

Extracción de trozas mediante bueyes y tractores agrícolas

ESTUDIO FAO:
MONTES

49



ORGANIZACION
DE LAS
NACIONES UNIDAS
PARA LA
AGRICULTURA
Y LA
ALIMENTACION

Extracción de trozas mediante bueyes y tractores agrícolas

por

E. Otavo Rodríguez

Becario André Mayer



Reimpresión, 1986

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

M-30
ISBN 92-5-302129-2

Reservados todos los derechos. No se podrá reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema de recuperación de datos o transmitirla en cualquier forma o por cualquier procedimiento (electrónico, mecánico, fotocopia, etc.), sin autorización previa del titular de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización, especificando la extensión de lo que se desea reproducir y el propósito que con ello se persigue, deberán enviarse al Director de Publicaciones, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

PREFACIO

Este informe está basado en un estudio realizado en 1983 bajo el Programa de Becas de Investigación André Mayer.

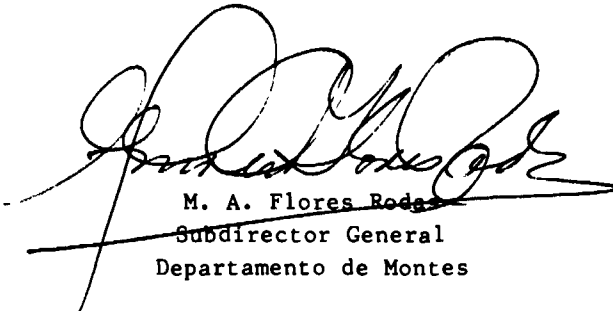
El Departamento de Montes de la FAO ha reconocido desde hace mucho tiempo la importancia que tiene la tecnología intermedia como una herramienta para el desarrollo. Es en este contexto que se llevó a cabo el estudio cuyos resultados se presentan en este informe.

El eslabón entre las metas de la agricultura tradicional y la actividad forestal puede ser ilustrado por el uso de animales y tractores agrícolas con accesorios forestales, ampliando el alcance y uso de cada cual para el progreso de los agricultores y de los habitantes rurales.

El uso de animales o pequeños tractores agrícolas, con sencillos accesorios para la extracción de trozas, también constituye un medio para ahorrar combustibles importados, y permite al extractor alcanzar buenos niveles de producción y costos lo suficientemente bajos que le permiten afrontar tanto las necesidades del mercado rural como las de otros mercados.

Por consiguiente, el objetivo fundamental de este estudio ha sido presentar dos métodos de extracción de trozas que pueden constituir alternativas viables para los países en desarrollo, siempre y cuando las circunstancias particulares existentes así lo aconsejen

A través del Programa de Becas de Investigación André Mayer la FAO puede continuar brindando alternativas útiles y, al mismo tiempo, provee una capacitación acertada para gente joven de los países en desarrollo.



M. A. Flores Rodas
Subdirector General
Departamento de Montes

RESUMEN

El presente estudio está encaminado principalmente a mostrar el empleo de bueyes para el madereo en bosques plantados, así como en bosques nativos. Igualmente se presenta el madereo efectuado con un tractor agrícola a fin de establecer los rendimientos y costos de los métodos.

La investigación se realizó en regiones de importancia forestal de Chile donde tradicionalmente se han empleado bueyes en las operaciones forestales. Al examinar la situación del madereo con estos animales y como conclusiones del estudio se encontró que se pueden utilizar los bueyes con resultados muy positivos en bosques de plantaciones que sean sometidos a tala rasa o raleo, o en bosques nativos sometidos a extracción selectiva, en terrenos planos o con pendientes fuertes. Comparando el madereo de los bueyes con el realizado por el tractor agrícola, se obtuvo que el empleo de los animales resulta más económico para las condiciones del estudio. Sin embargo, el tractor agrícola tiene amplias posibilidades de uso en los aprovechamientos forestales, siempre y cuando se realice una buena planificación de faenas y se utilicen aquellos accesorios que permitan un trabajo más eficiente.

Además de presentar la metodología utilizada en el estudio, así como los resultados, se dan algunas generalidades sobre el trabajo forestal con bueyes, características morfológicas, crianza, enfermedades más comunes que pueden ser diagnosticadas por el boyero, alimentación, descripción de los equipos utilizados para madereo con bueyes, y la técnica empleada en los aprovechamientos forestales donde se trabaja con estos animales.

Reviste mucha importancia mencionar que durante la realización del estudio se halló que empresas forestales con un alto grado de tecnificación están empleando bueyes para su abastecimiento de materia prima, alcanzando con ellos excelentes niveles de producción. Lo anterior pone de manifiesto que la utilización de bueyes debidamente entrenados en los aprovechamientos forestales y específicamente en el madereo, constituye una alternativa para el ahorro de energía fósil y generación de empleo. A su vez, el tractor agrícola con accesorios para el trabajo forestal puede constituir un excelente equipo para las faenas de extracción forestal mecanizadas.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea dejar constancia y expresar sus más sinceros agradecimientos a la Dirección de Industrias Forestales de la FAO por los consejos técnicos recibidos, y a la Sección de Becas por toda la colaboración recibida durante la realización del estudio.

Resalta la valiosa colaboración del Ingeniero Forestal Patricio Carey Briones, profesor de la cátedra de Explotación Forestal, de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile, por la asesoría técnica brindada y quien formó junto con el autor un equipo de trabajo.

Asimismo destaca la cooperación brindada por la Universidad Austral de Chile y con especial énfasis a los profesores y secretarías del Instituto de Manejo Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales, por las facilidades, apoyo y ayuda especial ofrecida en el transcurso de la elaboración del estudio.

Agradece al Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA) de Colombia, entidad que concedió licencia al autor a fin de realizar la investigación. En general, a todas las personas y empresas que de una u otra manera expresaron su ayuda para la culminación de este estudio.

INDICE

	<u>Página</u>
PREFACIO	iii
RESUMEN	v
AGRADECIMIENTOS	vii
INTRODUCCION	1

PARTE I

ANTECEDENTES GENERALES

1.	ASPECTOS FORESTALES GENERALES DE CHILE	4
1.1	Situación geográfica	4
1.2	Descripción forestal general del país	4
1.3	Actividades operacionales primarias, maderero y transporte	7
2.	CONSIDERACIONES METODOLOGICAS	9
2.1	Descripción de los tiempos	9
2.1.1	Tiempo normal	9
2.1.2	Tiempo suplementario	9
	a. Suplemento por fatiga	9
	b. Suplemento por necesidades personales	9
	c. Suplemento por demoras	9
2.2	Descripción de los movimientos	10
2.2.1	Viaje sin carga	10
2.2.2	Carga	10
2.2.3	Viaje con carga	11
2.2.4	Descarga	11
2.3	Determinación de los tiempos	11
2.3.1	Tiempo por ciclo de trabajo	11
2.3.2	Tiempo por metro cúbico	12
2.4	Determinación del rendimiento	12
2.5	Descripción de los costos por unidad de volumen	12
2.5.1	Variables aplicadas para determinar el costo horario en el maderero con bueyes	14
	a. Costos fijos	14
	Interés	14
	Costo de depreciación	14
	Costo de alimentación normal	15
	Costo de medicamentos y veterinario	15
	Costo de mortalidad	15

	<u>Página</u>
b. Costos variables	15
Alimentación especial	15
Costo de la mano de obra	15
2.5.2 Variables aplicadas para determinar el costo horario en el madereo con tractores agrícolas	16
a. Costos fijos	17
Interés	17
Depreciación	17
Patente	17
b. Costos variables	18
Reparaciones	18
Neumáticos	18
Combustible	19
Lubricantes, filtros y grasa	19
Equipo accesorio	19
Mantenimiento	19
Costo de la mano de obra	19
LIMITACIONES DEL ESTUDIO	19
PARTE II	
MADEREO CON BUEYES	
LOS ANIMALES DE TRABAJO EN EL MUNDO	23
ANTECEDENTES DE MADEREO CON ANIMALES DE TRABAJO	24
2.1 Madereo con caballos	24
2.2 Madereo con bueyes	27
GENERALIDADES DE LOS BUEYES DE MADEREO	27
3.1 Ventajas y ocupaciones	27
3.2 Características morfológicas	29
3.3 Crianza, castración, adiestramiento y manejo de los bueyes	31
3.4 Capacidad de carga	32
3.5 Fuerza de trabajo, esfuerzo de tracción y potencia	33
3.6 Alimentación y energía	34
3.6.1 Principios alimenticios	34
3.6.2 Demanda de energía	35

	<u>Página</u>
3.7 Higiene y enfermedades	36
3.7.1 Enfermedades de la piel	38
a. Garrapatas	38
b. Pediculosis	38
c. Tiña	38
d. Verrugas	39
3.7.2 Problemas de las pezuñas	39
a. Abscesos de las pezuñas	39
b. Podredumbre de las pezuñas	39
c. Piedras en las pezuñas	39
3.7.3 Trastornos oculares	40
a. Cuerpos extraños en el ojo	40
b. Queratitis infecciosa (ojo rosado)	40
4. EQUIPOS DE MADEREO Y ACONDICIONAMIENTO	40
4.1 Descripción de los equipos	40
4.1.1 Yugo doble de cabeza	40
4.1.2 Coyundas	42
4.1.3 Cadenas	42
a. Cadena con ganchos	42
b. Cadena con pinzas	43
4.1.4 Picana	43
4.2 Acondicionamiento de los equipos a los bueyes	44
5. TECNICA DEL MADEREO	44
5.1 La tala y su influencia	45
5.2 Acondicionamiento de la carga	46
5.3 Senderos	46
6. ESTUDIO DE MADEREO CON BUEYES	47
6.1 Madereo en plantaciones de pino radiata	47
6.1.1 Arrastre de trozas en zonas de pendientes	48
Presentación de resultados, análisis y discusión	49
a. Velocidad y carga	49
b. Tiempo	50
c. Rendimiento	54
d. Costos	56

	<u>Página</u>
6.1.2 Arrastre de trozas en zonas planas	57
Presentación de resultados, análisis y discusión	58
a. Velocidad y carga	58
b. Tiempo	59
c. Rendimiento	61
d. Costos	62
6.2 Maderero en bosque nativo	63
6.2.1 Descripción de las condiciones del estudio	66
Presentación de resultados, análisis y discusión	67
a. Velocidad y carga	67
b. Tiempo	67
c. Rendimiento	69
d. Costos	70
PARTE III	
MADEREO CON TRACTORES AGRICOLAS	
ANTECEDENTES	74
DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES DEL ESTUDIO	74
CARACTERISTICAS TECNICAS DEL TRACTOR	75
3.1 Aspectos generales	75
3.2 Motor	75
3.3 Neumáticos	76
3.4 Sistema hidráulico	76
3.5 Toma de fuerza	76
3.6 Winche	76
PRESENTACION DE RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION	77
4.1 Velocidad y carga	77
4.2 Tiempo	77
4.3 Rendimiento	79
4.4 Costos	79
NCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
BLOGRAFIA CITADA	83

ANEXOS

Principales especies arbóreas presentes en algunos tipos de bosques de interés para el estudio	87
Formulario para la toma de registros de terreno, en el estudio de tiempos	88
Determinación de los costos en el madereo con bueyes	89
Equipos de arrastre empleados en el madereo con caballos	92
Cuadro 4-1. Ecuaciones de tiempo por metro cúbico y rendimiento en metros cúbicos por hora, en el madereo con caballos de trozas aserrables y pulpables en terrenos pendientes mediante el empleo de cadenas	94
Cuadro 5-1. Valores de tiempo por ciclo de trabajo, por metro cúbico, y rendimiento según la distancia y la pendiente en el madereo de trozas aserrables con bueyes en plantaciones de pino radiata	95
Cuadro 5-2. Costo por metro cúbico según la distancia y la pendiente en el madereo de trozas aserrables con bueyes en plantaciones de pino radiata	96
Cuadro 5-3. Valores de tiempo por ciclo de trabajo, por metro cúbico, y rendimiento según la distancia y la pendiente en el madereo de trozas pulpables con bueyes en plantaciones de pino radiata	97
Cuadro 5-4. Costos por metro cúbico según la distancia y la pendiente en el madereo de trozas pulpables con bueyes en plantaciones de pino radiata	98
Cuadro 5-5. Valores de tiempo por ciclo de trabajo, por metro cúbico y rendimiento según la distancia en el madereo con bueyes de trozas aserrables y pulpables para terrenos planos en plantaciones de pino radiata	99
Cuadro 5-6. Costos por metro cúbico según la distancia en el madereo con bueyes de trozas aserrables y pulpables para terrenos planos en plantaciones de pino radiata	100
Cuadro 6-1. Valores del tiempo por ciclo de trabajo y por metro cúbico; rendimiento; y costos por metro cúbico según la distancia en pendientes del -20 a -32%, para madereo con bueyes en bosque nativo	101
Cuadro 7-1. Valores del tiempo por ciclo de trabajo y por metro cúbico; rendimiento; y costos por metro cúbico, en el madereo del tractor agrícola en pendientes de + 0,15 a + 9,38%	102
Determinación de los costos del tractor agrícola	103

