

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS, VETERINARIAS Y FORESTALES
Departamento de Ciencias Forestales

EXPERIMENTACION MAQUINA TRINEUMATICA BELL-220 MODELO T, EN
DIFERENTES SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO.



WALDO BERNABE CABEZAS DAVILA

MEMORIA DE TITULO
PRESENTADA A LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGRONOMICAS
VETERINARIAS Y FORESTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE
CONCEPCION PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO
FORESTAL.

CHILLAN - CHILE

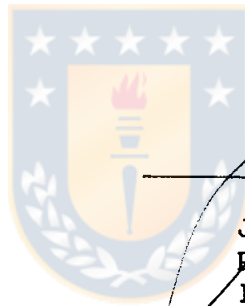
1992

EXPERIMENTACION MAQUINA TRINEUMATICA BELL-220 MODELO T, EN
DIFERENTES SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO.

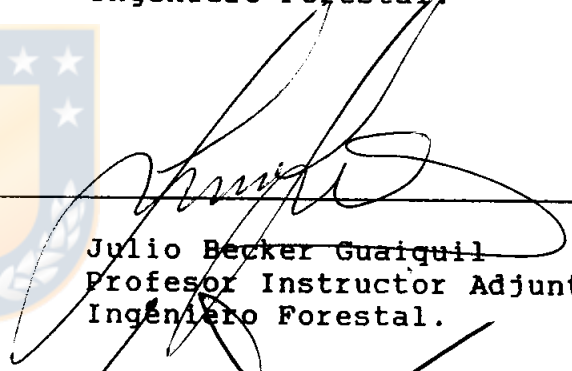


Profesor Asesor

Manuel Lineros Parra
Profesor Instructor
Ingeniero Forestal

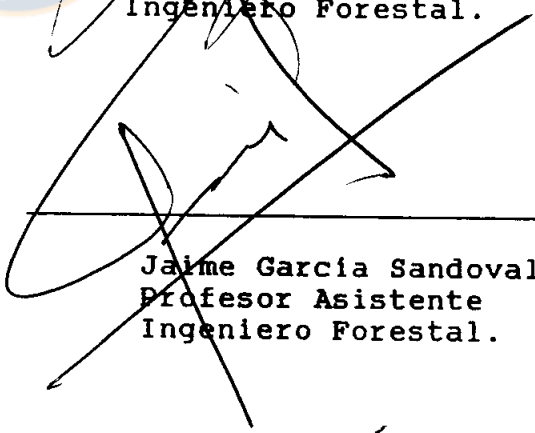


Profesor Asesor



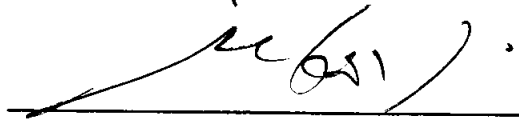
Julio Becker Guaiquil
Profesor Instructor Adjunto
Ingeniero Forestal.

Profesor Asesor



Jaime Garcia Sandoval
Profesor Asistente
Ingeniero Forestal.

Director Departamento
Ciencias Forestales



Miguel Espinosa Bancalari
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal Ph.D.



***** A MI MADRE**

Mis Agradecimientos a:

Don Manuel Lineros Parra

Docente Departamento de Ciencias
Forestales de la Universidad de
Concepción. Por su permanente
dedicación y apoyo al logro de esta
meta.



INDICE DE MATERIAS

CAPITULO		PAGINA
I	INTRODUCCION.....	1
II	REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
	2.1 Antecedentes generales	3
	2.2 Evolución del madereo de arrastre en Chile	3
	2.3 Estudios realizados en Chile sobre el madereo de arrastre mecanizado....	8
III	MATERIAL Y METODO.....	28
	3.1 Material y equipo	28
	3.1.1 Características técnicas del equipo	28
	3.2 Metodología	31
	3.2.1 Elección del área de estudio	31
	3.2.2 Descripción de los sistemas de trabajo	32
	3.2.2.1 Intervención segundo raleo	33
	3.2.2.1.1 Extracción de gavillas	33
	3.2.2.2 Intervención tala rasa	34
	3.2.2.2.1 Extracción fustes completos	34
	3.2.3 Descripción y secuencias de actividades	35
	3.2.3.1 Intervención segundo raleo	35
	3.2.3.1.1 Extracción de gavillas	35

CAPITULO

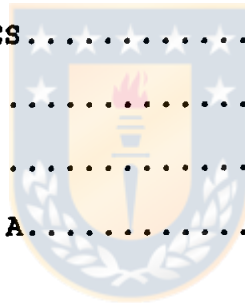
PAGINA

3.2.3.1.2	Extracción largos múltiples	37
3.2.3.2	Intervención tala rasa	38
3.2.3.2.1	Extracción de fustes completos	38
3.2.4	Determinación del tamaño de la muestra	39
3.2.5	Estudio de tiempos	40
3.2.5.1	Clasificación de los tiempos	40
3.2.5.2	Descripción de los tiempos	41
3.2.6	Medición de distancia de madereo ..	42
3.2.7	Medición de la pendiente	43
3.2.8	Medición del volumen a extraer	43
3.2.8.1	Intervención segundo raleo	43
3.2.8.2	Extracción tala rasa	44
3.2.9	Modelos matemáticos probados	45
3.2.10	Estudio de rendimiento	46
3.2.11	Estudio de costos	46
3.2.11.1	Costo horario del personal	47
3.2.11.2	Costo de equipos Bell 220 y motosierra	48
3.2.11.2.1	Costo equipo Bell 220	48
3.2.11.2.2	Costo equipo motosierra	52
IV	RESULTADOS Y DISCUSION.....	54
4.1	Estudio de tiempos intervención segundo raleo	54

CAPITULO

PAGINA

4.1.1	Tiempos fijos	54
4.1.2	Tiempos variables	56
4.2	Estudio de tiempos intervención tala rasa	58
4.2.1	Tiempos fijos	58
4.2.2	Tiempos variables	61
4.3	Estudio de rendimiento	62
4.4	Estudio de costo	63
V	CONCLUSIONES.....	65
VI	RESUMEN.....	68
	SUMMARY.....	70
VII	BIBLIOGRAFIA.....	72



INDICE DE TABLAS

TABLA N°		PAGINA
<u>En el texto</u>		
1	Condiciones de trabajo del tractor Kockum KL-820...	9
2	Tiempos parciales de operación	10
3	Rendimientos promedios	10
4	Descripción de las faenas	12
5	Funciones matemáticas de tiempo, rendimientos y costos	13
6	Tractores forestales articulados considerados en el estudio	14
7	Estandares de rendimiento para los equipos estudiados	15
8	Comparación de costos de madereo entre dos equipos	15
9	Características de las condiciones de evaluación de los equipos	16
10	Estandares obtenidos para los equipos	18
11	Caracterización de los predios	19
12	Funciones matemáticas de tiempos variables para predio Canini	19
13	Funciones matemáticas de tiempos variables. Sistema aprovechamiento fuste completo	20
14	Funciones matemáticas de tiempos variables. Sistema de aprovechamiento madera corta	20
15	Funciones matemáticas de tiempo total	22
16	Funciones matemáticas de rendimiento	22

17	Tiempos fijos tractor FMC-220 en relación al sistema de ordenamiento en cancha	25
18	Rendimientos tractor FMC-210 CA con distancia media de madereo de 75 m	29
19	Características técnicas del equipo Bell 220 T ...	29
20	Descripción general de los predios	32
21	Composición de la cuadrilla de trabajo	33
22	Composición de la cuadrilla de trabajo	34
23	Composición de la cuadrilla de trabajo	35
24	Tiempos fijos en intervención de raleo	54
25	Valores de R2, EEE, F y DW de los modelos probados	56
26	Tiempos fijos en intervención tala rasa	58
27	Valores de R2, EEE, F y DW de los modelos probados	61
28	Volumen promedio por ciclo	63
29	Costos horarios promedio por cada intervención ...	64

En el Apéndice

1A	Funciones regresión tiempo variable intervención segundo raleo	75
2A	Funciones regresión tiempo variable intervención tala rasa	76
3A	Funciones rendimiento intervención segundo raleo..	77
4A	Funciones rendimiento intervención tala rasa	77
5A	Costo horario promedio de ítems por intervención y modalidad	79

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
1	Vista lateral y frontal equipo Bell 22030
2	Secuencia actividades intervención segundo raleo. Extracción de gavillas36
3	Secuencia actividades intervención segundo raleo. Extracción largos múltiples37
4	Secuencia actividades intervención tala rasa. Extracción fustes completos38
5	Distribución de tiempos fijos. Intervención segundo raleo56
6	Tiempos fijos intervención tala rasa60



I. INTRODUCCION

En la actualidad, el manejo de las plantaciones tiende a incrementar el valor de la masa boscosa remanente a través de cortas intermedias. Atendiendo a la magnitud del recurso ya existente, se estima que la producción a nivel de estas cortas, raleos, aumentará en el mediano plazo. Por ello, se hace necesario evaluar nuevas técnicas y equipos bajo diferentes sistemas de aprovechamiento en la extracción forestal, con el objeto de mejorar los sistemas actuales, optimizando el aprovechamiento del recurso bosque.

Debido a lo anterior, cada evaluación de máquinas introducidas al país- muchas diseñadas para otras condiciones de suelo, topografía y bosque - debe considerar una fase de experimentación en distintas modalidades de arrastre de madera, ya sea en tala rasa o raleo.

Por otra parte, la apertura de nuevos mercados y la existencia de grandes superficies de bosque ha ser intervenidas en el futuro inmediato en corta final, aconsejan la experimentación usando medios de madereo

mecanizado, ya que son mas productivos que los sistemas tradicionales.

Por las razones mencionadas anteriormente, el objetivo de esta Memoria de Titulo fue determinar los rendimientos y costos de la maquina trineumatica, Bell-220 modelo T, bajo dos modalidades de aprovechamiento, raleo y tala rasa, en terreno plano.



II REVISION BIBLIOGRAFICA

A continuación, se presenta la recopilación de los principales antecedentes existentes en Chile, respecto al madereo mecanizado de arrastre para la especie Pinus radiata D. Don.

La revisión de la literatura, fundamentalmente concentrada en estudios sobre tractores forestales, se presenta dividida en tres partes, que son: antecedentes generales, tendencia y evolución en el madereo de arrastre en el país y estudios realizados en operaciones de cosecha forestal. En esta última parte, la literatura se presenta ordenada cronológicamente, de acuerdo al año de edición.

El equipo evaluado en este estudio, no registra antecedentes en el país.

2.1. Antecedentes generales

Enero (1975), sostiene que en la explotación forestal se distinguen varias faenas, de las cuales, las más

importantes son el madereo y el transporte, que tienen relación con el movimiento de los productos forestales primarios.

