		00:00:33
Trozado		00:00:09
Desplazamiento		00:00:11
Tiempo improductivo total		00:48:32
Espera		00:36:17
Imprevistos		00:12:15
TIEMPO TOTAL CRONOMETRADO		6:12:06
DISPONIBILIDAD OPERACIONAL		86.8 %
Distracción	00:04:47	1.29%
* tiempo en h/min./seg.)		

CUADRO 6: PORCENTAJES DE TIEMPO / FUSTE PROCESADO

tiempo por fuste en segundos					
Corte	apeo	Desrame- descortezado.	trozado	desplazamiento.	total
3	4	33	9	11	60
5.0%	6.6%	55.0%	15.0%	18.33%	100 %

CUADRO 7: VOLUMEN PROCESADO POR EL HARVESTER

Σdi^2 (m ²)	ΣDi^2 (m ²)	Nº trozas	$\Sigma (di^2+Di^2)$ (m ²)	Volumen real (m ³)	Volumen medio/troz a (m ³)
1.551	1.004	101	2.555	2.4086	0.023
1.641	1.677	107	3.318	3.1276	0.029
1.268	1.172	100	2.440	2.3004	0.023
1.402	1.518	105	2.920	2.7528	0.026
1.311	1.313	108	2.624	2.4732	0.023
1.455	1.359	111	2.814	2.6531	0.023
1.219	1.188	112	2.407	2.2697	0.020
1.126	1.029	104	2.155	2.0317	0.019
0.786	0.749	67	1.536	1.4477	0.021
Totales					
11.76	10.94	915	22.77	21.46	
Promedio					0.023*
Desvío					0.0037
CV %					16.1

Rendimiento volumen comercial 77.68 m³/ ha.

Superficie parcela de estudio 2763 m²

Volumen Smalian= $\Sigma (di^2 + Di^2) * \pi/8 * \text{Largo de troza}$

* Volumen medio de troza.

CUADRO 8: REGISTROS DE TIEMPO DE FORWARDER.

TIEMPO CRONOMETRADO POR SUBETAPA EN LA PARCELA EN ESTUDIO					
VIAJE	VIAJE VACIO	CARGA	VIAJE CARGADO	DESCARGA	TOTAL /VIAJE
1	00:05:00	00:23:13	00:03:40	00:25:35	00:57:28
2	00:03:11	00:19:52	00:02:57	00:25:35	00:51:35
3	00:03:33	00:20:26	00:02:31	00:18:16	00:44:46
PROMEDIO	00:03:55	00:21:10	00:03:03	00:23:09	00:51:16
SUBETAPA/ VIAJE	7.6 %	41.3%	5.9 %	45.1%	
SEGÚN HORA RELOJ LA TOMA DE TIEMPOS DE LAS SUBETAPAS FUE:					
				INICIO	09:40 hr.
				FIN	12:13:35
VIAJE	VIAJE VACIO	CARGA	VIAJE CARGADO	DESCARGA	
1	09.45.00	10:08:13	10:11:53	10:37:14	
2	10:40:25	11:00:17	11:03:14	11:28:49	
3	11:32:22	11:52:48	11:55:19	12:13:35	
TIEMPO DIRECAMENTE PRODUCTIVO			02:33:35		
TIEMPO DIRECTAMENTE PRODUCTIVO (CARGA)			00:10:00		
CARGA TOTAL DEL CAMION			02:43:35		

* tiempo en (h/min./seg.)

CUADRO 9: VOLUMEN DE SACCA Y CARGA

TROZAS CARGADAS EN CAMION			Nº
Volumen procesado (m ³)	21.46	Medidas en rodal	915
Volumen saca directa (m ³)	21.46	Saca con Forwarder	915
Volumen descargado (m ^{3*})	3.41	Contadas en camión	146
volumen descartado (m ^{3**})	- 0.35	Eliminadas mal descortezadas	-15
Volumen total en camión m ³	24.53	TROZAS TOTALES	1046

(m³ *) se estimó con el volumen promedio de troza en la parcela multiplicado por el numero de trozas del viaje 1 del camión anterior