LISTA DE CUADROS

	<u>Página</u>
1. Superficie aproximada de las plantaciones forestales chilenas	6
2. Tipos forestales del bosque nativo chileno	6
3. Carga promedio en unidades y volumen por rangos de pendiente en el maderero con caballos de trozas aserrables y pulpables empleando cadenas	25
4. Estimaciones de la capacidad de tiro para bueyes con aperos de arrastre a velocidades de trabajo bajas y medias	34
5. Estimaciones de las necesidades de TND de bueyes de diversos tamaños que trabajan a diferentes ritmos durante períodos de 4, 6 y 8 horas	37
6. Velocidad y carga promedio en unidades y volumen por rangos de pendiente en el maderero con bueyes para trozas aserrables y pulpables	49
7. Ecuaciones de tiempo por ciclo de trabajo en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables por rangos de pendiente	50
8. Ecuaciones de tiempo por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables por rangos de pendiente	51
9. Ecuaciones de rendimiento en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables por rangos de pendiente	54
10. Ecuaciones de costos por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables	56
11. Velocidad y carga promedio en unidades y volumen, en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos con diferentes sistemas de corta	58
12. Ecuaciones de tiempo por ciclo de trabajo y por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos con diferentes sistemas de corta	59
13. Ecuaciones de rendimiento en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos con diferentes sistemas de corta	61
14. Ecuaciones de costos por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos con diferentes sistemas de corta	63

LISTA DE FIGURAS

	<u>Págin</u>
1. Empleo de bueyes con carreta en un aserradero.	3
2. Mapa político de la República de Chile y su ubicación en Sudamérica	5
3. Carga lateral manual de trozas en un bosque de pino radiata	8
4. Movimientos en los ciclos de madereo	10
5. Apilado de trozas pulpables dispuestas en metros ruma	16
6. Madereo con bueyes en bosques plantados	22
7. Madereo con caballo y bueyes en un bosque de pino radiata	23
8. Caballo de tiro para madereo, con aperos y equipo de arrastre	24
9. Tiempo en minutos por metro cúbico en el madereo con caballos de trozas aserrables y pulpables en terrenos pendientes	26
10. Rendimiento en metros cúbicos por hora en el madereo con caballos de trozas aserrables y pulpables en terrenos pendientes	26
11. Utilización de bueyes para transporte de productos forestales sobre rieles	28
12. Carga lateral de trozas en bosques plantados mediante el empleo de bueyes	29
13. Principales partes morfológicas de los bueyes de trabajo	30
14. Utilización de bueyes jóvenes mediante el empleo de carretas en un aserradero	32
15. Madereo con bueyes en un bosque de pino radiata	33
16. Yugo doble de cabeza para bueyes de madereo	41
17. Disposición del yugo doble de cabeza sobre la nuca de los bueyes	41
18. Cadena con ganchos para madereo con bueyes	42
19. Cadena con pinzas para transporte de trozas de diámetros grandes	43
20. Picana o vara para guiar y conducir bueyes	44
21. Yunta de bueyes acondicionada con el equipo de madereo	44
22. Volteo dirigido y distribución del área en fajas	45
23. Acondicionamiento de trozas delgadas en pilas	46
24. Tiempo en minutos por ciclo de trabajo, en el madereo con bueyes de trozas aserrables en diferentes rangos de pendiente	52
25. Tiempo por ciclo de trabajo en minutos en el madereo con bueyes de trozas pulpables en diferentes rangos de pendiente	52
26. Tiempos en minutos por metro cúbico en el madereo con bueyes de trozas aserrables en diferentes rangos de pendiente	53
27. Tiempos en minutos por metro cúbico en el madereo con bueyes de trozas pulpables en diferentes rangos de pendiente	54

28.	Rendimiento en metros cúbicos por hora en el maderero con bueyes de trozas aserrables en diferentes rangos de pendiente	55
29.	Rendimiento en metros cúbicos por hora en el maderero con bueyes de trozas pulpables en diferentes rangos de pendiente	55
30.	Costo por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables en función de la pendiente y la distancia	56
31.	Costo por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas pulpables en función de la pendiente y la distancia	57
32.	Tiempo en minutos por ciclo de trabajo, en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos	59
33.	Tiempo en minutos por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos	60
34.	Rendimiento en metros cúbicos por hora en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos	61
35.	Costo por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos	62
36.	Perfil de un sendero, en el maderero con bueyes en bosque nativo	64
37.	Maderero con bueyes en bosque nativo por el sistema de "cuarteo"	65
38.	Colocación frontal de la cadena con ganchos en la troza, para realizar maderero por "cuarteo"	65
39.	Maderero con bueyes en bosque nativo	66
40.	Tiempos en minutos por ciclo de trabajo y por metro cúbico para maderero con bueyes en bosque nativo en pendientes de -20 a -32%	68
41.	Rendimiento en metros cúbicos por hora para maderero con bueyes en bosque nativo en pendientes de -20 a -32%	69
42.	Costo por metro cúbico para maderero con bueyes en bosque nativo en pendientes de -20 a -32%	71
43.	Maderero de trozas mediante el empleo de un tractor agrícola con winche	73
44.	Transporte de trozas con tractor agrícola y carro de arrastre	74
45.	Maderero con el tractor agrícola empleando la polea superior del winche	76
46.	Maderero con el tractor agrícola empleando el tambor del winche	77
47.	Tiempos en minutos por ciclo de trabajo y por metro cúbico para maderero con tractor agrícola en pendiente de + 0,15 a + 9,38%	78
48.	Rendimiento en metros cúbicos por hora, para maderero con tractor agrícola en pendientes de + 0,15 a + 9,38%	79
49.	Costos por metro cúbico para maderero con tractor agrícola en pendientes de + 0,15 a + 9,38%	80
4.1	Carro de arrastre Fossingen	92
4.2	Trineo VSA (Varmalands Skogsarbetsstudier)	93
4.3	Tenaza de maderero Domänsaxen	93

INTRODUCCION

En los últimos tiempos y especialmente en los años recientes la crisis energética con el agravante del costo cada vez mayor del petróleo, ha repercutido particularmente en los países en vía de desarrollo no productores de energía fósil, los cuales tienen que pagar a menudo elevadas cantidades de divisas para adquirirlo. Paralela a esta situación, la silvicultura se ha ido desarrollando y hoy en día puede ayudar a desempeñar un papel muy importante no sólo en la producción y ahorro de energía sino en el de crear empleo y desarrollo, lo cual plantea la necesidad de buscar soluciones.

En los aprovechamientos forestales, específicamente el arrastre de trozas, actualmente en muchos países se realiza por sistemas altamente mecanizados, sustituyéndose de esta manera dos de las tres fuentes de energía definidas por Inns (1980) y que se encuentran disponibles en las operaciones de campo: la fuerza humana, la fuerza animal y el motor de explosión (de gasolina o aceite pesado). Esta utilización de maquinaria, generalmente moderna, costosa y consumidora de energía, ha originado que la tecnología simple y el arte empleado en el pasado se hayan perdido.

Dentro del marco expuesto, los animales de tiro constituyen una herramienta útil para contribuir a economizar energía fósil y a mejorar las condiciones económicas y humanas de los países subdesarrollados o en vías de desarrollo. Por ello, resulta el interés de estudiar la utilización de los bueyes en el arrastre de trozas, y para examinar su conveniencia se realizó una investigación en la República de Chile comparando el madereo con animales con un tractor agrícola.

El contenido del estudio se ha repartido en tres partes: la primera parte da a conocer algunos aspectos forestales generales de Chile; las consideraciones metodológicas y las limitaciones del estudio. La segunda parte concierne directamente el madereo con bueyes, presentándose antecedentes de los animales de trabajo en el mundo y a nivel local; aspectos globales de los bueyes de trabajo, características morfológicas, crianza, fuerza de tracción, alimentación, higiene y enfermedades; equipos de madereo utilizados; técnica de madereo; y finalmente análisis del madereo con bueyes en bosques de Pinus radiata D Don (pino insigne, pino radiata) y en bosque nativo, indicando el análisis de tiempos por ciclos de trabajo, rendimientos y costos. La tercera parte estudia el madereo con un tractor agrícola en un bosque de pino insigne, indicando igualmente el análisis de tiempos, rendimientos y costos. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

La información se analizó y se recopiló en el transcurso del año 1983 en las zonas de interés forestal de Chile, y se espera que el aporte del estudio sea de gran ayuda en aquellos países donde generalmente las posibilidades de inversión son bajas y el desempleo constituye un problema socio-económico, y a la vez, que estos países tengan alternativas para descartar aquellos sistemas de madereo que no son económicamente rentables y escoger el más favorable de acuerdo a sus necesidades como son: economía, productividad, ahorro de energía y pleno empleo.

El autor del estudio ha sido Edgar Otavo Rodríguez, Ingeniero Forestal adscrito al Proyecto de Control y Revisión del Aprovechamiento Forestal del Bajo Atrato-Urabá del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA) de la República de Colombia.

PARTE I

ANTECEDENTES GENERALES



Figura 1. Empleo de bueyes con carreta en un aserradero.
(Los Sauces, Chile)

1. ASPECTOS FORESTALES GENERALES DE CHILE

1.1 Situación Geográfica

La República de Chile se encuentra en el Sur Oeste de América del Sur, entre los 17° 30' y los 90° de latitud Sur y entre los 66° 30' y los 75° 40' de longitud Oeste. Limita al norte con el Perú; al este con Bolivia y Argentina; al sur con el Polo Sur y al oeste con el Océano Pacífico (véase Figura 2).

El ancho promedio del país es de 177 km, y su longitud entre el límite con Perú y el Cabo de Hornos es de aproximadamente 4 200 km, medida que supera los 8 000 km al considerar el área antártica. La superficie continental e insular es de 756 626 km² y la del Territorio Chileno Antártico es de 1 250 km², sumando una superficie total de 2 006 626 km² (Instituto Geográfico Militar, 1981).

El relieve es accidentado y montañoso, y la superficie plana no supera más del 20%. Los tres rasgos morfológicos característicos son: la Cordillera de los Andes localizada al este, la Cordillera de la costa al oeste y una depresión entre ambas conocida como Depresión Intermedia, Llano Central o Valle Longitudinal.

1.2 Descripción forestal general del país

La zona de importancia forestal se extiende aproximadamente desde los 33° - 34° de latitud sur, hacia el sur, hasta la Isla de Chiloé. Dentro de esta área las precipitaciones son variables dependiendo de la topografía: la zona costera entre Constitución y Concepción presenta precipitaciones de 1 000 a 1 500 mm anuales; en el Valle longitudinal bajan a menos de 1 000 mm; en los lugares más altos de Los Andes pueden llegar en muchas partes a ser superiores a los 2 000 mm, en la región costera de Valdivia son de 2 600 mm; y en las cadenas cordilleras hacia el sur la precipitación alcanza en algunas áreas más de 5 000 mm (Weber, 1957).

La corriente fría de Humboldt que corre desde el Polo Sur hacia la línea ecuatorial por acción de los vientos Alisios y los vientos del Oeste, ejerce su influencia sobre toda la zona de importancia forestal de Chile, e impide que las temperaturas sean elevadas

La climatología de las zonas de interés forestal y en general del país, se caracteriza por constituir un régimen térmico muy homogéneo desde el norte hasta el sur y se debe especialmente a la influencia del mar a lo largo de todo el territorio (Donoso, 1981), predominando un clima oceánico o marítimo hasta la Cordillera de la Costa y continental hacia la Cordillera de Los Andes, el cual no se manifiesta en su totalidad por lo angosto del país.

La mayor parte de las plantaciones forestales se encuentran en la zona centro-sur del país desde la Región V a X (Morales, 1979), con un área aproximada de 877 186 ha, representadas principalmente por pino insigne, eucalipto, tamarugo y otras especies (véase Cuadro 1).