El madereo consiste en la extracción de trozos o árboles del bosque, desde el lugar de volteo hacia las canchas de acopio; esta operación generalmente se desarrolla en condiciones muy difíciles de clima y topografía, siendo además, el producto forestal muy pesado y voluminoso, por lo que deben desarrollarse grandes esfuerzos para su traslado.

2.2 .Evolución del madereo de arrastre en Chile.

Correa (1973), señala que en la totalidad de las explotaciones muestreadas en la región del Bío-Bío, el madereo se realiza por medio de tracción animal, ya sea, con bueyes o con caballos.

Enero (1975), sostiene que en Chile, el método tradicional por excelencia ha sido el buey; sin embargo, estos últimos años se ha experimentado un cierto grado de evolución hacia sistemas de madereo mecanizado, siendo el principal de

ellos, el tractor forestal articulado. Las ventajas operacionales de este equipo, se traducen en elevados rendimientos a costos favorables, a veces no son entendidas por algunos madereros, que prefieren seguir con los métodos tradicionales, o son subestimadas por otros, que no emplean esta máquina en forma adecuada.

Correa (1973), resalta que, atingente a la faena de madereo con bueyes, la primera consideración, es que debe maderearse cuesta abajo, en el caso de que se trate de terrenos con pendientes. Esta mecánica de trabajo, es fundamental para el buen éxito de la faena, puesto que este tipo de animales tiene limitaciones biológicas, para realizarlo cuesta arriba. Aparte de la relación anterior, es dable suponer que el esfuerzo realizado por los animales es menor cuando se hace en el sentido favorable de la pendiente; ya que la gravedad ejerce una fuerza positiva al desplazamiento de la carga, y además, se obtiene un mayor rendimiento por el aumento de la velocidad de movimiento de los animales.

Largo (1970), señala que la mecanización, de las faenas de extracción forestal en Chile, es una necesidad imperiosa frente al atraso que sufre esta actividad, pero la

utilización de tractores de ruedas , con dirección articulada, no puede considerarse como una simple sustitución del sistema tradicional de fuerza animal, que comunmente se ha utilizado en el país.

La introducción de un nuevo sistema de producción, altamente mecanizado, implica una cuidadosa planificación para que ésta presente realmente ventajas económicas en relación a los sistemas tradicionales.

Largo (1970), acota que a la fecha, los tractores articulados de ruedas se encuentran en la etapa experimental de su introducción. Estos permitirán realizar el madereo en distancias superiores a la de los bueyes, con lo cual se reducirán los costos de construcción de caminos en la cosecha forestal, por un mayor espaciamento de estos.

Enero (1975), indica que, en general, la utilización del tractor en el país se puede calificar de regular, debido a que en la mayoría de las faenas el tractor se ha insertado en un esquema tradicional, que no ha sido modificado mayormente. Se ha pasado violentamente de un madereo con animales a uno mecanizado, fruto de tecnologías de países altamente desarrollados, sin el adecuado conocimiento de la

máquina, ni de la organización de las faenas, necesarias e indispensables para obtener los rendimientos que es capaz de entregar.

La mayoría de los autores, consultados, concuerdan con el hecho de que el aumento en el grado de la mecanización en las faenas de cosecha forestal, deberá ir necesariamente relacionada con una mejor planificación de las mismas, a objeto que sean competitivas en términos de rentabilidad. Posteriores estudios sobre el tema en el país, coinciden en un nuevo enfoque dado por los autores hacia la problemática de la mecanización en el madereo de arrastre.

Becker et al.(1988), sostiene que la mecanización y adopción de nuevas técnicas deben estar orientadas a aumentar la productividad de la mano de obra, acelerar la producción, disminuir la densidad de caminos y mejorar el aprovechamiento. Estas deben estar orientadas a mantener la productividad dentro de costos razonables, posibilitar la ejecución de faenas, mejorar el aprovechamiento económico del bosque y disminuir la densidad de caminos. Con respecto a los equipos de madereo en corta final, los tractores articulados se han masificados y existe un buen grado de conocimiento respecto de su utilización. Por otra

parte, en cortas intermedias, el conocimiento es escaso tanto en el uso de miniskidder como de otros equipos de arrastre.

Larraín et al.,(1989), insiste en la necesidad de no considerar el skidder como solución mecanizada única para el madereo en tala rasa. Se debe pensar en equipos alternativos para algunos casos por razones técnicas y económicas. En pendientes superiores al 30%, el madereo con skidder es impracticable o de una muy baja eficiencia económica.

El uso de skidder en áreas de pendientes sobre 30 % implica construir redes camineras de alta densidad, lo que aumenta los costos por unidad de producción, siendo altamente significativo en el período invernal.

2.3. Estudios realizados en Chile sobre el madereo de arrastre mecanizado.

Largo (1970), estudió las características del madereo con tractor Kockum, de origen sueco, 65 HP de potencia a 2500 RPM, equipado con huincha Gearmatic de 6000 kg. de tiro, peso total de la unidad 4820 kg. y velocidad máxima de 28 km/hr.

La máquina fue utilizada en intervenciones a tala rasa en el predio San Pedro, perteneciente a la empresa " Agrícola y Forestal Copihue S.A.", ubicada en la Séptima Región.

La explotación del sector se realizaba en base a un sistema combinado de extracción: el tradicional, en el cual se utilizaban bueyes para el madereo de trozos cortos, y el del tractor Kockum KL-820.

Las condiciones topográficas del sector, corresponden a las indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1. CONDICIONES DE TRABAJO DEL TRACTOR KOCKUM KL-820

Sector	Superficie (m ²)	Distancia media (m)	Pendiente media (%)
A	2.400	61	+ 8
B	3.000	81	- 13
C	2.400	42	+ 13
D	1.500	64	- 5

Fuente: Largo, 1979.

El estudio de tiempos entregó los resultados presentados en la Tabla 2.

TABLA 2. TIEMPOS PARCIALES DE OPERACION

Sector	Tiempos directamente productivos				Demoras (min)	Total
	Viaje vacío	Carguío	Viaje cargado	Descarga		
A	1,13	4,34	2,61	1,15	6,17	15,40
B	1,72	5,00	2,59	1,30	6,31	16,98
C	0,62	5,62	1,28	1,54	5,27	14,33
D	0,96	4,27	1,86	1,83	3,49	12,41

Fuente : Largo, 1970.

En general se aprecia que los tiempos de carga son los de mayor incidencia en el proceso. Los rendimientos promedios fueron los indicados en la Tabla 3.

TABLA 3. RENDIMIENTOS PROMEDIOS

Sector	Volumen medio	N°arboles por viaje	T.D.P.V.	Rendimiento	
	árbol -----m3----- viaje				min
A	1,14	1,94	1,70	9,23	12,60
B	0,82	1,80	2,20	10,61	10,20
C	0,58	1,28	2,20	9,06	8,40
D	0,78	2,18	2,80	8,92	14,60

Fuente : Largo, 1970

T.D.P.V.: Tiempo directamente productivo por viaje

El autor señala que existían serias deficiencias en la planificación y organización de la faena, fallas en la mantención de la máquina y falta de capacitación del personal. Indica que los altos tiempos carguío se pueden reducir en base a un volteo dirigido. Los tiempos de descarga son posibles de reducir en base a un aumento de las dimensiones de la cancha y habilitación de éstas para una buena operación. El trabajo efectivo diario era de 2,6 horas. Concluye finalmente que la variable de mayor incidencia y que puede ser manejada es el volumen de carga por ciclo.

El autor hace hincapié en que es indispensable una buena capacitación y administración para obtener rendimientos óptimos.

Frisk y Guell(1972), analizaron la operación del tractor articulado en cinco diferentes faenas de tala rasa, considerando diversas condiciones de bosque y terreno.

TABLA 4. DESCRIPCION DE LAS FAENAS

Fundo o faena	La Araucana	Pinares	Pishuincó
Provincia	Arauco	Concepción	Valdivia
Comuna	Los Alamos	Coronel	Valdivia
Temporada	Invierno	Verano	Verano
Edad Bosques	22 años	24 años	26 años
Vol.promedio por árbol (m ³)	1,4	1,5	1,9
Dist.madereo (m)	500 - 700	100 - 350	100 - 450
Pendiente viaje	+ 0 a +10	-35 a -5	-30 a -5
Cargado (%)			
Rango carga por viaje (m ³)	2,4-6.6	2,3-11.7	3,0-11,1
Carga prom.por viaje (m ³)	3,9	6,7	5,1
N° prom.árboles por viaje	2,8	4,5	2,7
Veloc.prom.viaje vacío (km/hr)	8,4	8,0	11,1
Veloc.prom. viaje cargado (Km/hr)	4,7	6,4	7,1
Base estudio (N° viajes)	30	58	98

Las funciones matemáticas obtenidas se entregan a continuación.

TABLA 5. FUNCIONES MATEMATICAS DE TIEMPO, RENDIMIENTOS Y COSTOS.

Ecuación	La Araucana	Pinares	Pishuinco
Tiempo (min/m ³)	$1,69+0,005*D$	$1,83+0,0025*D$	$1,91+0,0029*D$
Rendimiento (m ³ /hr)	234 $6,58+0,020*D$	402 $12,29+0,017*D$	306 $9,76+0,015*D$
Costo (\$/m ³)	$3,28+0,01*D$	$3,56+0,005*D$	$3,72+0,0057*D$

Fuente : Frisk y Guell, 1972.



El tractor utilizado para el estudio fue un GM Diesel 3-53 de 2.600 cm³ y con una potencia nominal de 97 HP.

Aún, siendo menor el tiempo total por ciclo, para la faena La Araucana, el rendimiento es mayor para las otras faenas, debido a que en éstas el volumen de carga por ciclo era superior.

Siendo los resultados obtenidos de una faena experimental, se preveía una alta productividad, incluso comparable a lo obtenido actualmente con máquinas de mayor potencia.

Enero (1975), recopiló información de algunos tractores articulados acerca de estándares de tiempo, rendimiento y costos.

Las máquinas que consideró fueron las mencionadas en la Tabla 6.

TABLA 6. TRACTORES FORESTALES ARTICULADOS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO

Máquina (-)	Potencia (hp)	Tiro máx. huinche (kg)
Kockum KL-820	65	5.300
Timberjack 230-C	97	8.200
Clark 666	130	15.300

Fuente : Enero, V.G., 1975.

La Tabla 7, muestra los principales resultados de las máquinas consideradas en el estudio.