(m³ **) se estimó con el volumen promedio de troza multiplicado por el número de trozas que se descartaron al acomodar la carga en el camión

ANEXO N° 5: EUCALYPTUS GLOBULUS SPP MAIDENII

CUADRO 1: CARACTERÍSTICAS DE RODALES

Estrato F 201 : superficie efectiva 1.63 ha

Muestra	Área Basal media (m ²)	DAP medio * (cm)	N° de árboles	Fustes comerciales
1	0.0184	15.32	68	71
2	0.0189	15.51	62	63
3	0.0172	14.79	63	63
4	0.0194	15.72	70	70
Promedio	0.0185	15.33		
Desvío	0.0009	0.398	9	4.3
CV %	5.1	2.6	13.7	6.5

Muestras de superficie 680 m², marco de plantación 4 x 2.2. densidad actual: 967 árb/ ha

Porcentaje de árboles bifurcados 1.5%

* DAP medio considerando fustes comerciales

Estrato F 202 : superficie efectiva 4.67 ha

Muestra	Área Basal media (m ²)	DAP medio* (cm)	N° de árboles	Fustes comerciales
1	0.0197	15.84	52	52
2	0.0194	15.74	63	63
3a	0.0204	16.14	41	41
3b	0.0252	17.91	43	45
3c	0.0200	15.97	92	96
total			291	297
Promedio	0.0209	16.31		
Desvío	0.0024	0.68		
CV %	11.5	4.1		

Superficie muestreada: 2900 m², marco de plantación 4 x 2.2. densidad actual: 1003 árb/ha. Porcentaje de árboles bifurcados 2.0 %.

* DAP medio considerando fustes comerciales

CUADRO 2: CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA DE ESTUDIO

Sector	Área basal (m ²)	DAP medio* (cm)	Altura total (m)	Altura comercial (m)	Nº de árboles	Fustes comerciales
A	0.8389	16.14	14.0	8.79	41	41
B	1.1339	17.91	15.84	10.35	43	45
C	1.920	15.95	12.67	7.60	92	96
Fila 10**	3.89	16.46			176	182
Promedio		16.67	14.17	8.91		
Desvío		1.08	1.59	1.38		
CV %		6.4	11.2	15.4		

*DAP medio considerando fustes comerciales

** fila 10 corresponde a las muestras 3^a, 3b, 3c de caracterización del rodal F 202

Superficie fila: 1740 m², Marco de plantación 4 x 2.2.

Densidad actual 1011 árb. / ha Porcentaje de árboles bifurcados 3.3 %

CUADRO 3: ESTIMACIÓN DE VOLUMEN EN EL RODAL

Muestras	Área Basal (m ²)	Volumen Total (m ³)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³ /ha)	Volumen Comercial (m ³ /ha)
1	1.024	7.25	4.56		
2	1.227	8.69	5.46		
3 ^a	0.834	5.90	3.71		
3b	1.134	8.03	5.05		
3c	1.920	13.60	8.55		
Total *	5.388	43.47	27.33	151.57	95.31

* Superficie total muestreada 2900 m². Densidad 1003 árb/ ha. Volumen total: 0.150 m³/ árb. Volumen comercial: 0.095 m³/árb.

CUADRO 4: ESTIMACIÓN DE VOLUMEN EN LA PARCELA DE ESTUDIO

FILA 10	Área Basal (m ²)	Volumen Total (m ³)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³ /ha)	Volumen Comercial (m ³ /ha)
Sector a	0.839	5.94	3.737		
Sector b	1.134	8.03	5.050		
Sector c	1.920	13.59	8.545		
Total	3.893	27.56	17.33	158.39	99.59
Parcela		85.46	53.73		

*Superficie total fila 10: 1740 m², superficie total de parcela de estudio 5396 m².

Densidad 1011 árb/ ha. Volumen total: 0.156 m³/árb. Volumen comercial: 0.098 m³/árb.