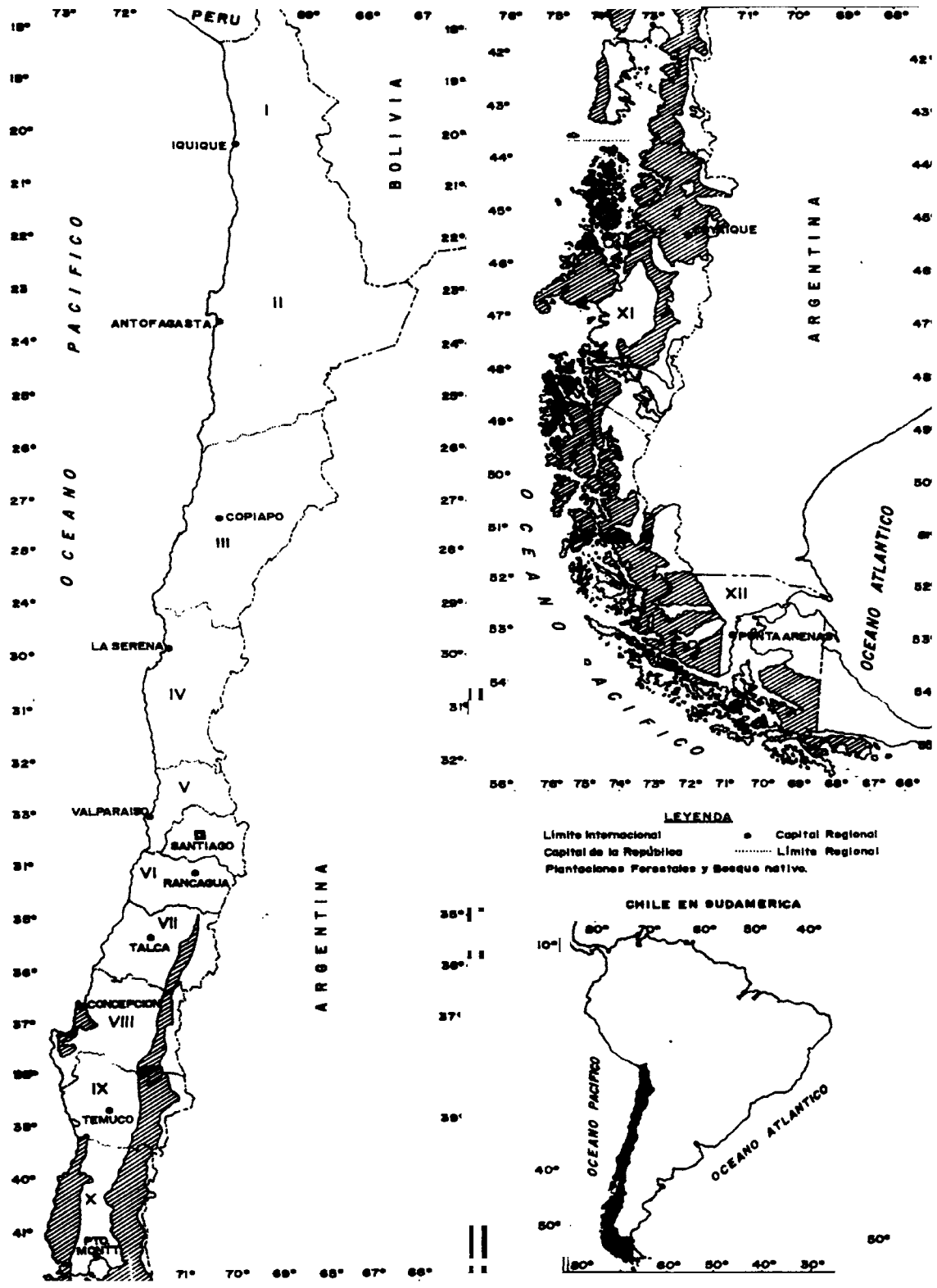


Figura 2. Mapa político de la República de Chile y su ubicación en Sudamérica.

Cuadro 1

Superficie aproximada de las plantaciones forestales chilenas 1/

Especie	Area (ha)	%
Pino radiata	786 136	89,6
Eucalipto	40 800	4,6
Tamarugo	16 500	1,9
Pino oregón	8 900	1,0
Alamo	3 400	0,4
Algarrobo	3 150	0,4
Otras especies	18 300	2,1
TOTAL	877 186	100,0

1/ Fuente: CONAF, INFOR (1983).

El bosque nativo geográficamente comienza en la zona central (a 35° de latitud sur) y se extiende hacia el sur por los faldeos de la Cordillera Andina y por la Cordillera de la Costa, para luego cubrir en forma parcial o total el valle central. El área se estima en 7 616 500 ha con un volumen aproximado de 984 millones de metros cúbicos (CONAF, 1983).

El bosque nativo está formado por más de 60 especies arbóreas y arbustivas, en su mayoría latifoliadas de las cuales unas 20 son empleadas en la producción de madera aserrada, chapas, tableros y otros productos de significación económica. De acuerdo a la representación individual de las especies presentes en los estratos dominantes y la estructura de los bosques, éstos han sido clasificados por Donoso (1981) en 12 tipos forestales, los cuales están constituidos por rodales mixtos, cuya denominación corresponde a las especies que caracterizan cada tipo, (véase Cuadro 2).

Cuadro 2

Tipos forestales del bosque nativo chileno

Tipos forestales	Especies predominantes
Tipo forestal esclerófilo	Quillay, litre, maitén, espino
Tipo forestal palma chilena	Palma Chilena, litre, peumo, quillay
Tipo forestal roble-hualo	Roble, hualo, peumo, lingue, olivillo, avellano
Tipo forestal ciprés de cordillera	Ciprés de cordillera, quillay, boldo, litre
Tipo forestal roble-raulí-coigüe	Roble, raulí, coigüe, laurel, lingue, ulmo
Tipo forestal lenga	Lenga, coigüe, raulí, notro, radial
Tipo forestal araucaria	Araucaria, lenga, coigüe, roble, ñirre
Tipo forestal coigüe-raulí-tepa	Coigüe, raulí, tepa, trevo, tineo, olivillo
Tipo forestal Siempreverde	Coigüe, ulmo, tepa, luma, canelo
Tipo forestal alerce	Alerce, coigüe de chiloé, fuínque, mañío
Tipo forestal ciprés de las Guaitecas	Ciprés de las guaitecas, coigüe, avellano
Tipo forestal coigüe de Magallanes	Coigüe de magallanes, canelo, maitén

Además de las especies mencionadas anteriormente, existen otras de importancia para cada tipo forestal.

De los 12 tipos de bosques clasificados por Donoso (1981), el "Siempreverde" se constituye en el más extenso y complejo de Chile por su variedad florística, valor económico de algunas especies de buena calidad y porque aún existen áreas boscosas relativamente conservadas (Paredes, 1981).

Las especies más comercializadas y usadas del recurso forestal de Chile son principalmente: álamo, alerce, aromo, ciprés, coigüe, eucalipto globulus, laurel, lingue, luma, mañío, olivillo, pino araucaria, pino oregón, pino radiata, raulí, roble, tepa, tino y ulmo.

Dentro del campo económico, el Sector Forestal desempeña un papel importante en la economía del país, y se constituye en la segunda fuente de divisas de Chile. Según CONAF e INFOR (1983), los principales productos exportados son en su respectivo orden: celulosa (blanca, cruda y semiblanqueada); maderas aserradas (pino radiata y otras especies); madera en trozas (pino radiata y otras especies); papel para periódico; chapas y tableros (fibra, partículas, contrachapados, placas, durolac); cartulinas para tarjetas perforables, papel sulfito, papel kraft, papel celofán, papel aluminio, otros papeles y cartones; otros productos menores (tarugos, carbón vegetal, persianas y celosías, tejuelas de alerce, resina de pino radiata, muebles y camarotes, palos para fósforos, otros productos de madera elaborada, semillas de pino radiata, mangos de escobilla, juguetes y postes).

Las principales maderas aserradas y exportadas por especie son en orden descendente: pino radiata, raulí, tepa, alerce, lenga, laurel, eucalipto, radial, pino araucaria, roble, mañío, pino oregón, ulmo, aromo y tino (CONAF e INFOR, 1983). La exportación de maderas en trozas es importante en el siguiente orden: pino radiata, raulí y tepa (CONAF e INFOR, 1983).

1.3 Actividades operacionales primarias, madereo y transporte

Las actividades operacionales primarias en Chile se realizan principalmente con motosierras, hachas y sierras manuales.

En las plantaciones forestales se puede decir que en un 100% el volteo y trozado se realiza con motosierra y el desrame con hacha. Esta labor es ejecutada por cuadrillas de cuatro a seis personas de las cuales una es el operador de la motosierra y el resto desramadores que se constituyen en los ayudantes del motosierrista.

Los elementos empleados para estas mismas actividades en el bosque nativo son las motosierras, el hacha y en algunos casos se utiliza la corvina (sierra tronzadora); las cuadrillas para volteo y trozado las componen dos personas que pueden ser una con motosierra y otra con hacha o ambos con sierra manual y hachas.

El madereo se realiza principalmente con bueyes, caballos, tractores forestales de ruedas y orugas, tractores articulados de ruedas, tractores agrícolas con o sin dispositivos de madereo, y cables. La utilización de cada uno de ellos depende de las condiciones topográficas y del tipo de organización de las faenas.

Las distancias de madereo son muy variables y están condicionadas a la planificación de la explotación y de los bosques a saber: en los bosques plantados el arrastre con bueyes oscila de 50 a 100 m y de 400 a 600 m para tractores; en el bosque nativo la distancia de madereo con bueyes puede llegar a 1 500 m y para tractores orugas o forestales de ruedas un promedio de 800 a 1 000 m.



Figura 3. Carga lateral manual de trozas en un bosque de pino radiata.
(San Ignacio de Palomares, Chile).

El transporte mayor se ejecuta casi exclusivamente en camiones y por ferrocarril. Las operaciones de carga y descarga se hacen en forma manual, con grúas hidráulicas y con cargadores frontales. La carga y descarga manual tiene su importancia en la manipulación de trozas pulpables y aserrables. Al igual que en el bosque nativo la fuerza muscular es ayudada por instalaciones provisionales denominadas "burros" y "yeguas" entre otras.

2. CONSIDERACIONES METODOLOGICAS

La metodología desarrollada en el estudio del arrastre de troncos con bueyes y tractores agrícolas es muy similar en cuanto a determinación de tiempos, movimientos y rendimientos, variando sólo el cálculo de los costos y salarios; por consiguiente estos últimos se describen por separado.

2.1 Descripción de los tiempos

Para cada ciclo de trabajo se determinaron los tiempos involucrados en los movimientos realizados en las operaciones del madereo, comprendiendo los tiempos normales y los tiempos suplementarios.

2.1.1 Tiempo normal

Se define como el tiempo estrictamente necesario para ejecutar una actividad dentro del ciclo de trabajo.

2.1.2 Tiempo suplementario

Se conoce también como tiempo accesorio, y es aquél que ocasiona retraso o interrupciones en las labores de trabajo. La subdivisión de este tiempo varía según diferentes autores, pero en el estudio se tuvo en cuenta la realizada por Cardiel (1974) y por la FAO (1970), a saber: suplemento por fatiga, suplemento por necesidades personales y suplemento por demora.

- a. Suplemento por fatiga. Es el descanso tomado por el boyero o los operarios con el fin de reposar por el cansancio originado en el trabajo. Este tiempo puede ser para el descanso propiamente dicho, beber agua en épocas calurosas o calentar las manos cuando hace frío; no contempla el tiempo empleado en almorzar. También considerará los lapsos de tiempo empleados por los bueyes para descansar en el madereo cuando la fatiga así lo exige, y no considera aquellos intervalos de tiempo destinados al descanso que se le da a los animales al medio día.
- b. Suplemento por necesidades personales. Es el tiempo utilizado por los trabajadores forestales para sus necesidades fisiológicas, cambiar ropas, entre otros.
- c. Suplemento por demoras. Son los tiempos que producen retrasos y pueden ser computables o no computables. En el primer caso se consideran las demoras incidentales ocurridas durante el madereo como son: recibir instrucciones de trabajo, colocar materiales en el puesto de trabajo, preparación de los tractores o yuntas de bueyes en la zona de madereo, cambiar piezas o repuestos, remover obstáculos que dificultan el desplazamiento por los senderos de madereo, recoger ramas, colocar gasolina, arreglar la cadena o el cable al romperse, acomodar o apilar nuevamente la carga al soltarse en el viaje con carga, arreglar y acomodar los aperos de los bueyes cuando se desajustan. Asimismo, es costumbre de algunos boyeros dar descanso a los bueyes en el instante en que los animales realizan sus necesidades fisiológicas, por consiguiente este tiempo se considera computable.

Entre las demoras no computables, se mencionan las pérdidas de tiempo accidentales o innecesarias entre las que destacan: olvido de las herramientas, conversaciones entre los operarios, descansos premeditados y todos los retrasos ajenos al proceso normal. Estos tiempos no se computan en el estudio.

Los tiempos suplementarios computables, se han sumado y repartido proporcionalmente a cada uno de los ciclos de trabajo por considerarse como parte integral de una jornada de trabajo y no de un ciclo específico o particular.

2.2 Descripción de los movimientos

Los movimientos considerados en los ciclos de trabajo son: viaje sin carga, carga, viaje con carga, y descarga. Estas fases han sido mencionadas por varios investigadores en estudios de tiempo de maderero entre otros Anaya (1975), Bezada y Frisk (1980); y Córdova y Frisk (1979). Una ilustración gráfica de las etapas de un ciclo puede observarse en la Figura 4.

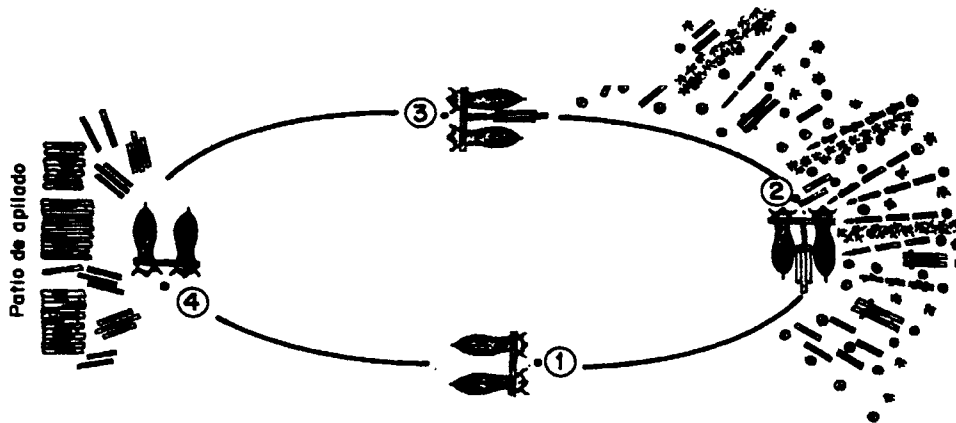


Figura 4. Movimientos en los ciclos de maderero: viaje vacío (1), carga (2), viaje con carga (3), descarga (4).