TABLA 7. ESTANDARES DE RENDIMIENTO PARA LOS EQUIPOS ESTUDIADOS

Item	Kockum K1-82Ø	Timberjack 23Ø-C	Clark 666
Rendimiento (m ³ /hr)	1Ø8	4Ø2	231
	$7,66+Ø,Ø53*D$	$23,29+Ø,Ø17*D$	$14,91+Ø,Ø25*D$
Fuente	Largo, S. (197Ø)	INFOR (1971)	INFOR (197Ø)

Fuente : Enero, V.G. 1975
D : Distancia de madereo (m)



TABLA 8. COMPARACION DE COSTOS DE MADEREO ENTRE DOS EQUIPOS

Distancia (m)	Rendimiento Tractor Artic. 13Ø HP Ton/hr	Rendimiento Tractor oruga Ton/hr	Relación Costo rendimiento Oruga/T.Art.
25Ø	1Ø,8	16,Ø	Ø,93
5ØØ	8,2	1Ø,4	1,1Ø
75Ø	6,6	6,8	1,3Ø

Fuente: Enero, V.G. 1975.

Las condiciones de bosque y terreno en las cuales se determinó los estándares, fueron las que se indican en la Tabla 9.-

TABLA 9. CARACTERISTICAS DE LAS CONDICIONES DE EVALUACION DE LOS EQUIPOS

Item	Kockum KL-820	Timberjack 230 C	Clark 666
Dist. madereo (m)	80	100 - 350	250 - 450
Pendiente (%)	-13	-5 - -35	-5 - -30
Carga por ciclo (m3)	1,8	6,7	3,85
N° Arboles /ciclo	2,2	4,5	7,03

Fuente : Enero, V.G., 1975.



El autor señala que para el tractor de 90 HP de potencia, la carga promedio era de 3 ton., y de 4 ton. para el de 130 HP. La carga óptima estaría entre 5-7,5 ton. Por otro lado, señala que se pierden entre 2 y 4 ton. de carga útil por ciclo, lo que involucra que dos máquinas de potencias desiguales, tengan una producción similar. Esto indicaría un subaprovechamiento de la de mayor potencia.

Un aporte teórico del estudio, correspondió a la combinación del tractor forestal articulado con otros tipos de medios de madereo. El autor menciona que en terreno

difícil, sería ideal combinar el uso de tractor con teleféricos o cables (maderero de fustes enteros). Por otro lado señala, que al maderar pretrozado, el buey alcanza a abastecer al tractor para distancias largas. Finalmente indica una combinación entre un tractor articulado de ruedas neumáticas y un tractor oruga para condiciones difíciles de suelo y bosque.

Un análisis económico indica que resulta más ventajoso maderar con un tractor articulado de 130 HP, puesto que aún obteniendo un rendimiento menor, la proporción de los costos lo favorece.

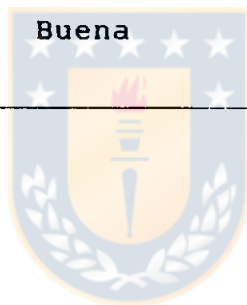
Arrué (1984), determinó diversos estándares de rendimiento en el maderero utilizando un skidder Caterpillar 518 en plantaciones de Pino radiata.

Las características generales de los predios en estudio fueron las que se indican en la Tabla 11.

TABLA 11. CARACTERIZACION DE LOS PREDIOS

Característica	Predio	
	Canini	San Nicolas II
Textura	Arcillosa	Arcillosa
Pendiente	Mediana-Fuerte	_____
Bosque		
Edad (años)	25	_____
Dap medio(cm)	20	_____
Vol.por ha(m ³ /ha)	488	_____
Accesibilidad	Buena	Buena

Fuente: Arrué, 1984.



Las funciones matemáticas obtenidas, se entregan a continuación, en la Tabla 12.

TABLA 12. FUNCIONES MATEMATICAS DE TIEMPOS VARIABLES PARA PREDIO CANINI

Pendiente (%)	E c u a c i ó n	T.Fijos (ctm/ciclo)
-20 -40	$T = 21,09 + 1,80 * D$	914
-10 -20	$T = -10,68 + 2,15 * D$	760
+10 +10	$T = -30,11 + 2,88 * D$	569
+10 +20	$T = -108,30 + 2,78 * D$	914
+20 +30	$T = 132,16 + 1,76 * D$	807



Para otra situación, fundo San Nicolás II, se trabajó con dos modalidades de arrastre: fuste completo y madereo de trozos. Los resultados se resumen a continuación.

TABLA 13. FUNCIONES MATEMATICAS DE TIEMPOS VARIABLES. SISTEMA APROVECHAMIENTO FUSTE COMPLETO

Pendiente (%)	E c u a c i ó n	T.Fijos (ctm)	Vol.medio (m3ssc)
+ 15 + 30	$T = 21,93 * 3,68 * D$	837	5,57
+ 10 - 10	$T = 21,56 + 1,85 * D$	849	4,93
- 10 - 20	$T = -17,80 * 4,01 * D$	758	5,50

En el caso de madereo de trozos, se determinó lo que se presenta en la Tabla 14.

TABLA 14. FUNCIONES MATEMATICAS DE TIEMPOS VARIABLES. SISTEMA DE APROVECHAMIENTO MADERA CORTA.

Pendiente (%)	E c u a c i ó n	T.Fijos (ctm)	Vol./ciclo (m3/ssc)
+ 30 + 40	$T = 582,00 + 6,10 * D$	884	2,29
+ 15 + 30	$T = 80,48 + 1,51 * D$	874	3,28
+ 10 - 10	$T = 27,79 + 2,17 * D$	725	3,90
- 20 - 30	$T = 185,58 + 1,42 * D$	839	2,55

Fuente : Arrué, 1984.

Los estándares obtenidos por Arrué (1984), corresponden a un trabajo bastante completo. No obstante, estos resultados corresponden a condiciones muy particulares de suelo y bosque.

Información más precisa corresponde a la entregada por Arrué en 1986, en "Estudio de Faenas de Explotación" y que es parte complementaria de un sistema de información

tendiente a obtener un modelo de aprovechamiento en la empresa Forestal Río Vergara S.A.(FORVESA).

Para diseñar las funciones se recolectó información en rodales explotados a tala rasa durante el invierno, desde 1984 en adelante. Para este efecto, se identificaron faenas con condiciones de rodal, topografía y organización que fueran representativas de toda la población, sobre la cual se aplicarían los resultados.

La Tabla 15 muestra las funciones de tiempo obtenidas según los criterios antes expuestos.

TABLA 15. FUNCIONES MATEMATICAS DE TIEMPO TOTAL

Operación	E c u a c i ó n (ctm/ciclo)	r
Skidder :		
Engavillado	$(5,244*NT*D)+(8,012*ES)-8915$	0,80
Madereo fustes	$2,157*D + 9,016*P + 743,64$	0,67
Madereo trozos	$1,656*D +(9,161*P)-(7,742*D)+1039$	0,82
Madereo gavillas	$0,910*D +(0,030*P*D)+(1,8*NT)+470$	0,72

ES : Escabrosidad del sector

NT : N° de trozos por viaje
 P : Pendiente del sector (%)

Las funciones matemáticas de rendimiento, se entregan en la Tabla 16.

TABLA 16. FUNCIONES MATEMATICAS DE RENDIMIENTO

Operación	E c u a c i ó n (m3/hr)
Engavillado para skidder	$\frac{(37,479 * D * NT) - (306,90 * NT) + 28,644}{(5,244 * NT * D) + (8012 * ES) - 8915}$
Madereo fustes con skidder	$\frac{20.280}{(2,157 * D) + (9,016 * P) + 743,64}$
Madereo trozos con skidder	$\frac{15.600}{(1,656 * D) + (9,616 * P) - (7,742 * D) + 1039}$
Madereo gavillas con skidder	$\frac{15.960}{(0,910 * D) + (0,03 * P * D) + (1,8 * NT) + 470}$

Los resultados obtenidos son propios para la situación de FORVESA, en especial en lo que se refiere a los equipos de cosecha utilizados, siendo ésta la razón por lo cual estas características no forman parte de las ecuaciones desarrolladas.

Becker y Alvarez (1988), en "Proyecto FMC.220 CA" estudiaron el comportamiento, en el madero de un tractor oruga FMC 220-CA de alta velocidad. Ellos señalan que el equipo tiene como característica su alto volumen de carga y el amplio rango de pendiente en donde se desenvuelve ($\pm 45\%$), además de la posibilidad de maderear en distancias largas.

El equipo fue estudiado en tala rasa en temporada de invierno en el predio Tanahuillín ubicado en la provincia de Concepción, a 14 km al sur este de Santa Juana, de propiedad de Forestal Mininco S.A.

De los resultados, los autores destacan los altos tiempos de carga evaluados dentro de los tiempos fijos y que significan un promedio de 6,28 minutos por ciclo.

Este alto valor cuantificado, se debería básicamente a

Chasis del tractor rígido(mayor dificultad para cargar), volumen de la carga transportada y uso de un solo juego de estrobos.

El tiempo de descarga alcanzó a 1,91 minutos por ciclo, el cual, al igual que el tiempo de carga fue superior al obtenido por otras máquinas debido principalmente al volumen transportado.

Los tiempos fijos no relacionables con el volumen se presentan agrupados según el sistema utilizado para el ordenamiento en cancha, sea éste mecanizado o mediante el uso de animales.

Se observaron y midieron ciclo con sistemas mecanizados y tradicional (animales) de ordenamiento en cancha, por separado mecanizado (trinuemática BELL 220) y con animales (yuntas de bueyes). Los tiempos fijos incurridos por el tractor oruga bajo los dos sistemas se presentan en la Tabla 17.

TABLA 17. TIEMPOS FIJOS TRACTOR FMC-220 EN RELACION AL SISTEMA DE ORDENAMIENTO EN CANCHA

Tiempo fijo	Bell 220		Bueyes	
	Min/ciclo	%	Min/ciclo	%
Arreglo faja	0,50	35,80	1,27	37,00
Acomodamiento	0,13	9,30	0,80	23,30
Canchas demoras	0,76	54,90	1,36	39,70
T o t a l	1,39	100,00	3,43	100,00

Posteriormente obtuvieron funciones matemáticas en el madereo para FMC, considerando ambos medios de ordenamiento. El modelo general evaluado fue de la forma $R = F(D, P, V)$ definido para cinco rangos de pendiente (-40% - +40%) dando valores de correlación de 0,61 hasta 0,79. Con las funciones obtenidas, se procedió a inferir el rendimiento para cada rango de pendiente y sistema de ordenamiento en cancha. Para esto, se consideró como constantes la distancia de madereo (D) y el volumen de arrastre (V). Los valores obtenidos se entregan en la Tabla 18.

TABLA 18. RENDIMIENTOS TRACTOR FMC 210-CA CON DISTANCIA MEDIA DE MADEREO DE 75 m.

Pendiente (%)	Vol. por carga (m ³ /ciclo)	Rendimiento (m ³ /hr)	
		Bell	Bueyes
+26 - +40	6,3	28,18	24,47
+11 - +25	6,0	30,43	25,43
-10 - +10	6,6	32,81	28,08
-11 - -25	7,1	35,68	30,48
-26 - -40	7,3	37,30	31,53

Fuente: Becker, G.J. y Alvarez, J.M.