CUADRO 5: REGISTRO DE TIEMPOS DE HARVESTER

Tiempo directamente productivo total		10:03:38
Promedios/ árbol		
Apeo	00:00:07	
Desrame y descortezado.	00:00:34	
Trozado	00:00:11	
Desplazamiento	00:00:12	
Tiempo improductivo total		01:02:40
Espera	00:30:18	
Imprevistos	00:32:22	
Tiempo total cronometrado		11:06:18
DISPONIBILIDAD OPERACIONAL		90.59%
Distracción	00:22:38	
	3.40%	
* tiempo en (h/min./seg.)		

CUADRO 6: PORCENTAJES DE TIEMPO / FUSTE PROCESADO

Tiempo por fuste en segundos				
Corte y apeo	Desrame-descortezado	trozado	desplazamiento.	total
7 10.9%	34 53.1%	11 17.18%	12 18.75%	64 100%

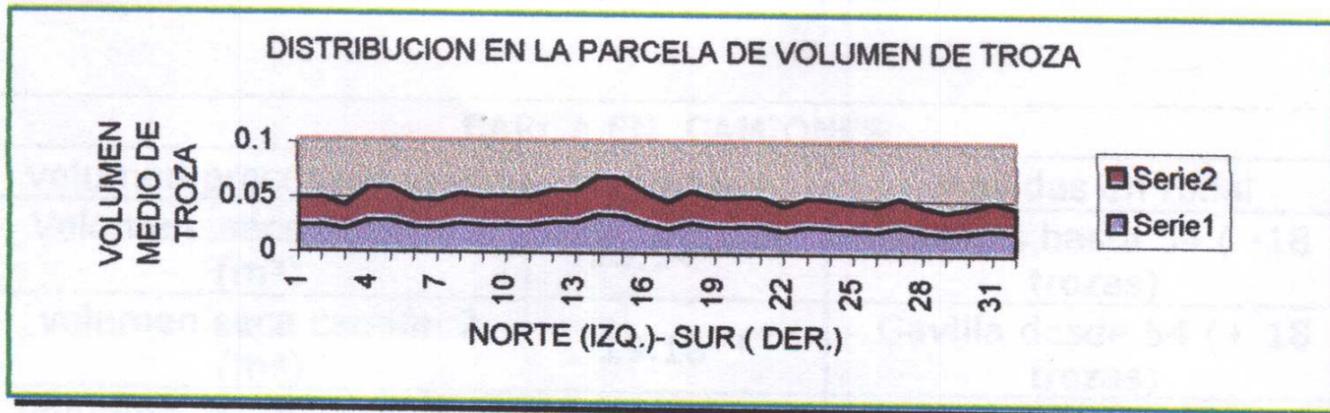
CUADRO 7: VOLUMEN PROCESADO POR EL HARVESTER

Suma Σdi^2 (m ²)	ΣDi^2 (m ²)	Nº trozas	$\Sigma(di^2+Di^2)$ (m ²)	Volumen real (m ³)	Volumen medio /troza (m ³)
0.5306	0.7872	50	1.3178	1.242	0.024
0.5527	0.7679	49	1.3207	1.244	0.025
0.5619	0.7936	59	1.3555	1.277	0.021
0.7554	1.0023	56	1.7577	1.656	0.029
0.7911	0.9922	56	1.7834	1.680	0.030
0.5879	0.9027	57	1.4906	1.404	0.024
0.6145	0.9079	60	1.5225	1.434	0.023
0.5997	0.8244	49	1.4242	1.342	0.027
0.6165	0.6165	45	1.2330	1.162	0.025
0.7063	0.9687	60	1.6750	1.578	0.026
0.6322	0.8777	55	1.5099	1.423	0.025
0.7840	0.8580	53	1.6421	1.547	0.029
0.7222	0.8895	52	1.6117	1.519	0.029
0.9818	1.4283	64	2.4101	2.271	0.035
0.8617	1.0952	53	1.9569	1.844	0.034
0.7754	1.0583	61	1.8337	1.728	0.028
0.6239	0.9271	61	1.5510	1.461	0.023
0.8880	1.2821	70	2.1701	***2.045	0.029
0.7353	1.0755	66	1.8108	1.706	0.025
0.6581	0.9107	56	1.5688	1.478	0.026
0.6867	0.9928	60	1.6795	1.582	0.026
0.4426	0.6956	48	1.1382	1.072	0.022
0.5286	0.8045	48	1.3332	1.256	0.026
0.6472	0.7745	53	1.4217	1.339	0.025
0.5485	0.8245	55	1.3730	1.294	0.023
0.4885	0.7329	51	1.2214	1.151	0.022
0.6122	0.8451	52	1.4573	1.373	0.026
0.4999	0.7621	53	1.2620	1.189	0.022
0.4065	0.6652	51	1.0718	1.010	0.019
0.6047	0.9225	67	1.5272	1.439	0.021
0.4791	0.6971	45	1.1762	1.108	0.024
0.5264	0.8113	57	1.3377	1.260	0.022
Totales					
20.45	28.49	1772	48.946	46.13	*** camión 1
promedio					*0.026
Desvío					0.0035
CV %					13.6