2.2.1 Viaje sin carga

Se define como el tiempo empleado por el tractor o los bueyes cuando recorren sin carga la distancia comprendida entre el patio de descarga hasta el sitio en donde se encuentra la carga.

2.2.2 Carga

Es el tiempo registrado a partir del momento en que la yunta de bueyes o el tractor llega y parte del sitio donde están localizadas las trozas a transportar. Comprende el acomodo de los bueyes y del tractor para tomar la carga, acondicionamiento y amarre de las trozas, excluyendo en este caso el tiempo utilizado para formar cargas en pilas, ya que esta labor es ejecutada por personas diferentes al boyero o al conductor del tractor.

2.2.3 Viaje con carga

Cubre el tiempo de transporte a partir del cual el tractor o la yunta de bueyes inicia el desplazamiento con carga, desde el sitio de carga hasta el patio de descarga.

2.2.4 Descarga

Abarca el tiempo desde el momento en que el tractor o los bueyes llegan al patio de descarga para soltar la carga, hasta recuperar totalmente la cadena o el cable, de tal manera de quedar ubicados en el yugo o en el winche, según sea el caso.

Generalmente algunos investigadores acostumbra agrupar los tiempos anteriores en dos grupos: tiempos terminales y tiempos variables.

Tiempos terminales son los que tienden a ser constantes con respecto a la distancia de madereo, y son la carga y la descarga.

Tiempos variables son los que dependen directamente de la distancia a recorrer y la pendiente de los senderos. Comprende el viaje con y sin carga.

2.3 Determinación de los tiempos

El sistema utilizado en la medición del tiempo se conoce con el nombre de "cronometraje con vuelta a cero", propuesto por Morrow (1957) y la OIT (1970). Consiste en determinar el tiempo para cada movimiento del ciclo de madereo, de tal manera que al terminar el movimiento sujeto a medición, se lee y registra el tiempo, se vuelven las manecillas a cero sin detener el mecanismo del reloj, y se comienza a cronometrar inmediatamente el tiempo del nuevo elemento. La información se tomó de manera sucesiva para diferentes jornadas de trabajo en un formulario preparado para los objetivos propuestos (véase Anexo 2).

El tamaño de la muestra, es decir el número de ciclos para los casos de madereo estudiados, se halló estadísticamente procediendo posteriormente a obtener las ecuaciones respectivas.

2.3.1 Tiempo por ciclo de trabajo

Se define como el tiempo total empleado por ciclo de trabajo incluyendo los tiempos suplementarios computables. Las ecuaciones han sido obtenidas por el método de los mínimos cuadrados ^{1/} siguiendo el modelo $t = a + bx$; en donde:

t = tiempo (variable dependiente)
a,b = coeficientes de la ecuación
x = distancia (variable independiente).

^{1/} Trabajo realizado en el Centro de Computación de la Universidad Austral de Valdivia con la colaboración del Estadístico Raimundo Vega y el Ingeniero Forestal Mario Meneses.

2.3.2 Tiempo por metro cúbico

Es el tiempo necesario para tener en las canchas de apilado un metro cúbico de madera, y se obtiene relacionando el tiempo por ciclo de trabajo con el volumen promedio de carga.

$$T(m3) = \frac{t}{V} = \frac{a + bx}{V}$$

donde: T (m3) = tiempo por metro cúbico.

t = tiempo por ciclo de trabajo, en centésimas de minuto.

V = volumen promedio de carga, en metros cúbicos.

2.4 Determinación del rendimiento

El rendimiento se expresa en metros cúbicos por hora (m3/h), calculado en base a la relación existente entre el volumen promedio de carga y el tiempo por ciclo de trabajo. Para efectos de cálculos se emplea la fórmula general y tradicional que ha sido usada por Anaya (1975), Córdova y Frisk (1979) y otros investigadores.

donde:

R = rendimiento, en metros cúbicos por hora.

V = volumen promedio de carga, en metros cúbicos.

t = tiempo por ciclo de trabajo, en centésimas de minuto.

Asimismo, el rendimiento puede obtenerse empleando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{6000}{T}$$

donde:

R = rendimiento, en metros cúbicos por hora.

T = tiempo por metro cúbico, en centésimas de minuto.

El tiempo se ha medido en centésimas de minuto, por tanto 6 000 equivale al número de centésimas de minuto existentes en una hora sexagesimal.

2.5 Descripción de los costos por unidad de volumen

Se calculan como el cociente entre los costos por unidad de tiempo para los recursos empleados en las actividades operacionales (mano de obra, bueyes o tractores) y la producción por unidad de tiempo (FAO, 1974).

La fórmula general empleada es:

$$C \text{ (m}^3\text{)} = \frac{Ch}{R}$$

donde:

C (m³) = costo por metro cúbico.

Ch = costo horario de los recursos empleados.

R = rendimiento, en metros cúbicos por hora.

Introduciendo las fórmulas del rendimiento (R) en la expresión anterior, se obtienen dos ecuaciones que indistintamente se pueden emplear para determinar los costos por metro cúbico a saber:

a. $C \text{ (m}^3\text{)} = \frac{Ch \times t}{6000 V}$

b. $C \text{ (m}^3\text{)} = \frac{Ch \times T}{6000}$

donde:

C (m³) = costo por metro cúbico.

Ch = costo horario de los recursos empleados.

t = tiempo por ciclo de trabajo, en centésimas de minuto.

V = volumen promedio de carga, en metros cúbicos.

T = tiempo por metro cúbico, en centésimas de minuto.

6000 = centésimas existentes en una hora sexagesimal.

El costo horario en el madereo con bueyes implica los costos por hora de la yunta de bueyes más la mano de obra, que en este caso se refiere al costo horario del boyero.

Las variables que intervienen en el cálculo del costo horario en el madereo con bueyes y tractores agrícolas son diferentes, por consiguiente en el estudio se describen por separado. Asimismo, estas variables para cada caso se agrupan en dos clases a saber: costos fijos y costos variables.

Los costos fijos son aquellos que permanecen aunque no haya producción como son los intereses, depreciación, seguros, alimentación básica de los bueyes, mortalidad de los animales y salarios fijos, entre otros.

Los costos variables dependen del trabajo, es decir de las operaciones, por ejemplo: gastos de combustible, reemplazo de neumáticos y alimentación especial para los bueyes, entre otros.

2.5.1 Variables aplicadas para determinar el costo horario en el madereo con bueyes

El costo horario implica los costos por hora de la yunta de bueyes más la mano de obra, que en este caso se refiere al costo horario del boyero.

$$Ch = Chb + Chm$$

donde:

Ch = costo horario del madereo con bueyes.

Chb = costo horario de los bueyes.

Chm = costo horario del boyero (mano de obra).

a. Costos fijos

Interés. Se calcula en base al capital invertido en la compra de una yunta de bueyes, junto con el valor de adquisición de todos los accesorios: argolla, coyundas, ganchos, yugo y picana.

El interés equivale a aquella cantidad de dinero pagada por el uso de dinero en préstamo o en sentido más amplio es el retorno que se obtiene de una inversión productiva de capital. Para efectos de cálculo se considera un 12% de interés real para el caso de Chile.

$$I = \frac{1}{U} (Va + Vb) \frac{T}{100}$$

$$I = \frac{(Va + Vb) T}{100 U}$$

en donde:

I = costo de interés.

Va = valor de compra de los accesorios.

Vb = valor de compra o crianza de los bueyes.

T = tasa de interés (12%).

U = horas de trabajo anual.

Costo de depreciación. Se deprecian únicamente los accesorios ya que los bueyes no se desvalorizan, por cuanto al final de su vida útil se venden y se benefician de tal manera que su carne es consumida por los humanos. En el estudio se deprecian por separado los elementos metálicos (argolla, cadena y ganchos) y los elementos de menos durabilidad (yugo, coyundas y picana); posteriormente se suman sus valores para dar un solo costo.

$$Cd = \frac{Va}{NU}$$

en donde:

Cd = costo de depreciación, por hora.

N = vida útil de los accesorios, en años.

U = uso anual, en horas.

Costo de alimentación normal. Son los gastos ocasionados en los insumos básicos para alimentar los bueyes. Generalmente los bueyes son alimentados con ensilaje o heno cuando realizan trabajos de madereo, pero este tipo de alimentación puede variar, por ello no se presenta una fórmula para obtener este costo.

Costo de medicamentos y veterinario. Es el dinero invertido en atención médica, medicinas y vacunas. En el estudio se considera un 5% con respecto al valor de compra de una yunta de bueyes.

$$C_m = \frac{V_b}{U} \times 0,05$$

en donde:

C_m = costo de medicamentos, por hora.
 V_b = valor de compra o crianza de una yunta de bueyes.
 U = trabajo anual, en horas.

Costo de mortalidad. Considera las muertes por accidente y enfermedad. Este costo se calcula empleando un 5% sobre la adquisición de una yunta de bueyes, porcentaje usado con frecuencia en Chile por algunos autores como Soto (1970) y otros. El valor se obtiene de la misma manera que el caso anterior.

b. Costos variables

Alimentación especial. Involucra el desembolso de dinero en la alimentación adicional o especial para los bueyes cuando están trabajando en el madereo.

La información básica y los cálculos del costo horario para una yunta de bueyes pueden verse en el Anexo 3.

Costo de la mano de obra. Es el pago realizado al boyero por la conducción de los bueyes en el madereo. Sólo considera el salario de un obrero, y no incluye los gastos de personas dedicadas al apilado por ser ésta una labor diferente del arrastre de trozas.

Los salarios y sueldos del boyero en Chile son muy variables en las actividades de madereo acostumbrándose a pagar por contrato o a destajo, asignándose un determinado precio por el arrastre de trozas que por lo general se cuantifica de dos maneras: i) en forma individual, cuando las dimensiones por lo regular superan los 30 cm de diámetro y 2,50 m de longitud, es decir, en el caso de trozas para aserradero; ii) por metros ruma ^{1/}, en las circunstancias en que el apilado manual es fácil y rápido de ejecutar. Investigaciones realizadas por el autor del presente trabajo revelaron que algunas empresas forestales tuvieron sus propios animales de trabajo, pero el manejo un poco descuidado de los boyeros en unos casos, y en otros el agotamiento y decaimiento de los bueyes producido por el exceso de trabajo en su afán de producir, trajo como consecuencia que las empresas decidieran trabajar a contrato de tal manera que la propiedad de los animales corresponde al trabajador; sin embargo hoy en día algunas empresas pequeñas tienen sus propios bueyes de trabajo.

^{1/} 1 metro ruma = es la madera rolliza de pino insigne, generalmente para la industria de pulpa y papel, que apilada tiene un metro de alto por un metro de ancho con una longitud igual a 2,44 m.



Figura 5. Apilado de trozas pulpables dispuestas en metros ruma.
(Nacimiento, Chile).

El costo horario de un boyero, calculado nominalmente a partir de la información suministrada por una empresa forestal chilena, aparece en el Anexo 3.

2.5.2 VARIABLES APLICADAS PARA DETERMINAR EL COSTO HORARIO EN EL MADEROO CON TRACTORES AGRÍCOLAS

La metodología desarrollada para determinar los costos se fundamenta principalmente en las pautas demarcadas en trabajos de investigación realizados por Anaya (1975); Overgaard (1975); Frisk (1972) y en los procedimientos propuestos por Caterpillar Tractor Co. (1975).

El costo horario de un tractor agrícola de cualquier modelo varía mucho en los costos fijos y en los costos variables, dependiendo esta variabilidad de varios factores entre los que principalmente destacan: clase de trabajo realizado; precios locales del tractor, del combustible y de los lubricantes; tasas de interés, que generalmente cambia de país a país, entre otros; de ahí que para calcular exactamente el costo horario debe realizarse a través de la experiencia local de cada región o país.

La determinación del costo horario se realiza sumando el costo por hora del tractor agrícola y el costo de la mano de obra del tractorista y el estrobero. La fórmula general empleada para hallar los costos es como sigue:

$$Ch = Cht + Chm$$

donde:

- Ch = costo horario total.
- Cht = costo horario de posesión y operación del tractor.
- Chm = costo horario de la mano de obra.

La información básica y valores del costo horario aparecen registrados en el Anexo 8.

a. Costos fijos

Interés. Los intereses se consideran como el ingreso que puede tenerse si el valor del precio del tractor se hubiera depositado en una caja de ahorros a interés fijo. La tasa de interés considerada en el presente estudio es del 12% anual.

$$I = \frac{1}{U} \left(\frac{Vi + Vf}{2} \right) \frac{T}{100}$$

$$I = \frac{(Vi + Vf) 12}{U 200}$$

donde:

- I = costo de interés.
- Vi = valor inicial del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- Vf = valor de reventa o valor final del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- U = uso anual del tractor, en horas.
- T = tasa de interés (12%).