Finalmente se concluye que:

-Se hace necesario que la faena de volteo sea realizada en forma dirigida, a objeto de disminuir los tiempos de carga.

-Dado los altos tiempos involucrados en las etapas de carga y descarga, se hace necesario dar énfasis al estudio de estas actividades. Es necesario que el personal que desarrolla estas actividades esté capacitado.

-Es fundamental la planificación de las vías de saca.

-Dada la baja maniobrabilidad del equipo y el alto volumen que puede alcanzar a movilizar, se hace necesario estudiar tamaño y espaciamiento de las canchas.

-Puesto que los mayores rendimientos del equipo se logran madereando cuesta abajo, es fundamental que en cada predio se evalúen distintas redes de accesibilidad.

III MATERIAL Y METODO

3.1. Material y equipo

Para la obtención de la información en terreno se utilizó el siguiente material y equipo: Equipo Logger Loader Bell-220 modelo T, motosierras Husqvarna 266, clinómetro marca Suunto, cronómetro digital marca Casio, brújula marca Suunto, huincha de distancia, huincha de diámetro, pintura spray. Además, se dispuso del material cartográfico y fotográfico necesario.

Para el procesamiento de la información recolectada en terreno, se utilizó un computador IBM modelo PS-30 perteneciente al Departamento de Estudio en Cosecha de la Empresa Forestal Mininco S.A.

3.1.1 Características Técnicas del equipo

La Tabla 19, presenta las características generales de la máquina Bell-220 Modelo T, evaluada en el estudio.

TABLA 19. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO BELL-220 T

DIMENSIONES	
Peso	4.500 kg
Largo	4,80 m
Ancho	2,54 m
Altura	2,63 m
Altura libre sobre el suelo	0,45 m
Separación entre ruedas	2,38 m
Separación entre ejes	2,90 m
PERFORMANCE Y SISTEMA DIRECCION	
Velocidad máxima	12,8 km/hr
Angulo de giro	360,0°
Radio de giro	----
MOTOR	
Marca	Deutz
Modelo	F 41 912
Tipo	Diesel
Potencia	66 HP
N° cilindros	4 en linea
Cilindrada	3.770 cm
SISTEMA DE TRANSFERENCIA	
Tipo de embrague	No tiene
Velocidades	1 ambos sentidos
NEUMATICOS	
2 delanteros	Aro 18,4x2,6
1 trasero	Aro 4,0 x15,5
SISTEMA DE FRENOS	
Principal	No tiene, la máquina se frena dejando de acelerar.
Auxiliar	No tiene.
Estacionamiento	Mecánico

continua...

continuación Tabla 19.

GARRA	
Capacidad de levante	2.200 kg
Cilindro	100 mm
Largo del brazo	600 mm
BATERIA	
Cantidad	1
Tensión	12 volt
Capacidad	80 amp*hr-1

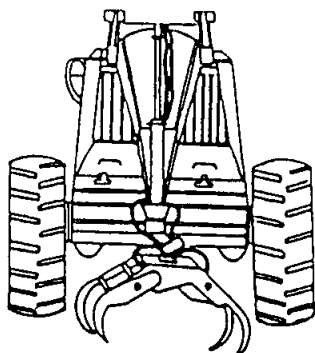
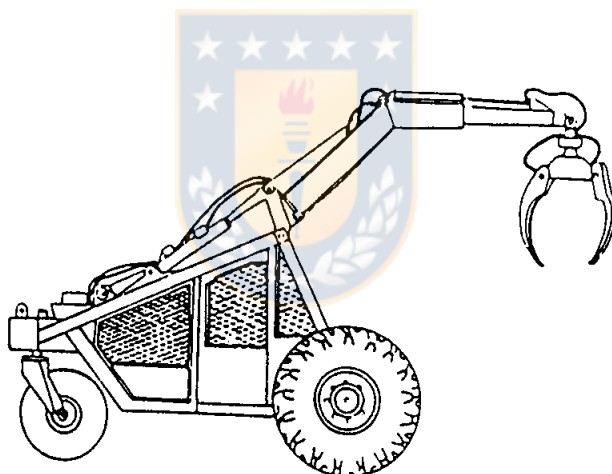


FIGURA 1. Vista lateral y frontal equipo Bell 220.

3.2. Metodología

3.2.1 Elección del área de estudio

Para seleccionar el área de estudio, se consideraron los siguientes factores: características del equipo, sitio, características del bosque, estacionalidad, tipo de intervención y sistema de aprovechamiento.

La experimentación del equipo Bell-220 modelo T en raleo, se realizó en el predio La Capilla, ubicado en la VIII Región, provincia de Bio-Bio a 30 km al este de los Angeles; en cambio, la tala rasa se realizó en el predio La Aguada, ubicado en la VIII región, provincia de Bio-Bio al norte de Los Angeles, ambos pertenecientes a la Empresa Forestal Mininco S.A. La descripción general de estos, se presenta la Tabla 20.

TABLA 28. DESCRIPCION GENERAL DE LOS PREDIOS

Características	La Capilla	La Aguada
Superficie (ha)	729,0	1.337,0
Topografía	Plana	Plana
Bosque:		
Volumen Total(m ³ ssc/ha)	247,5	364,0
Volumen a extraer raleo	47,0	-----
Densidad(arb/ha)	502,0	428,0
Altura media(m)	22,0	31,8

3.2.2 Descripción de los sistemas de trabajo

Para el desarrollo del estudio se consideraron dos modalidades:

-Intervención segundo raleo : se ensayó con modalidad de extracción de gavillas de 2,44 m y de largos múltiples.

-Intervención tala rasa : se ensayó con la modalidad de extracción de fustes completos.

La operación de volteo, desrame y trozado fueron realizados con motosierra usando la técnica Nordfor. Se trabajó con personal de la Empresa Servicios Forestales Escuadrón Ltda. con tres años de experiencia en faenas de cosecha de bosques.

Para la organización de las modalidades estudiadas, se conformaron cuadrillas de trabajo indicadas y descritas a continuación.

3.2.2.1 Intervención segundo raleo

3.2.2.1.1 Extracción de gavillas

La composición de la cuadrilla de trabajo se presenta en la Tabla 21.

TABLA 21. COMPOSICION DE LA CUADRILLA DE TRABAJO

Personal	Cantidad	Función
Operador	1	Operador máquina
Motosierrista	6	Volteo, desrame, trozado en bosque.
Engavillador	2	Confección gavillas
Despicador-arrumador	2	Eliminar defectos del del desrame, arrumador
Total	11	

3.2.2.1.2 Extracción largos múltiples

La composición de la cuadrilla de trabajo para la implementación de esta modalidad, se presenta en la Tabla 22.

TABLA 22. COMPOSICION DE LA CUADRILLA DE TRABAJO

Personal	Cantidad	Función
Operador	1	Operador máquina
Motosierrista volteo	5	Volteo, desrame, pretrozado en bosque
Motosierrista cancha	1	Trozado en cancha
Despicador-arrumador cancha	2	Eliminar defectos desrame arrumar
Total	9	

3.2.2.2 Intervención tala rasa

3.2.2.2.1 Extracción fustes completos

La composición de la cuadrilla de trabajo utilizada en esta modalidad, se presenta en la Tabla 23.

TABLA 23. COMPOSICION DE LA CUADRILLA DE TRABAJO

Personal	Cantidad	Función
Operador	1	Operar máquina
Motosierrista volteo	2	Volteo y desrame
Motosierrista cancha	2	Trozado en cancha
Despicador	1	Eliminar defectos desrame
Total	6	

3.2.3 Descripción y secuencia de actividades

3.2.3.1 Intervención segundo raleo

3.2.3.1.1 Extracción de gavillas

La figura 2, muestra la secuencia de actividades del equipo Bell-220, para la modalidad de extracción gavillas 2,44 m. Las actividades se dividieron en: zona de corta, zona de madereo y cancha.

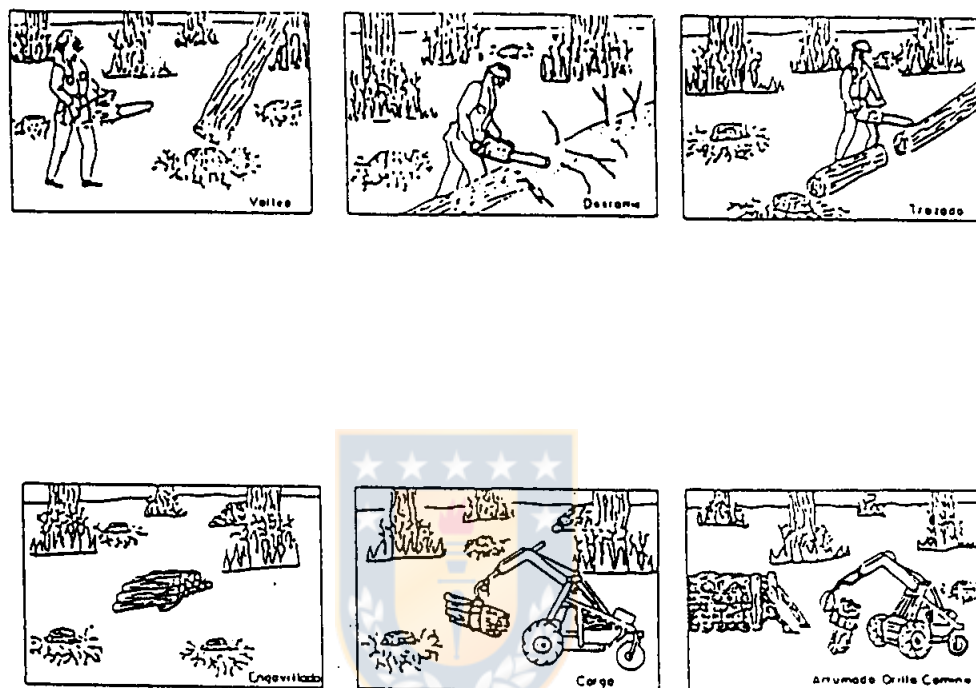


FIGURA 2. Secuencia actividades intervención segundo raleo. Extracción de gavillas.

-Actividades en zona de corta: comprende operaciones de limpieza, pre-volteo, volteo, desrame y trozado.

-Actividades en zona de madereo: traslado de madera desde la zona de corta hasta cancha de acopio. Comprende agarre, arrastre y soltar la carga en cancha.

-Actividades de cancha: arrumado de madera en cancha.

3.2.3.1.2 Extracción largos múltiples

La Figura 3 muestra la secuencia de actividades del equipo Bell-220, para la modalidad de extracción largos múltiples de 2,44 m.