Rendimiento volumen comercial: 85.45 m³/ ha.

Superficie parcela de estudio 5396 m²

Volumen Smalian = Suma (di²+ Di²)* pi/8 * Largo de troza



CUADRO 8: REGISTRO DE TIEMPOS DE TRACTOR AGRÍCOLA

Camión 1	Promedios	Porcentajes	tiempos totales	
imprevistos	0:00:20	0.8%	0:01:40	
viaje vacío	0:01:55	4.7%	0:09:35	
Carga	0:23:42	59%	1:58:29	
viaje cargado	0:01:35	3.9%	0:07:53	
Descarga	0:12:59	32%	1:04:53	
Tiempo por viaje				
Tiempo 5 viajes	0:40:30		3:22:30	
Disponibilidad operacional 99%				

Camión 2	Promedios	Porcentajes	Tiempos totales **	
Imprevistos	0:03:36	7.5%	0:16:04	0:14:24
Viaje vacío	0:04:11	8.7%	0:16:45	0:16:45
Carga	0:21:33	45%	1:26:10	1:26:10
Viaje cargado	0:04:32	9.4%	0:18:09	0:18:09
Descarga	0:14:26	30%	0:59:33	0:57:45

Tiempo por viaje				
Tiempo 4 viajes	0:48:18		3:16:41	3:13:13
Disponibilidad operacional 92%				
			03:13:13	

Descargan 18 trozas del 5º tiempos totales ** se descuentan

* Tiempos en (h/min.sec.)

CUADRO 9: VOLUMEN DE SACA Y CARGA.

CARGA EN CAMIONES			Trozos
volumen procesado (m ³)	46.13	Medidas en rodal	1772
Volumen saca camión 1 (m ³)	26.94***	Gavillas hasta 54 (-18 trozas)	974
volumen saca camión 2 (m ³)	19.18**	Gavilla desde 54 (+ 18 trozas)	798
volumen descartado (m ³)	0	Trozos mal descortezadas	0
Volumen total carga (m ³)	46.13	TROZAS TOTALES	1772

(m³***) volumen de trozas procesadas en la parcela cuadro 7 hasta la pila 54 se estima el volumen de 18 trozas con el volumen promedio troza del sector norte. Volumen troza =0.027 m³, volumen que se descuenta 0.4977 m³.

(m³ **) volumen de trozas procesadas en la parcela desde la pila 54 a la última, más el volumen de 18 trozas estimado o por diferencia con el total procesado.

ANEXO N° 6: EUCALYPTUS GLOBULUS SPP GLOBULUS

CUADRO 1: CARACTERÍSTICAS DEL RODAL

Muestra	Área Basal media (m ²)	DAP medio* (cm)	Altura total (m)	Altura comercial (m)	N° de árboles	Fustes comerciales
1	0.0187	15.47	15.23	10.03	14	14
2	0.0211	16.42	15.74	10.14	12	12
3	0.0147	13.70	13.63	9.02	12	13
4	0.0123	12.53	13.93	9.04	13	13
5	0.0198	15.89	15.93	11.01	14	16
total	1.1864				65	67
Promedio	0.0173	14.80	14.89	9.48		
Desvío	0.0036	1.63	1.05	0.83	1	1.5
CV %	21.9	11.0	7.0	8.5	7.7	11.1

Muestras de superficie 135 m². Marco de plantación 3 x 3. Densidad actual: 963 árb/ ha

Porcentaje de árboles bifurcados 3.0 %. * DAP medio de fustes comerciales.