Depreciación. La depreciación es una reserva por la disminución del valor de adquisición del tractor y de los accesorios de madereo por su uso, a fin de recuperar la cantidad invertida en el tiempo de la utilización de la máquina y demás accesorios.

El método de depreciación sugerido en este estudio se basa exclusivamente en las horas de uso anual.

$$Ca = \frac{Vi - (Vf + Vn)}{NU}$$

donde:

- Ca = costo horario de depreciación.
- Vi = valor de compra del tractor (incluyendo el winche de madereo).
- Vf = valor de reventa del tractor (incluyendo el winche de madereo)
- Vn = valor de reemplazo de los neumáticos.
- N = vida útil del tractor, en años.
- U = uso anual del tractor, en horas.

Como se puede observar en la fórmula anterior, los neumáticos se excluyen por ser considerados como artículos de consumo rápido y alto costo (Caterpillar, 1975), y su valor de reemplazo se resta del precio inicial del tractor a fin de hallarse el valor neto de depreciación por concepto de neumáticos.

Patente. Son los gastos ocasionados en adquirir la patente sin la cual no puede transitar el tractor. En Chile la patente se renueva cada año.

$$CP = \frac{P}{U}$$

donde:

CP = costo horario de la patente.
P = costo anual de la patente.
U = uso anual del tractor, en horas.

b. Costos variables

Reparaciones. Se refiere a los gastos relacionados con el arreglo del tractor incluyendo el valor de las piezas y la mano de obra (excluyendo el salario del operador). Algunas empresas o personas acostumbran a llevar los registros de estos costos, los cuales constituyen la mejor información para determinar el costo por hora de las reparaciones. En caso de ausencia de los registros es costumbre realizar los cálculos como un porcentaje del costo inicial de la máquina.

En el presente estudio se utiliza un porcentaje del 90% que equivale al factor de reparación propuesto por Caterpillar (1975) para estimar este tipo de costos cuando los tractores forestales de ruedas trabajan en zonas sujetas a fuertes impactos, pedregosas y rocosas, las cuales han sido clasificadas (por Caterpillar 1975) como "Zona C", cuyas características se asemejan a las condiciones del trabajo forestal.

$$Cr = \frac{(Vi - Vn)r}{NU} = \frac{(Vi - Vn) 0,90}{NU}$$

donde:

Cr = costo de reparación por hora.
Vi = valor de compra del tractor (incluyendo el winche de madereo).
Vn = valor de reemplazo de los neumáticos.
N = vida útil del tractor, en años.
U = uso anual del tractor, en horas.
r = factor de reparación = 90% = 0,90.

Neumáticos. El costo de los neumáticos se considera por separado debido a su alto costo. Para fijar la duración se toma como base la experiencia.

$$Cn =$$

donde:

Cn = costo de los neumáticos por hora.
Vn = valor de reemplazo de los neumáticos.
N = vida útil de los neumáticos, en horas.

La duración media de los neumáticos se estima en 3 000 horas (Caterpillar, 1975).

Combustible. El consumo de combustible se determina con exactitud en el sitio de trabajo, pero cuando existe dificultad para determinarlo es posible revisar el catálogo del tractor.

Los gastos de combustible varían según las especificaciones del tractor, la forma de conducir del operador, el peso de la carga, la topografía y el tiempo de uso, entre otros; de ahí que en algunas ocasiones puede cambiar el consumo registrado en el terreno con el reportado en los catálogos.

En la elaboración del presente estudio el consumo de combustible se determinó en el sitio de trabajo, y los costos se calcularon empleando la siguiente fórmula:

$$C_c = C_h \times V_c$$

donde:

C_c = costo de combustible por hora.
 C_h = consumo de combustible por hora.
 V_c = valor del combustible por litro.

Lubricantes, filtros y grasa. Implica los costos de cambio de aceite del motor, transmisión, caja de cambios y otras labores de lubricación.

Equipo accesorio. Es el gasto originado en adquirir el gancho de acero y cable necesario para el arrastre de la madera.

Mantenimiento. Se refiere al tiempo y costo originado en las labores propias de mantenimiento del tractor como es observar los niveles de agua del radiador, mirar los niveles de aceite, chequear los frenos y abastecer el tractor de combustible, además de otras labores. Para efectos de cálculo se estimó que el tractorista dedica diariamente 15 minutos a este tipo de trabajo, lo que equivale a una cuarta parte del costo horario de su salario.

Costo de la mano de obra. Implica el salario pagado al tractorista y al estrobero. Los costos mencionados por este concepto en el presente estudio incluyen además las bonificaciones recibidas por concepto del volumen movilizado.

3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La toma de información sobre los animales de trabajo correspondió a diferentes yuntas de bueyes con un peso comprendido entre 500 y 700 kg por cada buey, bajo el supuesto que todos poseen la misma capacidad de trabajo. Las actividades operacionales del maderero fueron realizadas con bueyes y boyeros con experiencia y niveles estables de producción.

Los lugares donde se tomaron los registros para analizar el maderero con bueyes correspondieron a predios de empresas forestales chilenas donde el aprovechamiento forestal y el maderero obedecieron a una planificación.

El tractor agrícola sujeto a estudio carecía de un sistema de lastrado especial en su parte delantera que permitiera equilibrar el peso producido por el winche y la carga, condición en la cual la potencia y el rendimiento no son de los mejores. Asimismo, para la carga sólo se utilizó el cable del winche, sin estrobos, los cuales permiten acortar el tiempo de carga y a su vez disminuir los costos de madereo.

El estudio de tiempos para el madereo de los bueyes y del tractor agrícola sólo considera los tiempos efectivos de trabajo y los tiempos suplementarios computables, descartando aquéllos que se destinaron a otros tipos de actividades como apilar y cargar camiones.

El estudio de tiempos para el madereo con tractor agrícola se realizó en un solo sitio, de modo que refleja las condiciones imperantes en una sola faena de aprovechamiento forestal.

PARTE II

MADEREO CON BUEYES



Figura 6. Madereo con bueyes en bosques plantados.
(Lastarria, Chile)

1. LOS ANIMALES DE TRABAJO EN EL MUNDO

En muchas regiones del mundo el empleo de los animales constituye una aplicación importante como fuente principal de energía para realizar trabajos agrícolas, forestales y como medio de transporte. Son varias las especies utilizadas para ejercer tracción, siendo las más importantes los bovinos, búfalos, burros, caballos, elefantes, llamas, mulas y yaks. Según Ramaswamy (citado por Starkey 1982), en el mundo existen aproximadamente 300 millones de animales de tiro de los cuales 225 millones están representados por bovinos, empleados especialmente en los países en vía de desarrollo.

Trabajos de investigación realizados por Smith (1981) y Hopfen (1970) dan a conocer de manera generalizada y aproximada la distribución geográfica de los animales de trabajo en la tierra. Los bueyes por ejemplo, como fuente de energía tienen su importancia en América Latina (sobre todo en Chile, Brasil y México), en África especialmente Etiopía y al sur del desierto del Sahara, en la República Árabe Unida y en Asia Meridional y Oriental. Los búfalos son de especial interés en Asia Sudoriental y Egipto.

Los burros y las mulas se emplean para el transporte, carga y trabajos de campo en América del Sur, Egipto, la Península Ibérica y algunos países del cercano oriente. Los camellos son el medio de transporte en los desiertos y zonas áridas desde África Occidental hasta China. El elefante se desempeña como animal de trabajo y transporte en India, Sri Lanka y algunos países de Asia Sudoriental.

Los caballos son importantes como animales de tiro en Chile, Brasil y México, pero en general su empleo disminuye en todo el mundo. Las llamas se usan como animal de carga en los Andes de América del Sur. El yak se emplea con el mismo propósito en las mesetas y cordilleras del norte de Asia Central.

En base a los antecedentes mencionados se puede decir que en la actualidad existe un potencial considerable y apreciable de animales de tiro, de los cuales se conoce muy poco en comparación con los animales destinados a la producción de carne o de leche, y dada su importancia Smith (1980) propone la creación de un Instituto Internacional de Investigaciones que se ocupe del tema buscando con ello una utilización más técnica de estos animales.



Figura 7. Madereo con caballo y bueyes en un bosque de pino radiata. (San Ignacio de Palomares, Chile).

2. ANTECEDENTES DE MADEREO CON ANIMALES DE TRABAJO

Las referencias de maderero con animales de trabajo sólo se refieren en este estudio al maderero con bueyes y a algunas investigaciones de maderero con caballos realizadas en Chile, donde tradicionalmente se han empleado métodos de maderero no mecanizado, caracterizados especialmente por el uso de bueyes complementados con otros equipos de maderero mecanizado.

2.1 Maderero con caballos

Entre los antecedentes existentes sobre el maderero con caballos en Chile se conocen los estudios realizados por Soto (1970) ^{1/} en varias condiciones de pendiente con cuatro tipos de equipo, abarcando maderero de trozas aserrables y pulpables. La investigación tuvo como objeto la posibilidad de incorporar el caballo en las faenas de aprovechamiento de pino radiata pretendiendo con ello difundir el empleo de estos animales. El estudio presenta como limitantes principales el poco entrenamiento de los animales (que osciló de 1 a 8 meses) y la escasa experiencia del personal empleado.

Los caballos de tiro tienen la peculiaridad de trabajar solos, mientras que los bueyes madereran en parejas o yuntas. Debido a lo anterior, a las características morfológicas y a la fuerza de tracción que en los bueyes es ejercida a partir de la cabeza y la nuca, y en los caballos a partir de la escápula, los aperos empleados para estos dos tipos de animales son diferentes (véase Figura 8).

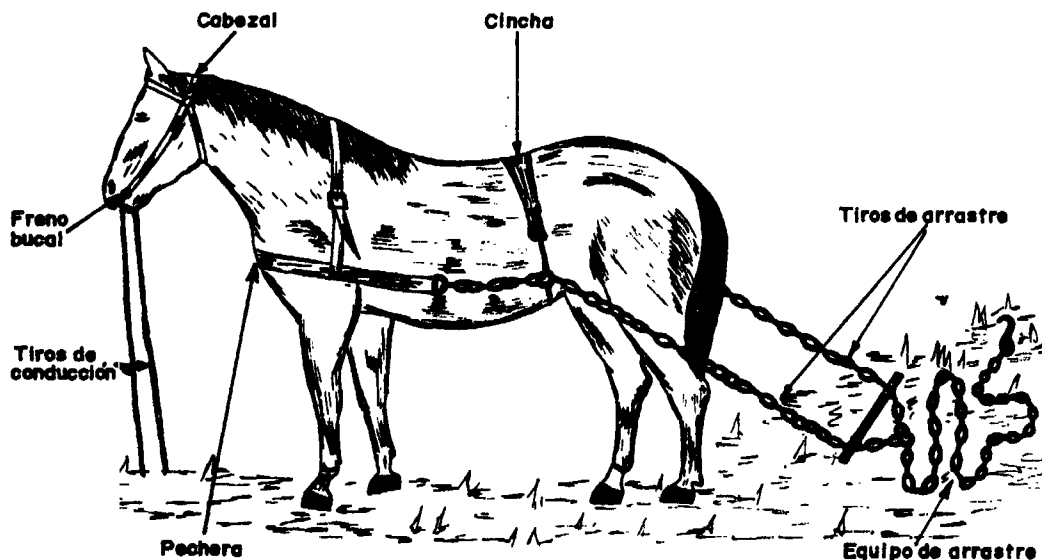


Figura 8. Caballo de tiro para maderero, con aperos y equipo de arrastre.

^{1/} Estudio elaborado por Soto (1970) como Tesis de Grado para optar al Título de Ingeniero Forestal, y publicado por el Instituto Forestal (1971).

Los equipos de arrastre empleados en las experiencias de Soto (1970) son: carro de arrastre Fossigen, trineo VSA, tenaza de madereo Domänsaxen y cadenas de madereo para trozas aserrables y pulpables. De los mencionados anteriormente los tres primeros son de origen sueco y de todos ellos actualmente en Chile sólo se está usando la cadena, por consiguiente los antecedentes de madereo con caballos que se presentan en este estudio se refieren al último caso. La descripción y figuras de estos equipos aparecen en el Anexo 4.

La toma de datos para las experiencias en el madereo con caballos empleando cadenas se recopiló en terrenos con pendientes de 6-15% y 16-25%, en un rodal de pino radiata de 23 años de edad no manejado, sometido a tala rasa, con árboles de una altura promedio de 28 m, diámetro medio a la altura del pecho de 21 cm, densidad de 1 500 árboles/ha y volumen de 570 m³/ha.

Las dimensiones fueron de 3,30 y 2,44 m de longitud para las trozas aserrables y pulpables respectivamente.

En terrenos con pendientes del -6 al -15% la velocidad sin carga hallada fue de 78 m/minuto, y de 84 m/minuto con carga. La velocidad sin carga obtenida en pendientes del -16 al -25% fue de 57 m/minuto, y la velocidad con carga de 55 m/minuto.

Las unidades y volúmenes promedios de carga en las condiciones de pendiente mencionadas se registran en el Cuadro 3.