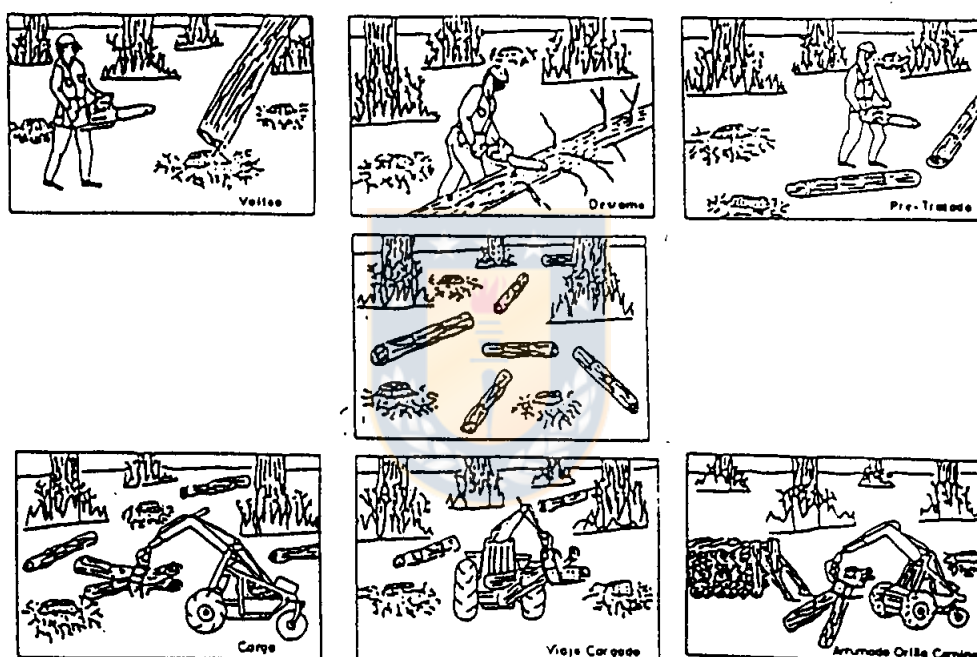


FIGURA 3. Secuencia actividades intervención segundo raleo. Extracción largos múltiples.

Las actividades se dividieron en:

-Actividades en la zona de corta: comprende las operaciones de limpieza, pre-volteo y pre-trozado en largos múltiples.

-Actividades en zona de maderero : traslado de madera desde la zona de corta hasta la cancha de acopio; comprende las

operaciones de agarre, arrastre y soltar la carga en cancha.

-Actividades en cancha : comprende el trozado final y el posterior arrumado de la madera.

3.2.3.2. Intervención tala rasa

3.2.3.2.1 Extracción de fustes completos

La Figura 4 muestra la secuencias de actividades, seguidas en el proceso, para cumplir con la modalidad.

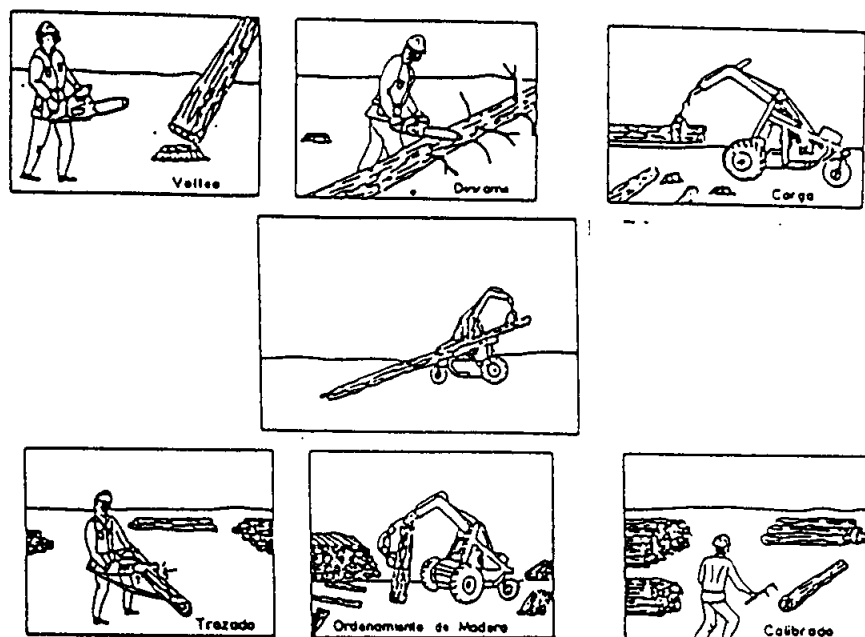


FIGURA 4. Secuencia actividades intervención tala rasa. Extracción fustes completos.

Las actividades se clasificaron en:

-Actividades en zona de corta: corresponde a las operaciones de limpieza, pre-volteo y desrame.

-Actividades zona de madereo : traslado de madera desde la zona de corta hasta la cancha de acopio; corresponde a las operaciones de agarre, arrastre y soltar la carga en cancha.

-Actividades en cancha : comprende el trozado y ordenamiento de la madera en cancha. Este ultimo, lo realizó el mismo equipo, Bell-220 modelo T, llevando a cabo una completa clasificación de la madera por tipo de producto (exportable, aserrable, pulpable).

3.2.4 Determinación del tamaño de la muestra

Para la determinación de la muestra, en las modalidades estudiadas, se consideró una población infinita con un muestreo aleatorio simple, para un error máximo admisible (E) de 10% y un coeficiente de variación (V) obtenido de un

pre-muestreo. La relación usada fue la siguiente:

$$N = \frac{t^2 * V^2}{E^2}$$

Donde:

N = Número de unidades muestrales
 V = Coeficiente de variación %
 t = Valor "t" de Student.
 E = Error Máximo Admisible %

La unidad muestral se definió como el ciclo de trabajo realizado por el equipo en estudio, determinándose un tamaño muestral para cada modalidad.

3.2.5 Estudio de tiempos

3.2.5.1 Clasificación de los tiempos

En general los tiempos se pueden dividir en tres grupos, en base a la evolución que muestran, de acuerdo a la variable estudiada.

-Tiempos variables : dependen directamente de la distancia de maderero y pendiente del terreno; son el tiempo de viaje vacío y viaje cargado.

-Tiempos terminales : Tienden a ser constantes, no presentando una correlación con alguna de las variables explicatorias.

-Otros tiempos fijos: Se consideran otros que no dependen de alguna variable explicatoria y son: Acomodación de madera en cancha y Tiempos suplementarios.

3.2.5.2 Descripción de los tiempos

Para el madereo con equipo Bell-220, se definieron los siguientes tiempos:

-Viaje vacío : considera desde el momento que el equipo se encuentra con la pluma recogida en la cancha iniciando su movimiento, hasta que se detiene en la zona de carga.

-Carga : considera desde el momento en que el equipo se detiene, en el sitio donde están los trozos o gavillas a extraer, e inicia el movimiento con la pluma, hasta que tiene toda la carga agarrada y acomodada para iniciar el viaje cargado.

-Viaje cargado : desde el momento que el equipo tiene la carga acomodada junto a éste, e inicia el movimiento en la zona de carga, hasta que se detiene en la cancha.

-Descarga : tiempo que transcurre desde que el equipo extiende el brazo, hasta que suelta la carga en el lugar de acopio.

-Ordenamiento de madera: consideró todo el tiempo ocupado en ordenar, seleccionar y arrumar los trozos en el lugar de acopio.

-Tiempos suplementarios : incluye los tiempos ocupado en necesidades personales y en reponerse de las fatigas.

-Demoras : son tiempos no productivos, pero generalmente necesarios, tales como: recibir instrucciones, preparar equipo, descansos premeditados y otras causas.

3.2.6 Medición de distancia de madereo

Esta variable se midió en terreno, con la ubicación de jalones marcando tramos cada 15 m sobre la(s) huella(s) por

la que se desplaza la máquina en la zona de trabajo, y corresponde a la distancia entre la cancha de acopio y el límite de la zona de carga.

3.2.7 Medición de la pendiente

Fue medida con clinómetro sobre la huella de madereo.

3.2.8 Medición del volumen a extraer

3.2.8.1 Intervención segundo raleo

En todo los ciclos controlados, se contabilizaron y midieron los trozos de largos múltiples o gavillas extraídas.

-Volumen aserrable : esta constituido por trozos de 4,10 m de largo, rectos, con el diámetro menor, superior o igual a 18 cm. El volumen se obtuvo por norma JAS. Para trozos de largo menor a 6 m se utilizó la siguiente expresión:

$$V = D^2 * L * \frac{1}{10.000}$$

Donde:

V = Volumen, m³ssc

D = Diámetro menor, cm

L = Largo de la troza, m

-Volumen pulpable : se obtuvo midiendo los diámetros de cada trozo, longitud de 2,44 m, utilizando la Formula de Smalian.

3.2.8.2 Extracción tala rasa

El volumen se calculó midiendo en cancha el diámetro menor de todo los trozos, obtenidos del seccionamiento de los fustes arrastrados. El volumen se calculo por norma JAS.

Para largos de trozos mayores de 5 m, se utilizó la siguiente formula:

$$V = \left(D + \frac{L' - 4}{2} \right) * L * \frac{1}{10.000}$$

Donde:

V = Volumen, m³ssc

D = Diámetro menor, cm

L' = Largo nominal, m

L = Largo real, m

3.2.9 Modelos matemáticos probados

Con el objeto de obtener funciones matemáticas para estimar rendimientos se probaron los siguientes modelos:

- Segundo raleo modalidad gavillas

$$1. T_i = A_0 + A_1 * D$$

$$2. T_i = A_0 + A_1 * D + A_2 * \log NT$$

$$3. T_i = A_0 + A_1 * D + A_2 * NT^2$$

$$4. T_i = A_0 + A_1 * D + A_2 * e^{NT}$$

-Segundo raleo modalidad largos múltiples

$$1. T_i = A_0 + A_1 * D$$

$$2. T_i = A_0 + A_1 * D + A_2 * D^2$$

$$3. T_i = A_0 + A_1 * (1/D)$$

-Tala rasa modalidad fuste completo

$$1. T_i = A_0 + A_1 * D$$

$$2. T_i = A_0 + A_1 * D + A_2 * d^2$$

$$3. T_i = A_0 + A_1 * D + A_2 * \log d$$

$$4. T_i = A_0 + A_1 * D + A_2 * e^d$$

$$5. T_i = A_0 + A_1 * D + A_2 * d^2 + A_3 * NF^3$$

$$6. T_i = A_0 + A_1 * D + A_2 * \log d + A_3 * NF^2$$

Donde:

Ti = Tiempo variable total según corresponda,
min/ciclo.

D = Distancia de madereo, m.

NT = Número de trozos promedio por ciclo.

d = Diámetro altura pecho promedio por carga,
cm/carga por ciclo.

NF = Número de fustes por ciclo de madereo.