CUADRO 2: CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS DE ESTUDIO

Parcela de estudio	Área Basal (m ²)	DAP medio * (cm)	Altura total media (m)	Altura comercial media (m)	N° de árboles	Fustes comerciales
1**	0.01847	15.33	15.93	10.89	50	53
subtotal	0.979					
2	0.019	15.55	15.27	10.36	58	58
subtotal	1.1040					
Total	2.083				108	111
Promedio	0.0187	15.44	15.60	10.62		
Desvío		0.16	0.46	0.37		
CV %		1.0	3.0	3.5		

*DAP medio considerando fustes comerciales

** primer parcela de registro al motosierrista.

Parcelas superficie: (1) 621 m² (2) 594 m². Marco de plantación 3 x 3. Densidad actual promedio: 889 árb./ha. Porcentaje de árboles bifurcados 2.7 %.

CUADRO 3: ESTIMACIÓN DE VOLUMEN EN EL RODAL

Muestras	Área Basal (m ²)	Volumen Total (m ³)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³ /ha)	Volumen Comercial (m ³ /ha)
1	0.2631	2.00	1.32	148.46	98.26
2	0.2533	1.99	1.43	147.68	106.54
3	0.1612	1.30	0.86	96.58	63.88
4	0.1599	1.12	0.72	82.57	53.59
5	0.316	2.52	1.77	186.97	131.60
Promedio	0.2307	1.786	1.22	132.45	90.77
Desvío	0.068	0.571	0.429	42.5	31.9
CV %	29.6	31.9	35.1	32.1	35.1

* Superficie de muestras: 135 m².marco de plantación 3 x 3

Densidad 963 árb/ ha. Volumen total: 0.137 m³/ árb. Volumen comercial: 0.094 m³/ árb.

CUADRO 4: ESTIMACIÓN DE VOLUMEN EN PARCELAS DE ESTUDIO

Parcela de estudio	Área basal (m ²)	Volumen Total (m ³)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³ /ha)	Volumen Comercial (m ³ /ha)
1**	0.984	7.79	5.33	125.44	85.83
2	1.104	8.43	5.71	141.9	96.12
Total*	2.088	16.22	11.04	133.49	90.86
Promedio		8.11	5.52	133.67	90.975
Desvío				11.64	7.27
CV %				8.7	8.0

* Superficie total parcelas: 1215 m², ** primer parcela registro de tiempo.

Densidad 889 árb/ ha. Volumen total: 0.150 m³/ árb. Volumen comercial: 0.102 m³/ árb.

CUADRO 5: REGISTRO DE TIEMPOS DEL MOTOSIERRISTA

PARCELA 1:

Vuelco	Camina	Otros	Apeo
00:00:10	00:00:06	00:00:01	00:00:16
62.50%	37.50%	6.25%	100%
Tiempo efectivo		00:16:39	
Tiempo otros		00:01:11	

tiempo total de trozado		00:34:30	
	Pulpa	Leña	Camina
Tiempo totales	00:10:43	00:19:54	00:03:53
Porcentajes	31.0%	57.7%	11.3%

PARCELA 2:

Promedios / árbol	Vuelco	Camina	Apeo	Otros
Fila 1	00:00:08	00:00:05	00:00:14	00:00:01
Fila 2	00:00:09	00:00:04	00:00:12	00:00:00
Fila 3	00:00:09	00:00:03	00:00:12	00:00:00
Promedio	00:00:09	00:00:04	00:00:13	00:00:00
Tiempo efectivo		00:13:22		
Vuelca		69%		
Camina		31%		

Tiempo total de trozado		00:27:00	
	Pulpa	leña	camina
Tiempos totales	00:13:58	00:09:18	00:03:44
Porcentajes	51.7 %	34.4 %	13.8 %

* tiempo en (h/min./seg.)