Cuadro 3

Carga promedio en unidades y volumen por rangos de pendiente en el madereo con caballos de trozas aserrables y pulpables empleando cadenas

Clase de trozas	Rango de pendiente viaje cargado (%)	Carga promedio (unidades)	Carga promedio (m ³)
Aserrables	- 6 a -15	1,8	0,229
Aserrables	-16 a -25	2,2	0,288
Pulpables	- 6 a -15	16,6	0,376
Pulpables	-16 a -25	18,2	0,428

La representación gráfica de los valores de tiempo y rendimiento, obtenidos por Soto (1970), puede observarse en las Figuras 9 y 10; y las ecuaciones en el Anexo 4. (Cuadro 4.1).

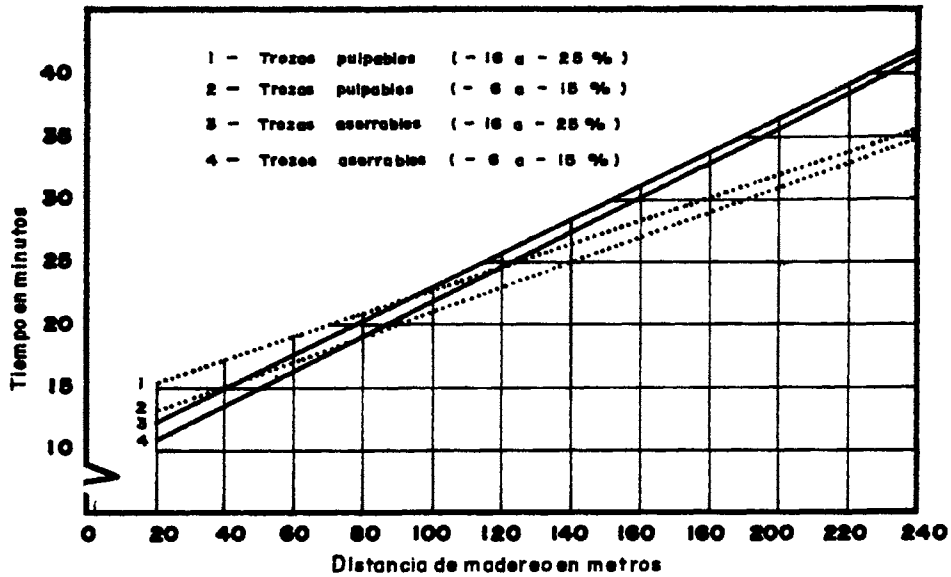


Figura 9. Tiempo en minutos por metro cúbico en el madero con caballos de trozas aserrables y pulpables en terrenos pendientes.

El tiempo por metro cúbico es menor a menor pendiente. Para los primeros 60 m de madero el tiempo para las trozas aserrables es menor, y a partir de esta distancia se incrementa de tal manera que los tiempos para las trozas pulpables disminuye en comparación con los aserrables.

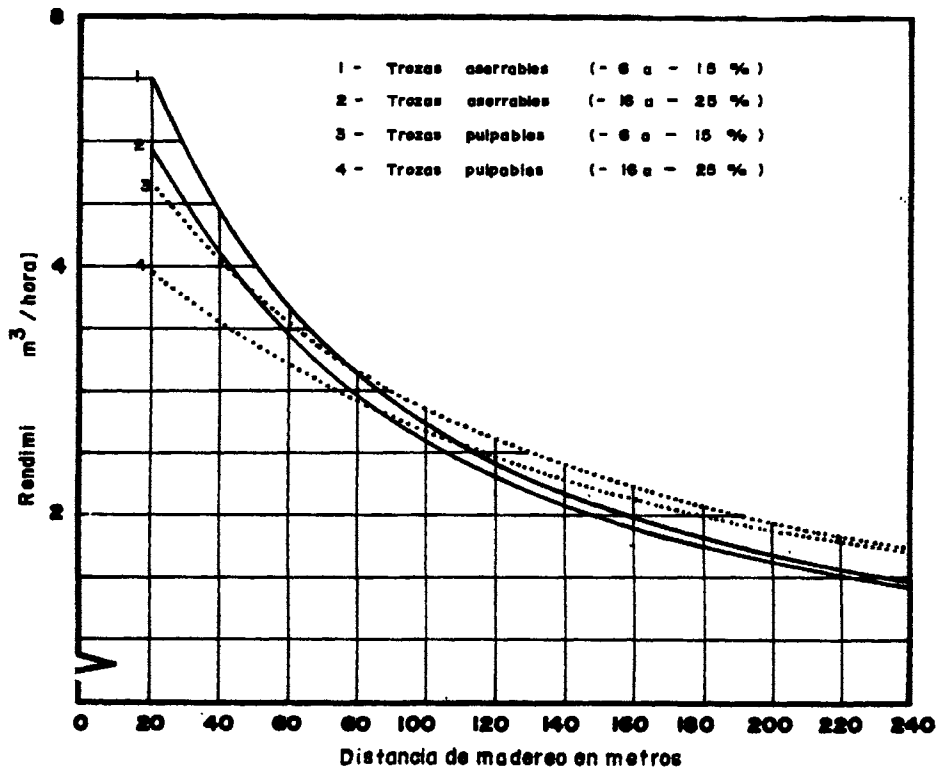


Figura 10. Rendimiento en metros cúbicos por hora en el madero con caballos de trozas aserrables y pulpables en terrenos pendientes.

2.2 Madereo con bueyes

a. Eisenhauer (1969), realizó investigaciones de saca de trozas con bueyes en un bosque de pino radiata de las siguientes características: 24 años de edad, diámetro promedio a la altura del pecho de 32 cm, altura promedio 24 m; densidad de 600 árboles/ha. Las trozas transportadas como carga se trozaron en el rodal con dimensiones comprendidas entre los 3 y 7 m.

En las condiciones anteriores, el madereo realizado en una pendiente del 11% y en una distancia comparativa de 125 m, el tiempo obtenido por metro cúbico es de 36,86 minutos, y el rendimiento es de 1,48 m³/hora.

b. En base a información recopilada de una empresa forestal de Chile en el bosque nativo, Hernández (1969), obtuvo rendimientos de 11,37 m³ por jornada en el arrastre de trozas con bueyes desde el sitio de volteo hasta una vía de saca, para distancias comprendidas entre 50 y 200 m.

Asimismo, encontró un rendimiento de 6,55 m³ por jornada de trabajo trasladando trozas en carretas tiradas por bueyes desde las vías de saca hasta las canchas de apilado en distancias desde 1 000 a 1 500 m.

c. Jelvez (1977) estudia el rendimiento de los bueyes en un bosque de pino radiata sometido a tres tipos de raleos: selectivo, sistemático y mixto. El madereo se realizó en un rodal de 12 años de edad, 1 110 árboles/ha, y 19 cm de diámetro promedio.

En el raleo selectivo, para una distancia media de madereo de 25 m empleando carreta tirada por bueyes, el tiempo necesario para trasladar un metro cúbico de madera es de 33,79 minutos, y el rendimiento de 0,89 m³/hora. Las trozas transportadas tenían 2,44 m de longitud.

En el raleo sistemático, el madereo comprendió el arrastre de trozas largas (fustes utilizables en toda su longitud), sobre una distancia promedio de 37,5 m. El tiempo hallado por metro cúbico es de 17,62 minutos y un rendimiento de 1,70 m³/hora.

Para el raleo mixto, considerado como una combinación de los dos sistemas mencionados anteriormente pero transportando las trozas largas sobre una distancia promedio de 37,50 m, el tiempo por metro cúbico es de 17,62 minutos y el rendimiento de 1,70 m³/hora.

Existen otros estudios relacionados con el madereo de bueyes y caballos pero no se presentan sus resultados por considerar en sus cálculos el tiempo de apilado, el cual no se tomó en cuenta en este estudio.

3. GENERALIDADES DE LOS BUEYES DE MADEREO

3.1 Ventajas y ocupaciones

El buey ha venido empleándose desde tiempos antiguos como animal de tracción y aunque no existen bases precisas, parece que el ganado vacuno se utilizó como fuente de energía antes que en la producción de leche o carne.

El buey tiene la característica de ser muy versátil, es decir trabajar en actividades agrícolas, forestales y como elemento de transporte propiamente dicho. Puede ser criado directamente por campesinos que generalmente no necesitan comprarlos porque ellos mismos los producen, al igual que los alimentos indispensables para su sostenimiento; es lento pero constante, es resistente, fuerte, fácil de conducir, y al final de su vida activa, después de ser sometido a un régimen de engorda da un buen rendimiento como ganado de carne lo que permite recuperar su inversión.

En el campo agrícola los bueyes como fuerza animal se emplean principalmente para el arado y cultivo de la tierra. Al respecto existen algunas investigaciones parciales, pero dan a conocer en parte esta actividad y entre ellas se pueden mencionar los trabajos de Vandemaele (1977), Inns (1980), Smith (1981) y Starkey (1982) entre otros.

Los bueyes como animales de transporte se emplean ante todo cuando se les adecua carretas y carretones, facilitando el traslado de cargas livianas que generalmente ocupan mucho volumen, como por ejemplo: aserrín y cantoneras de trozas, o para realizar desplazamientos por senderos estrechos o vías en condiciones muy irregulares.



Figura 11. Utilización de bueyes para transporte de productos forestales sobre rieles. (Complejo Forestal y Maderero de Panguipulli; Neltume, Chile).

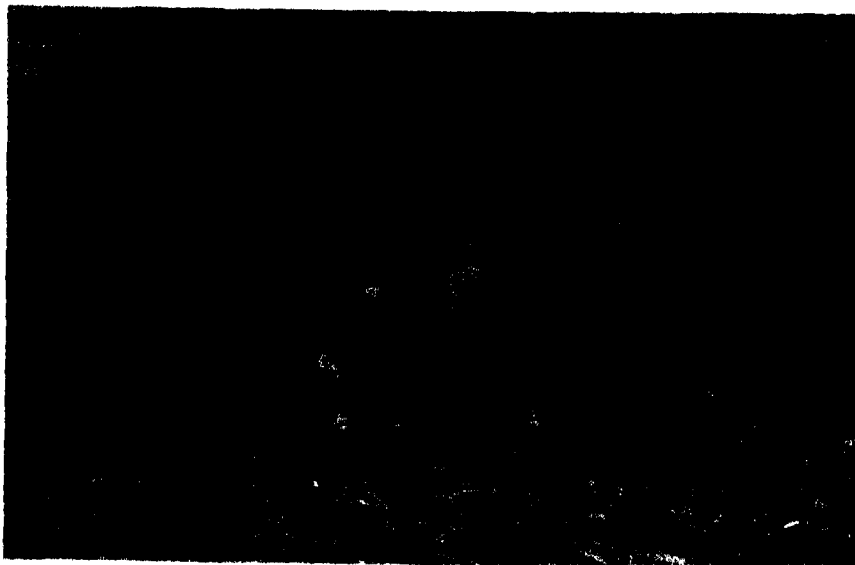


Figura 12. Carga lateral de trozas en bosques plantados mediante el empleo de bueyes. (Lastarria, Chile).

Anteriormente los bueyes fueron animales indispensables en las actividades operacionales forestales en casi todo el mundo (FAO, 1983), sin embargo hoy en día han sido desplazados en muchos lugares por diferentes tipos de maquinaria. Para algunos, los bueyes son signo de atraso técnico, sin embargo cabe señalar que muchas empresas forestales continúan alcanzando buenos niveles de producción con este tipo de animales, recalcando que el arte y la técnica son las que se han perdido. A pesar de lo anterior los bueyes siguen teniendo su importancia en el campo forestal especialmente dentro del maderero, no sólo en los bosques plantados, sino además en el bosque nativo.

En Chile aproximadamente el 90% de los aserraderos, es decir 696, 3 empresas productoras de pulpa y papel, y 7 fábricas de tableros que trabajaron en 1982, ^{1/} (CONAF, INFOR, 1983) ocupan bueyes en el desembosque, encontrándose con frecuencia el uso combinado de los animales de tiro con tractores forestales. En base a estimaciones realizadas se considera que en Chile existen algunos miles de yuntas de bueyes dedicados a ejecutar trabajos de desembosque tanto en bosques plantados como en bosques nativos. Asimismo se les ha encontrado trabajando en aserraderos pequeños sirviendo como medio de tracción para transportar trozas desde el patio de almacenamiento hasta la sierra principal, y en algunos sitios, especialmente en el bosque nativo cargando trozas en camiones, efectuando de esta manera el trabajo normalmente realizado por grúas móviles.

3.2 Características morfológicas

Las características morfológicas de los bueyes empleados en el desembosque varían entre las diferentes razas, pero existe una serie de caracteres externos que pueden encontrarse simultáneamente en varias de ellas.

^{1/} En 1982 existía en Chile un total de 1498 aserraderos, de los cuales en dicho año sólo funcionaron 973 (CONAF, INFOR, 1983).