3.2.10 Estudio de rendimiento

Las funciones de rendimiento se construyeron, a partir de las funciones de tiempo total y el volumen promedio por ciclo de trabajo, en cada una de las modalidades estudiadas de acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{FUNCION RENDIMIENTO (m3/hr)} = \frac{\text{VOL.PROMEDIO (m3/ciclo)}}{\text{FUNCION T.TOTAL(min/ciclo)}} * 60$$

3.2.11 Estudio de costos

A continuación se describe la metodología con que fueron determinados los costos horarios. El procedimiento fue similar para las modalidades de tala rasa y raleo,

existiendo solamente diferencias en la cantidad de personal que laboró en una u otra intervención.

3.2.11.1 Costos horarios del personal

La estimación de estos costos horarios, se realizó considerando las siguientes actividades:

i : Actividad i según corresponda(operador , motosierrista, engavillador o arrumador).

n_i = Número de trabajadores

C_{ri} = Costo de remuneraciones mensual ,US\$

G_i = Gratificación, US\$

A_{pi} = Aporte patronal, US\$

N_{hm} = Número de horas mensuales

D_{mt} = Dias al mes trabajados

H_j = Horas de la jornada

C_{ja} = Costo jornada de alimentación, US\$

C_{Ii} = Costo implemento i , US\$

N_{Im} = Número de implementos I mensuales

C_{mm} = Costo movilización mensual, US\$

C_{Ic} = Costo de implemento de campamento, US\$/hr

N_{Icm} = Número de implemento de campamento mes

* Costo de remuneraciones (Chri)

$$\text{Chri} = \text{Cri} * \text{ni/Nhm} \quad (\text{US\$/hr})$$

* Costo de alimentación (Chai)

$$\text{Chai} = \text{Cja} * \text{ni/Hj} \quad (\text{US\$/hr})$$

* Costo de implementación (ChI)

$$\text{ChI} = \text{CI} * \text{NIm/Nhm} \quad (\text{US\$/hr})$$

* Costo de movilización (Chm)

$$\text{Chm} = \text{Cmm/Nhm} \quad (\text{US\$/hr})$$

* Costo implementación de campamento (ChIc)

$$\text{ChIc} = \text{CIc} * \text{NIcm/Nhm} \quad (\text{US\$/hr})$$

3.2.11.2 Costo de equipos Bell 220 y motosierras

3.2.11.2.1 Costo equipo Bell 220

La determinación de los costos horarios en el equipo, trineumático Bell 220 modelo T, estuvo basada en la obtención de los diferentes items estimados y medidos, tanto en terreno como información de fabricante.

-Costo de posesión*** Interés sobre la inversión media anual (I)**

$$\text{IMA} = \{ (V_i - C_c) - V_r \} * (n + 1) / 2 * n + V_r$$

$$I = \text{IMA} * i / H \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde:

V_i = Precio de adquisición CIF en US\$, más todos los gastos de internación, desaduanamiento y otros.

C_c = Costo de componentes neumáticos, US\$

V_r = Valor residual del equipo

n = Vida útil, años

i = Tasa de interés

H = Vida útil, horas

*** Depreciación (D)**

$$D = [(V_i - C_c) - V_r] / H \quad (\text{US\$/hr})$$

*** Seguros (S)**

$$S = V_i * P / H \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde:

P = Porcentaje de prima en relación al precio de adquisición

*** Patente (P)**

$$P = \text{Costo anual} / h \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde:

h = Número de horas anuales

Costo total posesión = I + D + S + P (US\$/hr)

-Costo de operación

* Costo consumo de combustible (Cc)

$$Cc = Q * Pc \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde:

Q = Consumo de combustible, lt/hr

Pc = Costo unitario del litro de combustible

* Costo consumo de lubricantes (CL)

$$CL = \{ (Qi * Ni * Pli) + (Nl * Pli) \} / H \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde:

Qi = Capacidad teórica del componente de la maquina,
lt

Ni = Número de cambios que se deben hacer en el
periodo

Nl = Número de lt agregados por consumo extra en el
periodo

Pli = Precio unitario del lt de lubricante

H = Número de horas consideradas

* Costo consumo de grasa (Cg)

$$Cg = Q * Pg / H \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde:

Q = Consumo de grasa durante el periodo considerado, Kg

Pg = Precio unitario de grasa, US\$/kg

H = Período de horas consideradas

* Costo consumo de filtros (Cf)

$$Cf = \frac{n_i * P_{ufi}}{H_i} \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde:

n_i = Cantidad de filtros en el periodo considerado

P_{ufi} = Precio unitario del filtro i, US\$

H_i = Período considerado, horas

El subíndice "i" indica el tipo de filtro que corresponde.

* Costo de neumáticos (Cn)

$$Cn = \frac{V_n}{H} \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde:

V_n = Valor juego de neumáticos, US\$

H = Duración de neumáticos, horas

* Costo de reparaciones (Cr)

$$Cr = 0,2625 * I / H \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde:

I = Valor de la inversión, US\$

H = Período de vida útil, horas

3.11.2.2 Costo equipo motosierra

Para efectos del estudio realizado, se consideró un valor de arriendo por las motosierras utilizadas.

* Costo de arriendo (CA)

$$CA = VA / Nhm \quad (US\$/hr)$$

Donde:

VA = Valor mensual de arriendo, US\$

Nhm= Tiempo mensual trabajado, horas

* Costo de combustible (Ccm)

$$Ccm = Neh * Ce * Pbm * Plb \quad (US\$/hr)$$

Donde:

Neh = Número de estancadas en una hora

Ce = Capacidad del estanque, lt

Plb = Precio bencina 81 octanos , US\$/lt

Pbm = Proporción de bencina en la mezcla

*** Costo de lubricantes (Clm)**

$$Clm = [Neh+Ce+Pam+Pla]+[Neach*Ceac*Plac] \text{ (US\$/hr)}$$

Donde:

Pam =Proporción de aceite 2T en la mezcla

Pla =Precio del aceite 2T, US\$/lt

Neach = Número de estancadas aceite de cadenilla en la hora

Ceac = Capacidad estanque aceite de cadenilla, lt

Plac = Precio aceite cadenilla, US\$/lt

*** Costo de accesorios (Cacm)**

$$Cacm = [Nem*Pe + Ncm*Pc + Npm*Pp]/Nhm \text{ (US\$/hr)}$$

Donde:

Nem = Número de espadas al mes

Pe = Precio por espada, US\$

Ncm = Número de cadenillas mensuales

Pc = Precio cadenilla, US\$

Npm = Número de piñones mensuales

Pp = Precio piñón, US\$

Nhm = Tiempo mensual trabajado, horas

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan y analizan los resultados obtenidos para cada una de las modalidades en estudio.

4.1. Estudio de tiempos intervención segundo raleo

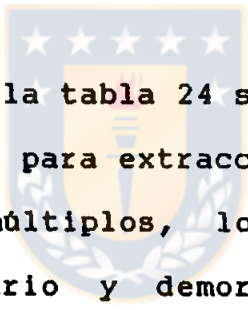
4.1.1 Tiempos fijos

En la Tabla 24 se entregan los tiempos fijos obtenidos por el equipo Bell 220 modelo T bajo dos modalidades, extracción de gavillas y largos múltiples, en intervención segundo raleo.

TABLA 24. TIEMPOS FIJOS EN INTERVENCION DE RALEO

item	extracción			
	gavillas		largos múltiples	
	min/ciclo	%	min/ciclo	%
Carga	0,279	44,6	2,155	87,3
Descarga	0,138	22,1	0,186	7,5
O. Cancha	0,004	0,6	0,074	2,9
Arreglo faja	0,015	2,4		
Suplementario	0,054	8,6	0,039	1,5
Demoras	0,125	21,7	0,015	0,8
TOTAL	0,625	100,0	2,469	100,0

Es importante destacar que el tiempo fijo total es mayor, en la modalidad de extracción de largos múltiples, cuatro veces más (2,469 min/ciclo) que en la de gavillas (0,625 min/ciclo). La magnitud de la diferencia, entre una y otra modalidad, está básicamente dada por el incremento del ítem tiempo de carga de largos múltiples, en un 42,7% superior a la de gavillas. Los factores que más inciden son el largo de los trozos y el ordenamiento que debe realizar el equipo, en el interior del bosque, preparando las cargas.



Por otra parte, en la tabla 24 se aprecia que resultan levemente superiores para extracción con gavillas, con respecto a largos múltiples, los ítems de tiempo de descarga, suplementario y demoras; esta situación es explicada por la confección en bosque de cada carga (trozado y gavillas) ocurriendo generalmente que el equipo no disponía continuamente de ella; en cambio, en la modalidad de extracción de largos múltiples el ordenamiento en cancha es más lento, por el tamaño de las trozas, consumiendo un mayor tiempo el equipo.

La distribución de los ítems de tiempo fijo, en cada modalidad de extracción, se presenta en la figura 5.

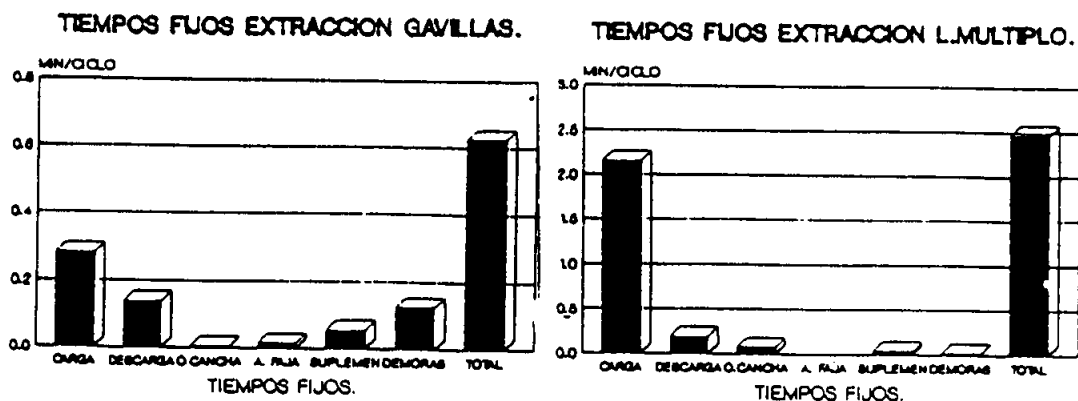


FIGURA 5. Distribución de tiempos fijos. Intervención segundo raleo.

4.1.2 Tiempos variables

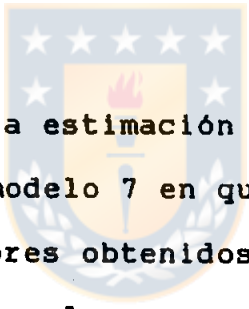
En la tabla 25 se presentan los modelos probados, para tiempo variable, en cada modalidad con sus principales estimadores estadísticos.