TIEMPO PROMEDIO

	tiempo apeo	tiempo/ árbol	árboles
Parcela 1	00:16:39	00:00:16	50
Parcela 2	00:13:22	00:00:12	58
Total	0:30:01		108
Promedio		0:00:14	

	tiempo trozado	camina	trozas
Parcela 1	00:10:43	00:03:53	147
Parcela 2	00:13:58	00:03:44	161
Sub Total	00:24:41	00:07:35	
Total	00:32:16		308
Tiempo/troza	0:00:06		

* Tiempo en (h/min./seg.)

CUADRO 6: REGISTRO DE TIEMPOS DE AYUDANTES

PARCELA 1:

	Preparación	marcado	Trozado	Descortezado	Descanso	interrupciones	total
Ni	66 28%	8 3%	8 3%	113 47%	35 15%	10 4%	240 100%
NI /N	0.28	0.03	0.03	0.47	0.15	0.04	
Ti	02:09:31	00:13:33	00:13:53	03:37:24	01:09:23	00:16:57	7:41:00
T	Tiempo total 07:42:34						
Tiempo productivo				7:10:11			
Tiempo directamente productivo				06:00:48			
Tiempo indirectamente productivo				1:09:23			

Horario 7.45 a 11:05 y 12 a 15.45

En la etapa de preparación faltó un hacha para un ayudante

PARCELA 2:

	preparación	marcado	Trozado	descortezado	descanso	interrupciones	total
Ni	56 33%	5 3%	6 4%	58 34%	42 25%	2 1%	169 100%
NI /N	0.33	0.02	0.04	0.34	0.26	0.01	
Ti	02:14:12	00:09:35	00:17:32	02:16:36	01:45:27	00:04:48	6:45:09
T	Tiempo total 06:45:00						
Tiempo productivo				06:24:45			
Tiempo directamente productivo				04:39:27			
Tiempo indirectamente productivo				01:45:18			

Descansan al medio día ; horario de 9:00 a 11:45 y 14:30 a 16:30 y siguen al día siguiente 9:00 a 10:55.

* Tiempo en (h/min./seg.)

CUADRO 7: RESUMEN DE TIEMPOS DE COSECHA APLICADOS

Tiempos totales de cada actividad	En conjunto		Solo ayudantes	
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 1	Parcela 2
Apeo	0:16:39	0:13:22		
Preparación	2:09:31	2:14:12	2:09:31	2:14:12
Marcado	0:13:33	0:09:35	0:13:33	0:09:35
Trozado	0:13:53	0:17:42		
Descortezado	3:37:24	2:16:36	3:37:24	2:16:36
Apilado	0:24:30	0:40:45	0:24:30	0:40:45
Tiempos directamente productivos	6:55:30	5:52:12	6:24:58	5:21:08
Tiempos indirectamente productivos	1:09:23	1:45:27	1:09:23	1:45:27
Tiempos improductivos	0:16:57	0:04:48	0:16:57	0:04:48
Total de tiempo productivo	8:04:53	7:37:39	7:34:21	7:06:35
Nº de trozas			147,00	161,00
Productividad por hr.			19,41	22,65

* tiempo en (h/min./seg.)

Tiempos por persona	En conjunto		Solo ayudantes	
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 1	Parcela 2
Apeo (1)	0:16:39	0:13:22		
Preparación (2)	6:28:33	4:28:24	6:28:33	4:28:24
Marcado (2)	0:13:33	0:09:35	0:13:33	0:09:35
Trozado (1)	0:13:53	0:17:42		
Descortezado (2)	10:52:12	4:33:12	10:52:12	4:33:12
Apilado (2)	1:13:30	1:21:30	1:13:30	1:21:30
Tiempos directamente productivos	19:18:20	11:03:45	18:47:48	10:32:41
Tiempos indirectamente productivos	3:28:09	3:30:54	3:28:09	3:30:54
Tiempos improductivos	0:50:51	0:09:36	0:50:51	0:09:36
Tiempo total	22:46:29	14:34:39	22:15:57	14:03:35
Nº de trozas			161	147
Productividad nº trozas/h/H			11,45	6,60
(1) actividad realizada por el motosierrista (2) actividad realizada por ayudantes				
Parcela 1 = 3 preparadores Parcela 2 = 2 preparadores				