Agenjo (1945) definió algunas peculiaridades que siguen teniendo vigencia y se pueden aplicar a los bueyes de madereo de las cuales destacan principalmente: cabeza sólida; nuca en buenas condiciones porque sobre ella descansa el yugo; cuernos bien implantados, firmes, desarrollados y con buena dirección, que facilitan el paso de las correas utilizadas para sujetar el yugo; cuello corto, grueso y potente pues sobre él ha de descansar el peso de la madera; tronco de pecho amplio y profundo; cruz bien destacada; grupa musculosa con las ancas (o salientes oseas) bien manifiestas.

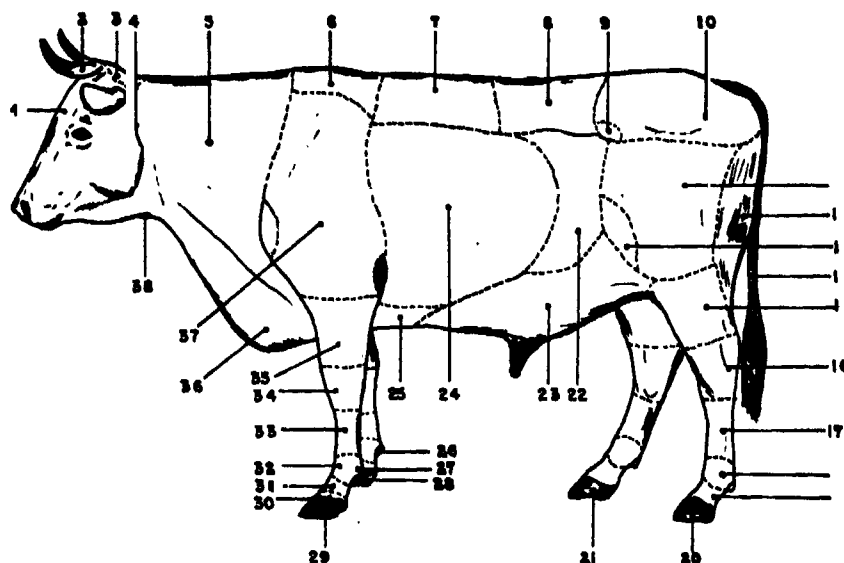


Figura 13. Principales partes morfológicas de los bueyes de trabajo.

1. Cabeza. 2. Cuernos 3. Nuca 4. Parótida 5. Cuello 6. Cruz 7. Dorso 8. Lomo
9. Anca 10. Grupa 11. Muslo 12. Nalga 13. Babilla 14. Cola 15. Pierna 16. Corvejón
17. Caña 18. Menudillo 19. Cuartilla y Corona 20 y 21. Pezuñas 22. Ijar 23. Vientre
24. Costillar 25. Cinchera 26 y 27. Espolones 28 y 29. Pezuñas 30. Corona 31. Cuartilla
32. Menudillo 33. Caña 34. Rodilla 35. Antebrazo 36. Papada 37. Espalda y Brazo
38. Papada.

Los miembros anteriores y posteriores han de estar aplomados correctamente y bien conformados en sus diferentes partes: espalda grande y potente; brazo largo; muslo largo con nalga rectilínea; pierna larga y corvejón amplio. Las patas (formadas por la caña, menudillo, cuartilla, corona y pezuñas) tienen mucha significación en los animales de madereo, deben ser cortas y robustas, es conveniente además que las pezuñas sean duras y resistentes (véase Figura 13).

El peso promedio de los bueyes es de 600 kg.

Las dimensiones son variables en razas e individuos. De la Maza (1969) considera como medidas medias 2,70 a 3 m de largo, 1,50 a 1,80 m de alzada (altura) y 0,80 a 1,10 m de profundidad (ancho).

3.3 Crianza, castración, adiestramiento y manejo de los bueyes

Los bueyes de trabajo forestal se usan en parejas (o yuntas) y su éxito en el madereo depende de la domesticación, adiestramiento y aparejo.

Los ternenos seleccionados para el trabajo han de ser preferencialmente machos debido a la rudeza del trabajo. De pequeños deben acostumbrarse a ver las personas en la posesión o fundo donde nacen, y desde jóvenes al trato con el hombre para que no se asusten, habituándose a oír las voces de mando. Es conveniente tenerlos en lugares en donde el animal tenga libertad para desplazarse y ejercitar sus músculos y articulaciones, siendo muy conveniente para su mejor desarrollo; también se recomienda separarlos de los demás de su misma especie.

Los bueyes se castran antes de su adiestramiento. Ensminger (1970) estima que la castración es conveniente entre los cuatro y doce meses de edad, y Agenjo (1945) conceptúa que la operación debe ocurrir a los 8 ó 10 meses de edad. La castración antes del año puede inhibir el desarrollo muscular de los cuartos inferior y posterior, principalmente en la espalda, cerviz y los muslos (Goe, 1983). La FAO (citado por Goe, 1983) recomienda la castración de los bovinos cuando tienen de un año y medio a dos años. Aunque hay diversos criterios al respecto, la edad de castración varía según la especie, el país y la región.

La castración se puede realizar en cualquier época del año pero se recomienda practicarla en períodos de temperatura moderada, especialmente la primavera y el otoño, o un poco antes de la estación de lluvias para reducir la infección por insectos, y porque los calores y fríos excesivos producen trastornos funcionales. La supresión de los órganos sexuales tiene como objeto mermar la irascibilidad de los animales haciéndolos más dóciles (Navajas 1955).

La edad de iniciación del adiestramiento varía en los diferentes países. Hopfen (1970) considera que se puede comenzar cuando los animales están entre un año y medio a dos años de edad; la FAO (1983) da como edad apropiada a partir de los tres años, y una encuesta realizada por el autor de este trabajo en diferentes predios forestales de Chile encontró que la edad de inicio del adiestramiento es a los dos años y medio con un período de entrenamiento de seis meses.

El adiestramiento se inicia habituando los animales a un yugo doble de cabeza, es decir por yuntas y la labor en esta época prácticamente se limita en tolerar el yugo. Posteriormente se les acostumbra a llevar una carreta, soportando cargas ligeras que van aumentando gradualmente con el fin de habituar al animal a soportar determinados pesos. En estas dos etapas, cuando se dispone de bueyes con experiencia se apareja el buey joven con el animal ya adiestrado, porque de esta manera el novel será dominado por la fuerza del adulto.

El último período consiste en llevar al buey entrenado al bosque para juntarlo con otro de su misma edad. Se considera que el animal está completamente entrenado cuando ha alcanzado su madurez que es aproximadamente a los cinco años de edad, época en la cual ya está adaptado para arrastrar cargas completas (FAO, 1983).



Figura 14. Utilización de bueyes jóvenes mediante el empleo de carretas en un aserradero. (Los Sauces, Chile).

El manejo de los bueyes requiere de parte del boyero conocimiento del carácter de los animales y bastante práctica. Las voces de mando se usan en el idioma local para evitar confusiones si se llegara a cambiar de comarca y propietario, aunque lo más recomendable es que un solo boyero guíe una misma yunta de bueyes por varios años, lo que en la práctica a veces es difícil de conseguir. Las palabras deben ser cortas y en lo posible el boyero se auxiliará con la picana o una vara de conducción, de tal manera que los bueyes entiendan cuando se avanza hacia adelante o atrás, cuando virar o parar. Por tanto, un boyero con buena experiencia no necesita aguijonear ni maltratar a los bueyes porque con la sola voz de mando el animal obedecerá.

Es importante tener en cuenta que un boyero inexperto puede instigar constantemente a los animales y obtener rendimientos diarios excelentes en el maderero, pero con el tiempo los bueyes se agotan, el rendimiento disminuye y la vida útil de los bueyes se acorta.

En algunas partes es costumbre asignarle un nombre al buey y se ha observado que obedecen al llamado por su nombre. Los boyeros no deben olvidar que los animales son sensibles a las caricias y a los halagos, se encariñan fácilmente, así como son rencorosos cuando se les maltrata, y cuando más estrecho es el vínculo entre el hombre y el animal más eficiente es el buey.

Según la FAO (1983), los bueyes pueden trabajar hasta una edad de 10 a 12 años, registro que se asemeja con una encuesta realizada por el autor en Chile; y la vida útil está entre 6 y 7 años.

3.4 Capacidad de carga

La capacidad de carga de los bueyes en el maderero por arrastre está en relación con el peso de los animales, las condiciones topográficas, la clase de bosque que se explota, la densidad de la madera y las dimensiones de las trozas.



Figura 15. Madereo con bueyes en un bosque de pino radiata.
(Nacimiento, Chile).

Los volúmenes y pesos máximos por el sistema de arrastre se obtienen cuando se maderea cuesta abajo. Según información registrada por el autor del presente estudio, la cual se detalla en el Capítulo 6.2.2, las cargas máximas de madereo se presentan en el bosque nativo, donde por el peso y tamaño de las trozas los bueyes han llegado a arrastrar cargas equivalentes a más de dos veces el peso de un buey de 600 kg.

3.5 Fuerza de trabajo, esfuerzo de tracción y potencia

La fuerza de trabajo ejercida por los bueyes sobre las trozas transportadas depende de varios factores entre los que principalmente se destacan: peso propio del buey o de la yunta, peso de la carga, ángulo de tiro, distancia recorrida, coeficiente de rozamiento entre las trozas y el suelo, pendiente del terreno, forma de transportar la carga, condiciones climáticas, e intensidad del trabajo.

El esfuerzo de tracción varía entre el 10 y el 14% del peso corporal, con velocidades comprendidas de 2,5 a 4,0 km/hora (Goe, 1983). La potencia desarrollada por los bueyes está relacionada con el ritmo del trabajo realizado, es decir, mientras más rápido sea el ritmo mayor es la potencia, por ejemplo: una yunta de bueyes de aproximadamente 1 200 kg de peso, que arrastra una carga con un esfuerzo de tracción de 120 kgf a una velocidad de 0,70 m/s, produciría una potencia de trabajo que expresada en forma de energía tal como lo proponen Sears y Zemansky (1963) es de 0,82 kW por segundo, y si esta velocidad disminuye a 0,60 m/s, la potencia es de 0,56 kW por segundo.

El Cuadro 4 presenta algunos valores de la capacidad de tiro (o esfuerzo de tracción) y la potencia de trabajo para bueyes los cuales han sido tomados de Goe y Mc. Dowell, (citado por Goe, 1983).

Quadro 4

Estimaciones de la capacidad de tiro para bueyes con aperos de arrastre a velocidades de trabajo bajas y medias

Características del buey	Peso adulto (kg)	Velocidad baja			Velocidad media		
		Velocidad (km/h)	Esfuerzo tracción (kgf) _{1/}	Fuerza (kW) _{2/}	Velocidad (km/h)	Esfuerzo tracción (kgf) _{1/}	Fuerza (kW) _{2/}
Ligero	210	2,5	30	0,25	4,0	21	0,23
Medio	450	2,5	61	0,44	4,0	45	0,50
Pesado	900	2,5	129	0,89	4,0	90	0,99

1/ 1 kgf = 9,807 Newton

1 Newton = N = kg x $\frac{m}{s^2}$

1 Julio = J = kg x $\frac{m}{s^2}$

1 Kilowatio/s = kW/s = 1 000 Julios

2/ P = Potencia = fuerza x velocidad.

3.6 Alimentación y energía

3.6.1 Principios alimenticios

Los estudios sobre la alimentación de los animales de tiro son muy escasos y fragmentarios, en consecuencia se sabe muy poco de su nutrición y fisiología, especialmente en los países en vía de desarrollo (Smith, 1981).

La cantidad de consumo de alimento de un buey tiene relación con su peso y la intensidad de trabajo físico. Los animales de madereo por su enorme corpulencia albergan órganos digestivos capaces de consumir y aprovechar grandes cantidades de alimentos; sin embargo, cuando los trabajos son intensos el excesivo alimento impide los movimientos y esfuerzos, alargando la rumia con pérdida del rendimiento en el trabajo.

Los alimentos y raciones varían en los diferentes países, regiones, comarcas y costumbres, pero en general constan de mucho heno y paja, salvado y bastante agua. Por el trabajo fuerte que desarrollan los bueyes en el arrastre de trozas, se les suele dar de comer tres veces al día: en la mañana por lo menos una hora y media antes de iniciar el trabajo, al medio día para lo cual se les deja descansar al mismo tiempo, y en la tarde al finalizar la faena; en los fines de semana cuando los animales están en descanso la alimentación sigue sin variar, pero cuando los períodos de reposo son largos, la ración puede disminuirse a la mitad y se les permite el libre pastoreo.

Según Goe (1983), las necesidades alimenticias de los bueyes adultos de trabajo son especialmente las de "mantenimiento y las determinadas por el trabajo", mientras que los no adultos requieren de necesidades adicionales.

Bueyes en actividad necesitan una ración diaria conteniendo 2,5 a 3,0 kg de materia seca por 100 kg de peso vivo del animal. Heno de buena calidad, ensilaje y un suplemento de cebada o afrechillo pueden hacer parte de la ración. Los animales deben disponer de agua a voluntad. En la vida práctica los boyeros distinguen la eficiencia de los alimentos y de la ración por la forma en que actúan en el animal, para lo cual se observa la pérdida, ganancia o estabilidad del peso de los bueyes, que son las características externas resultantes de las cantidades administradas.