TABLA 25. VALORES DE R², EEE, F y DW DE LOS MODELOS PROBADOS

Nº	Modelo	Extracción	R ²	EEE	F	DW
1	TV=F (D)	gavillas	0,883	0,160	114,4	1,71
2	TV=F (D, logNT)	gavillas	0,877	0,164	54,5	1,57
3	TV=F (D, NT ²)	gavillas	0,875	0,166	53,4	1,63
4	TV=F (D, e ^{NT})	gavillas	0,878	0,163	55,1	1,77
5	TV=F (D)	L.múltiplo	0,899	0,183	116,5	1,84
6	TV=F (D, D ²)	L.múltiplo	0,908	0,120	78,6	2,24
7	TV=F (D ⁻¹)	L.múltiplo	0,546	0,219	7,9	0,59

De acuerdo al análisis estadístico, se concluye que las funciones de tiempo, en general, cumplen con el supuesto de autocorrelación.

La bondad de ajuste en cada regresión es significativa, nivel de probabilidades del 95%, oscilando el coeficiente de determinación ajustado (R^2) entre 0,875 y 0,908 , exceptuando el modelo 7, en que éste sólo fue de 0,546 para la modalidad de largo múltiplo.



El error estándar de la estimación (EEE) osciló entre 12,0% y 18,26%, excepto el modelo 7 en que resultó ser del 21,9%. En general estos valores obtenidos, indican que el valor promedio predicho por la regresión presenta una baja variación en cada nivel de la variable independiente.

El análisis de varianza, para determinar la significancia de los modelos de regresión, mediante los valores de F comprueba que son significativos en todas las regresiones.

Con el objeto de comprobar el supuesto de autocorrelación en cada uno de los modelos probados, se usó la prueba estadística de Durbin y Watson (DW), determinándose que no

existe autocorrelación en las perturbaciones a excepción del modelo 7.

Las funciones de regresión de tiempo variable para intervención de raleo se presentan en el apéndice. (Tabla 1 A).

4.2 Estudio de tiempos intervención tala rasa

4.2.1 Tiempos fijos

En la tabla 26 se presentan cada uno de los items de tiempo fijo, obtenidos en el estudio del equipo Bell 220 modelo T en intervención de tala rasa, bajo el sistema de aprovechamiento de fuste completo.

TABLA 26. TIEMPOS FIJOS EN INTERVENCION TALA RASA.

Item	min/ciclo	%
Carga	0,10	2,10
Descarga	0,12	2,60
O. cancha	3,10	67,20
Faja	0,33	7,10
Suplementario	0,06	1,30
Demoras	0,90	19,70
TOTAL	4,61	100,00

Del cuadro anterior se desprende que la magnitud total de los tiempos fijos es de 4,61 minutos por ciclo de trabajo, del equipo en estudio, en tala rasa; este valor es notoriamente superior a los evaluados en la intervención anterior para las dos modalidades experimentadas; sin embargo, se debe considerar que en la intervención final, tala rasa, se trabajó en un bosque adulto y el trozado se realizó en cancha de acopio.

En general, el número de fustes transportados por el equipo en cada ciclo de trabajo, varió entre uno y seis, presentando éstos, diversos diámetros promedios basales por carga, oscilando entre 16,0 y 50,0 cm.

Al realizar un análisis parcializado de los tiempos fijos definido para la intervención de tala rasa, destaca el ítem de ordenamiento de madera en cancha; este alto valor (3,10 min/ciclo) con una incidencia del 67,20% en el total, se explica por las diferentes dimensiones que alcanza la madera en cancha, como resultado del seccionamiento de ella -2,44 ; 3,70 ; 4,15 ; 7,40 y 11,10 m - haciendo esto, más difícil y lento la manipulación y ordenamiento de los trozos cuando esta función es realizada por el mismo equipo de extracción, como ocurrió en este caso. Las Demoras, es otro ítem que tiene una alta incidencia dentro de los

tiempos fijos (19,70%); básicamente este valor esta influenciado por las perdidas de tiempo sistemática que ocurren por las continuas esperas, que debe realizar el equipo, en cancha, por la operación de trozado de los fustes. En relación al tiempo de carga, es mucho menor en tala rasa que gavillas y largos múltiples (2,10% ; 44,6% y 87,3% respectivamente; esto se explica por la facilidad de reunir su carga y cargarla en cada ciclo de trabajo del equipo en estudio.

En el Figura 6 se presenta un diagrama de barras, indicando la distribución de cada uno de los items que conforman los tiempos fijos en intervención de tala rala.

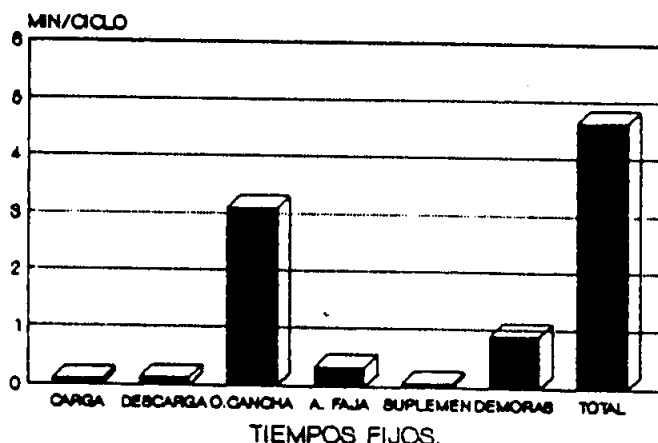


FIGURA 6. Tiempos fijos intervención tala rala.

4.2.2 Tiempos variables

En la Tabla 27 se entregan los modelos probados, para tiempo variable en intervención de tala rasa con sus principales estimadores estadísticos.

TABLA 27. VALORES DE R^2 , EEE, F y DW DE LOS MODELOS PROBADOS

N° modelo	R^2	EEE	F	DW
1 TV=F (D)	0,785	0,135	44,80	1,77
2 TV=F (D,d ²)	0,774	0,161	21,52	2,00
3 TV=F (D,log d)	0,771	0,181	22,80	1,84
4 TV=F (D,e ^d)	0,784	0,161	22,80	1,73
5 TV=F (D,d ² ,NF ³)	0,751	0,210	13,06	1,27
6 TV=F (D,log d,NF ²)	0,754	0,280	13,26	1,27

La bondad del ajuste medida a través del coeficiente de determinación ajustado (R^2), y que indica que proporción de la variación en la variable dependiente es explicada por la(s) variable(s) explicatoria(s), son significativos para todos los modelos, alcanzando valores entre 0,751 y 0,785.

El error estandar de la estimación (EEE) osciló entre 13,49% y 18,06% para los modelos N° 1 al N° 4, en cambio, para los modelos N° 5 y N°6 la precisión en la estimación fue menor (21,04% y 28,03% respectivamente).

El análisis de varianza (F), mediante la prueba de Fisher, indica que todos los modelos son significativos; sin embargo, los menores valores de F se presentaron en los modelos N° 5 y N° 6, los que además, presentaron autocorrelación en las perturbaciones, al nivel de probabilidades del 5%, de acuerdo a la prueba de DW.

Las funciones de regresión, de tiempo variable, para intervención de tala rasa se presentan en el apéndice (Tabla 2 A).



4.3 Estudio de rendimiento

De acuerdo al volumen estimado para cada intervención , segundo raleo y tala rasa, tiempos fijos y funciones de tiempo variable se determinaron funciones de rendimiento, las cuales se presentan en el apéndice (Tabla 3 A y 4 A).

El volumen promedio obtenido para cada intervención y modalidad, luego de la medición del producto en cancha para la totalidad de los ciclos muestreados, se entrega en la Tabla 28.

TABLA 28. VOLUMEN PROMEDIO POR CICLO.

intervención	modalidad	volumen(m3/ciclo)
Segundo raleo	gavillas	0,550
	Largos multiples	0,841
Tala rasa	fuste completo	1,622

La distancia media de madereo para segundo raleo fue de 59,57 y 69,04 m. en las modalidades de extracción de gavillas y largo múltiplo, respectivamente ; en tala rasa la misma variable fue de 102,00 m.

4.4 Estudio de costo

De acuerdo a los costos de los diferentes items, estimados y registrados (terreno e información de fabricante), se determinaron costos horarios promedios para cada intervención, presentándose en la Tabla 29.

Los costos horarios promedio desglosados para cada intervención y modalidad se presentan en el apéndice (Tabla 5 A).

TABLA 29. COSTOS HORARIOS PROMEDIO POR CADA INTERVENCION

intervención	extracción	costo (US\$/hr)
Segundo raleo	gavilla	44,44
	largo múltiplo	42,89
Tala rasa	fuste completo	31,88



V CONCLUSIONES

Analizando los resultados del estudio se puede concluir lo siguiente:

1. Los mayores tiempos fijos se registran en la intervención de tala rasa, fuste completo, alcanzando los 4,61 min/ciclo. En la intervención de raleo se registraron tiempos fijos de 0,625 y 2,469 min/ciclo para las modalidades de gavilla y largo múltiplo, respectivamente.
2. El ítem ordenamiento de madera en cancha es el de mayor importancia dentro de los tiempos fijos evaluados para tala rasa, explica el 67,20 % del total.
3. La gran diferencia existente entre los tiempos fijos, controlados para las dos modalidades de raleo, es el alto tiempo de carga medido para largos múltiplos, explica el 87,3 % del total.
4. Los modelos obtenidos para las distintas modalidades, principalmente basados en la distancia de madereo como variable explicatoria, de acuerdo al análisis estadístico resultan confiables para predecir rendimientos.

5. El modelo N° 3, $T_i = F(1/D)$, probado en la intervención de raleo, modalidad largo múltiplo, a pesar de tener un R^2 (0,546) y un EEE (21,9 %) relativamente altos presentó autocorrelación en las perturbaciones. Además, los modelos N°5 y N°6 probados para la intervención de tala rasa presentan, en los principales estimadores estadísticos, resultados que hacen poco confiable la predicción.

6. Las distancias evaluadas para el madereo, con el equipo trineumático, resultan cortas si se comparan con los de otros medios de arrastre, siendo de 59,57 y 69,04 m para gavillas y largo múltiplo respectivamente; en cambio para tala rasa fue de 102,00 m.

7. En general, para optimizar la eficiencia del equipo en el madereo es aconsejable no extraer en distancias largas, sobre los 150 m, debido a que posee solo una marcha hacia adelante.

8. La versatilidad de movimientos del equipo en espacios reducidos, hace que los rendimientos logrados en la intervención de raleo sean muy superiores a los registrados para las mismas situaciones usando medios tradicionales u otros equipos mecanizados.

9. En la tala rasa, el skidder reúne mejores

características para desarrollar la actividad de madereo al ser comparado con el trineumático. Sin embargo, se debe considerar que este último también ordena la madera en la cancha de acopio.

10. El costo horario en cada modalidad, incluyendo recursos humanos y materiales, fue de US\$ 44,44 y US\$ 42,09 en la extracción de gavillas y largos múltiples respectivamente. En cambio, en tala rasa fue de US\$ 31,00.



VI RESUMEN

Este estudio proporciona los resultados obtenidos del ensayo realizado con equipo trineumático Bell 220 modelo T, utilizado para el madereo en terreno plano.