CUADRO 8: VOLUMEN PROCESADO

Parcelas	Σdi^2 (m ²)	ΣDi^2 (m ²)	Nº trozas	$\Sigma(di^2+Di^2)$ (m ²)	Volumen real (m ³)	Volumen medio /troza (m ³)
Fila norte	0.3057	0.5271	30	0.8328	0.98	0.032
	0.3026	0.4944	30	0.7970	0.93	0.031
Fila centro	0.3715	0.6521	30	1.0236	1.20	0.040
	0.3735	0.6235	30	0.9970	1.17	0.034
Fila sur	0.3503	0.5919	27	0.9422	1.11	0.041
Sub- Total				4.5926	5.52	
Promedio						0.0375
Desvío						0.0044
CV %						12.3
Fila a	0.5155	0.9390	50	1.4545	1.71	0.034
Fila b	0.7916	1.3508	56	2.1424	2.52	0.045
Fila c	0.6364	1.1187	55	1.7551	2.06	0.037
Sub- Total				5.3520	6.30	
Promedio						0.0389
Desvío						0.0055
Cv %						14.27
Total	3.6471	6.2975	308	9.9446	11.82	

Superficie parcelas 1 + 2 = 1215 m², rendimiento volumen comercial 97.28 m³/ha

CUADRO 9: REGISTRO DE TIEMPO DEL TRACTOR AGRÍCOLA

camión 1		promedios	porcentajes	tiempos totales
	imprevistos	00:01:20	1%	00:01:20
	viaje vacío	00:08:53	8%	00:08:53
	carga	00:15:17	13%	00:15:17
	viaje			
	cargado	00:13:21	12%	00:13:21
	descarga	00:24:39	21%	00:24:39
	tiempo de saca	1:03:30	55%	1:03:30
	tiempo de carga en depósito	00:43:25	37%	00:43:25
	traslado	00:09:05	8%	00:09:05
	Total		100%	1:56:00
camión 2	imprevistos	00:09:40	12%	00:48:22
	viaje vacío	00:12:00	15%	01:00:00
	carga	00:17:56	22%	01:29:41
	viaje			
	cargado	00:14:55	19%	01:14:37
	descarga	00:20:12	25%	01:41:00
	tiempo de saca	1:14:43	93%	6:13:40
	tiempo de carga en depósito	00:13:09	3%	00:13:09
	traslado entre depósitos	00:14:10	4%	00:14:10
	Total		100%	6:40:59
total	jornada			8:36:59
	Total saca directa			6:27:10
	total de carga en depósito			00:56:34
	tiempo total productivo			7:47:00
	disponibilidad operacional			90.33 %

* Tiempo en (h/min./seg.)

CUADRO 10: VOLUMEN ESTIMADO DE EXTRACCION:

Camión 1		Volumen m ³ Estimado	Volumen m.e medido	Peso Ton registro	N ° de trozas Contadas
	viaje 1	5.11			163
	viaje 2	4.466			137
volumen de saca		9.77	14.9		300
volumen de carga		20.59	31.4		
volumen total		30.36	46.3	27.79	
coeficiente de apilamiento		0.6559	volumen medio de troza		0.0326
camión 2		Volumen m ³ Estimado	Volumen m.e medido	Peso Ton registro	N ° de trozas Contadas
	viaje 1	3.0736		113	
	viaje 2	4.76		175	
	viaje 3	5.7664		212	
	viaje 4	4.8688		179	
	viaje 5	4.488		165	
volumen de saca		22.9568	35.1		844
volumen de carga		10.33	15.8		
volumen total		33.29	50.9	30.46	
coeficiente de apilamiento		0.654	volumen medio de troza		0.0272
volumen de saca de 1 calle camión 1 + camión 2 = 1109 trozas					32.72 m ³
superficie de la calle 220 m *15 m = 3300 m ²				volumen promedio	99.15 m ³ /ha
Volumen total de extracción en la jornada				63.65 m ³	97.2 m.e.