El experimento se ejecutó en predios con bosques de *Pinus radiata* D. Don ubicados en la provincia de Bio-Bio VIII región, Chile, pertenecientes a la empresa Forestal Mininco S.A. cuyos suelos están clasificados como serie arenales.

La experiencia comprendió la toma de información en las intervenciones de raleo, extracción de gavillas y largos múltiples, y tala rasa, extracción de fuste completo.

Finalmente, con la información de terreno se determinaron funciones de rendimientos y los costos promedios para cada intervención y sus respectivas modalidades.

De los resultados de este trabajo se puede concluir lo siguiente:

-El versátil equipo trineumático estudiado arroja resultados satisfactorios al ser utilizado para el madereo, tanto en intervención de raleo como en tala rasa.

-Los mayores tiempos fijos se registran en la intervención de tala rasa. No obstante, en esta misma faena se logra el mayor volumen medio transportado por ciclo y que alcanza a 1,622 m³/ciclo.

-El costo horario promedio determinado para el equipo trineumático fue de US\$ 14,05.

-El menor costo horario se obtuvo en la extracción a tala rasa y fue de US\$ 31,00.

SUMMARY

This study the results obtained by a trial made with a three wheel equipment Bell 220, model T used for skidding in flat terrain.

The experiment took place in the province of Bio-Bio, 8th Region, Chile, in treefarms of *Pinus radiata* D. Don which belong to the Company Forestal Mininco S. A. in soils classified as sandy (Serie Arenales).

This experience included collecting in thinning activities, pulpwood extraction and assortment harvesting - multiple length - and clear cutting with tree length harvesting.

Finally, yield equations as well as the average costs for each harvesting operation and their respective alternatives were determined with the information obtained in terrain.

From the results of this work we can conclude that:

-The versatile three wheel equipment studied gives satisfactory results when used for skidding, both in thinning activities and clear cutting.

-The longest fixed times are registered in the harvesting operation of clear cutting. Nevertheless, in this same work, the highest average transported volume per cycle is reached and gets to 1,622 m³/cycle.

-The lowest hourly cost of U\$\$ 31,00 was obtained in the clear cutting extraction.



VII BIBLIOGRAFIA

1. Arrue, I. E. 1984. Tiempos y rendimientos en una explotación mecanizada de pino insigne: Fundo San Nicolás II y Fundo Canini. Forestal Mininco. Concepción, Chile.
2. Becker, G. J., W. Cabezas D., R. Vicencio A. y J. Alvarez M. 1988. Aprovechamiento económico del recurso bosque en Forestal Mininco S. A. En: Acta Taller Producción Forestal: Explotación, Transporte, Caminos, Recursos Humanos. 24-25 noviembre. Cap. III. Fund. Chile. Concepción, Chile.
3. Becker, G.J. y Alvarez J.M. 1988. PROYECTO F.M.C. 220 CA TALA RASA INVIERNO. Forestal Mininco S. A. Programa de Inv. y Desarrollo en Cosecha y Transporte. Concepción, Chile.
4. Correa, J. I. 1973. Determinación de estándares de explotación en las faenas de volteo, madereo y transporte para pino insigne *Pinus radiata* D. Don, en la región del Bio-Bio. Tesis de grado. Univ. de Chile Fac. de Cs For. Esc. de Ing. For. Santiago, Chile.

5. Enero, V. G. 1975. Utilización del tractor forestal articulado en faenas de maderero en bosque nativo y plantaciones. Tesis de grado. Univ. de Chile. Fac. de Cs. Agr. Santiago, Chile.
6. ESTUDIO DE FAENAS DE EXPLOTACION. 1986. Forestal Rio Vergara S.A. Div. Información y Desarrollo. Nacimiento, Chile.
7. Frisk, S. T., E. G. Guell. 1972. Maderero mecanizado con tractor forestal articulado. Informe Técnico N° 48. INFOR. Santiago, Chile.
8. Largo, A. S. E. 1978. Utilización de un tractor articulado de ruedas en faenas de maderero de pino insigne. Tesis de grado. Univ. de Chile. Fac. de Agron. Esc. de Ing. Forestal. Santiago, Chile.
9. Larrain, M. O., G. J. Becker y G. J. Garrido. 1989. Evaluación del maderero con torres (un caso concreto). En: Actas II Taller de producción Forestal: Explotación, Transporte, Caminos, Recursos Humano. 22 y 24 de noviembre. Cap. XVI. Fund. Chile. Concepción, Chile.

A P E N D I C E S



TABLA 1A. FUNCIONES REGRESION TIEMPO VARIABLE INTERVENCION
SEGUNDO RALEO

N°	F U N C I O N	TV	DS	DW	MOD
1	TV = 0,7131 + 0,0114*D * 0,0737 0,0011	1,38	0,35	1,71	G
2	TV = 0,1330+0,0113*D+0,2331*Log NT * 0,0129 0,0011 0,0214	1,38	0,35	1,57	G
3	TV = 0,6614+0,0114*D+2,5E-4 NT^2 * 0,21863 0,0110 0,0003	1,38	0,35	1,63	G
4	TV = 0,7325+0,0114*D^3-3,5E-8*e^NT * 0,0806 0,0011 1,29E-8	1,38	0,35	1,77	G
5	TV = 0,5908+0,0168*D * 0,0903 0,0016	1,93	0,69	1,84	LM
6	TV = 0,8755+0,0069*D+5,8E-5*D^2 * 0,2347 7,0E-4 2,8E-5	1,93	0,69	2,24	LM
7	TV = 1,3327+9,1645*D^-1 * 0,1550 2,4064	1,93	0,69	0,59	LM

TABLA 2A. FUNCIONES REGRESION TIEMPO VARIABLE INTERVENCION
TALA RASA

N°	F U N C I O N	TV	DS	DW
1	TV = 0,7560+0,0165*D * 0,1348 0,0025	2,65	0,48	1,77
2	TV = 0,5920+0,1572*D+2,3E-4*d^2 * 0,1062 0,0028 1,4E-4	2,65	0,48	2,00
3	TV = -0,7664+0,0159*D+0,4613*log d * 0,3328 0,0028 0,1734	2,65	0,48	1,84
4	TV = 0,7994+0,0157*D+1,22E-19*e^d * 0,3071 2,6E-3 9,4E-20	2,65	0,48	1,73
5	TV = 0,5416+0,0156*D+2,8E-4*d^2+2,6E-3*NF^3 * 0,2905 0,0029 1,4E-4 1,4E-4	2,65	0,48	1,27
6	TV = -1,8761+0,0156*D+0,7657*log d+0,0235*NF^2 * 1,0342 0,0029 0,3750 0,0184	2,65	0,48	1,27

TABLA 3A. FUNCIONES RENDIMIENTO INTERVENCION SEGUNDO RALEO

N°	E C U A C I O N	MOD
1	$(33,0)/0,6987+0,0114*D$	G
2	$(33,0)/0,7580+0,0113*D+0,2331*\log NT$	G
3	$(33,0)/1,2864+0,0113*D+2,5E-4*NT^2$	G
4	$(33,0)/1,3575+0,0114*D-3,5E-8*e^{NT}$	G
5	$(50,5)/3,0598+0,0168*D$	LM
6	$(50,5)/3,3445+0,0069*D+5,8E-5*D^2$	LM
7	$(50,5)/3,8017-9,1645*D^{-1}$	LM

TABLA 4A. FUNCIONES RENDIMIENTO INTERVENCION TALA RASA

N°	F U N C I O N
1	$R = 97,32/ 5,3660 + 0,0165*D$
2	$R = 97,32/ 0,0157*D+2,3E-4 *d^2$
3	$R = 97,32/ 3,8436 + 0,0159*D +0,4613*\log d$
4	$R = 97,32/ 5,4094 + 1,22E-19 * e ^d$
5	$R = 97,32/ 5,1516+0,01560*D+2,8E-4*d^2+2,6E-3*NF^3$
6	$R = 97,32/ 2,7339+0,0156*D+0,7657*\log d+0,0235*NF^2$

Donde:

TV = Tiempo variable promedio, según corresponda, min.

S = Desviación estandar de TV, min.

D = Distancia media de madereo, m.

NF = Número de fustes

NT = Número de trozos

d = Diámetro altura pecho

* = Error estandar de los coeficientes.

R = Rendimiento, m³/hr.

G = Gavillas

LM = Largos múltiples



TABLA 5A. COSTOS HORARIO PROMEDIO DE ITEMS POR INTERVENCION
Y MODALIDAD

ITEM	SEGUNDO RALEO		TALA RASA
	Gavillas	L.Múltiplos	Fuste completo
REMUNERACIONES			
Operador	1,59	1,59	1,59
Motosierristas	8,43	8,43	4,22
Engavilladores	1,69	----	----
Arrumadores	1,69	1,69	0,84
Sub-total	13,40	11,71	6,65
ALIMENTACION			
	2,08	1,71	0,95
Sub-total	2,08	1,71	0,95
IMPLEMENTACION			
Casco seguridad	0,009	0,006	0,004
Casco motosierrista	0,124	0,125	0,062
Pantalón anticorte	0,145	0,145	0,072
Buzo térmico	0,019	0,019	0,019
Casaca motosierrista	0,042	0,042	0,021
Pantalón mezclilla	0,039	0,023	0,015
Ropa para agua	0,154	0,070	0,126
Guante motosierrista	0,083	0,083	0,042
Guante común	0,048	0,009	0,019
Guante reforzado	-----	0,027	-----
Zapato seguridad	0,240	0,196	0,109
Colchoneta	0,223	0,182	0,101
Huincha distancia	0,150	0,024	0,024
Hacha	0,037	0,018	0,009
Lima hancha	0,009	0,009	0,005
Lima plana	0,056	0,018	0,028
Lima cilíndrica	0,056	0,056	0,028
Cartuchera porta herra.	0,028	0,028	0,014
Botiquín motosierrista	0,018	0,018	0,009
Bidón motosierrista	0,074	0,074	0,037
Cinturón motosierrista	0,018	0,075	0,009
Poleras	0,103	0,084	0,046
Sub-total	1,923	1,630	0,836

continua...

continuación Tabla 5A.

ITEM	SEGUNDO RALEO Gavillas L.Múltiplos		TALA RASA Fuste completo
MOVILIZACION	3,750	3,750	3,750
Sub-total	3,750	3,750	3,750
IMPLEMENTO CAMPAMENTO	0,285	0,285	0,285
Sub-total	0,285	0,285	0,285
EQUIPO BELL			
Costo hora Bell-220	14,049	14,049	14,049
Sub-total	14,049	14,049	14,049
MOTOSIERRAS			
Arriendo	3,375	3,375	1,687
Comb. y lubricantes	4,044	4,044	2,022
Accesorios	1,537	1,537	0,769
Sub-total	8,956	8,956	3,478
TOTAL GENERAL	44,443	42,090	30,998