Los bovinos adultos consumen 45 litros de agua por día y una cantidad de materia seca entre 2,5 y 3% de su peso (Ensminger, 1970), la que puede ser superior en los bueyes de madereo. El agua es indispensable para la digestión y asimilación de los alimentos, la eliminación de los productos de desecho y la regulación de la temperatura corporal.

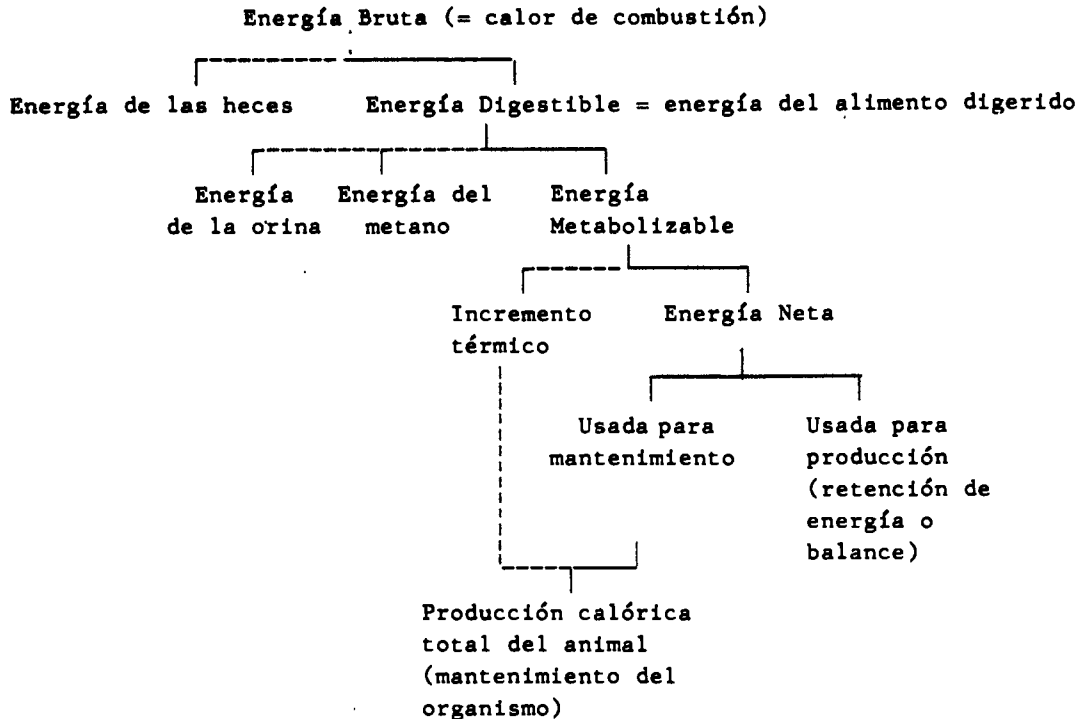
Tradicionalmente la ración básica de los bueyes ha sido la hierba consumida directamente o en forma de heno o ensilaje, y durante mucho tiempo se ha constituido en el alimento más eficaz y barato.

3.6.2 Demanda de energía

Aunque el buey esté en reposo o sin realizar esfuerzos físicos, necesita alimentos para reponer las energías gastadas en su mantenimiento orgánico como son: funcionamiento de los órganos, temperatura del cuerpo, pérdida de proteínas y vitaminas eliminadas en las excretas producidas por el desgaste de los tejidos y eliminación de agua en forma líquida y gaseosa.

Después de la toma del alimento el animal pierde energía química que sale del organismo por el guano, la orina, los gases y además en forma de calor por radiación directa, conducción, convección y por evaporación a través de los pulmones y la piel (Mc. Donald, 1979). La energía restante procedente del alimento es la energía metabolizable que da origen a dos formas de energía: térmica y neta.

La energía térmica es originada por los procesos de digestión de los alimentos. La energía neta del alimento es aquella que el animal emplea para el mantenimiento de su organismo, y la restante se constituye en las reservas para realizar el trabajo físico y para engorde. El diagrama siguiente tomado de Mc. Donald (1979) enseña el reparto de la energía animal.



Se deduce que los bueyes así estén sin laborar necesitan como mínimo una ración de mantenimiento, en la que el animal no experimenta ni pérdida ni ganancia de nutrientes; y cuando está privado del alimento o cuando la cantidad recibida no es suficiente, la energía para mantenimiento se obtiene de las reservas acumuladas en grasa mediante el proceso conocido como catabolismo, dando origen a una pérdida de peso (Mc. Donald, 1979). Por consiguiente, los bueyes que trabajan necesitan un alimento adicional por encima del nivel de mantenimiento y una forma para calcular las necesidades adicionales es considerando las horas diarias de labor, la clase de trabajo realizado y la fuerza producida expresada en forma de energía.

En el Cuadro 5, tomado de Goe y Mc. Dowel (citado por Goe, 1983) se observa el total de nutrientes digeribles (TND) para bueyes de diferentes pesos que trabajan en períodos de 4, 6 y 8 horas por jornada, con esfuerzos del 10, 12 y 14% con respecto a su peso corporal. En base a los porcentajes anteriores el trabajo fue clasificado en "ligero", "medio" y "pesado" respectivamente.

3.7 Higiene y enfermedades

La salud de los bueyes implica armonía con el medio ambiente. La higiene no cuesta dinero y contribuye a evitar las enfermedades y es más beneficiosa y económica que curarlas.

Cuando se poseen establos o corrales para los animales de madereo que generalmente son transitorios, es necesario realizar una limpieza en lo posible diariamente, y consiste en extraer el estiércol para garantizar a los bueyes una cama seca. El aseo externo de los bueyes conviene efectuarlo una vez por semana en los días de descanso con cepillo y agua, pretendiendo con ello la lozanía de la piel y evitar así la presencia de parásitos externos y enfermedades cutáneas.

Los boyeros deben observar sin cesar los animales para descubrir cualquier signo de anormalidad en el comportamiento, que pueden ser los primeros síntomas de una enfermedad. Estos signos en términos generales se refieren a los procesos habituales como son: movimientos físicos, temperatura, pulso, respiración, apetito, rumia, defecación, emisión de orina y rendimiento en el trabajo. Un buey en el descanso tiene de 10 a 30 respiraciones por minuto, de 40 a 60 pulsaciones por minuto, y una temperatura normal de 38,2 a 39,5°C; con el trabajo, la excitación y las temperaturas extremas de frío o calor, estos factores aumentan (Wooldrigde, 1962).

Cuadro 5

Estimaciones de las necesidades de TND de bueyes de diversos tamaños que trabajan a diferentes ritmos durante períodos de 4, 6 y 8 horas

Peso (kg)	Esfuerzo de tracción (kgf)	Esfuerzo de tracción <u>1/</u> (%)	Velocidad (km/h)	Fuerza (kW)	Necesidades de TND <u>2/</u> (kg)		
					4 h	6 h	8 h
250	25	10	4,0	0,28	3,3	3,8	4,3
250	30	12	3,5	0,29	3,5	4,0	4,6
250	35	14	3,2	0,31	3,6	4,3	4,9
300	30	10	4,0	0,33	3,7	4,3	4,9
300	36	12	3,5	0,35	3,9	4,6	5,2
300	42	14	3,2	0,37	4,1	4,8	5,5
350	35	10	4,0	0,39	4,2	4,8	5,4
350	42	12	3,5	0,40	4,4	5,1	5,8
350	49	14	3,2	0,43	4,5	5,4	6,2
400	40	10	4,0	0,44	4,7	5,4	6,2
400	48	12	3,5	0,46	4,9	5,8	6,6
400	56	14	3,2	0,49	5,2	6,1	7,0
450	45	10	4,0	0,50	5,2	5,9	6,7
450	54	12	3,5	0,52	5,4	6,3	7,2
450	63	14	3,2	0,56	5,6	6,7	7,7
500	50	10	4,0	0,55	5,4	6,3	7,1
500	60	12	3,5	0,58	5,7	6,7	7,6
500	70	14	3,2	0,62	5,9	7,0	8,1
550	55	10	4,0	0,60	5,7	6,6	7,5
550	66	12	3,5	0,64	6,0	7,0	8,0
550	77	14	3,2	0,68	6,3	7,4	8,5
600	60	10	4,0	0,66	6,1	7,0	7,9
600	72	12	3,5	0,69	6,4	7,5	8,5
600	84	14	3,2	0,74	6,7	7,9	9,1

FUENTE: Goe y Mc. Dowell (citado por Goe, 1983).

1/ : Porcentaje del peso corporal desarrollado como esfuerzo de tracción.

2/ : Incluye las necesidades diarias de manutención. TND = proteína digerible + extracto libre de N + fibra digerible + 2,25 (extracto de éter digerible), Morrison, 1947. 1 kg de TND = 4,409 Mcal de energía digerible y 3,615 Mcal de energía metabolizable (EM) (Crampton y Harris, 1969).

Los padecimientos más comunes de los bóvidos son: enfermedades metabólicas, de la boca, los pulmones, el estómago, la piel, los ojos y afecciones de las pezuñas (Book 1977). Por aspectos prácticos, en este estudio se definen algunas enfermedades relacionadas con los tres últimos casos, por ser aquéllas que el boyero puede distinguir con más facilidad y por estar más relacionadas con el trabajo del madereo, no describiendo las anteriores y otras que requieren de la asistencia inmediata del médico veterinario.

3.7.1 Enfermedades de la piel

a. Garrapatas. La presencia de garrapatas que se adhieren a la piel de los bueyes, ocurre cuando el animal está en el prado o en el bosque.

La actividad de las garrapatas consiste en la sustracción de la sangre, inoculación de la secreción tóxica de las glándulas salivales, y en la transmisión de parásitos a la sangre que destruyen los glóbulos rojos a causa de su intensa multiplicación. Una infestación nociva produce reacciones cutáneas inflamatorias, fiebres, contracciones espasmódicas, fenómenos de parálisis, desasosiego en el animal, pérdida de peso, daños en la piel debido a las picaduras y pérdida de sangre ocasionada por la alimentación de las garrapatas.

Drummond (1976), recomienda para combatir las garrapatas aplicar al animal hospedant y a los establos, acaricidas a base de arsénico (AS_2O_3) e hidrocarburos clorados especialmente el hexacloruro de benceno (BHC), que son sustancias económicas y de eficiente acción. En la aplicación hay que seguir con cuidado las indicaciones de un veterinario ya que los acaricidas pueden ser tóxicos para el ganado y para el hombre.

b. Pediculosis. Es la presencia de piojos en los animales, y se presenta principalmente en aquéllos mal alimentados y alojados en establos antihigiénicos.

Los piojos son succionadores y chupan la sangre durante dos o tres veces al día, al picar la piel producen perforaciones y consecuentemente dolor. La presencia numerosa da lugar a urticaria y formación de costras; el movimiento y las picaduras causan prurito que motiva estregamiento, roeduras y frotos en los animales. El tratamiento para combatir los piojos es emplear insecticidas de contacto, repitiendo la dosis a los ocho o diez días.

c. Tiña. Es una enfermedad producida por hongos (especialmente el *Trichophyton verrocosum*) que están presentes en las maderas húmedas, en los pastos, paja enmohecida y en el estiércol; son muy resistentes en ese medio pero muy sensibles a la luz solar. Los hongos se adhieren a la base de los pelos haciéndolos quebradizos, terminando por desprenderlos, causando escosor y obligando a los animales a restregarse con los objetos que encuentra a su paso, produciendo de esta manera zonas desnudas en forma redondeada.

La tiña es contagiosa y se puede transmitir al hombre, se reconoce porque aparecen raspones, zonas desnudas y redondeadas que se cubren con una gruesa escama callosa; esta enfermedad se trata con antimicóticos como la cloromina, tintura de yodo, formaldehído, pomadas de creosota o de ácido salicílico y otros.

Cuando a pesar de una buena alimentación año tras año aparecen lesiones aisladas, lo más probable es que estén infectados los locales, en este caso se debe llevar a cabo una limpieza a fondo restregando con agua caliente y desinfectantes.

d. Verrugas. Son causadas por una afección vírica y según Book (1977) las invasiones más graves se presentan en animales con deficiente estado sanitario. Cuando las verrugas están presentes en todo el cuerpo lo más aconsejable es dejarlas en paz, procurando mantener el bovino en buen estado de aseo y alimentación, y en este caso se recomienda arrancar cada día una verruga pequeña con las manos desinfectadas, aplicando inmediatamente después una solución de sulfanilamida.

La aplicación de cualquier antiséptico no irritante es beneficioso para combatir las verrugas, y no se debe usar el método primitivo de colocar ligaduras alrededor de la base porque las tiras de algodón, hilos o gomas elásticas producen ulceraciones que facilitan la invasión de gérmenes que pueden ocasionar tétanos y otras alteraciones.

3.7.2 Problemas de las pezuñas

a. Abscesos de las pezuñas. Son afecciones producidas en la parte inferior de la extremidad por algún clavo recogido del suelo o una herida en la planta de la pezuña con un elemento puntiagudo, y se descubre porque el animal presenta cojera.

La localización se efectúa mediante una exploración minuciosa, por ello es conveniente llamar al veterinario de modo que realice una pequeña cirugía para extraer el cuerpo extraño.

b. Podredumbre de las pezuñas. Es causada por un germen (llamado *Fusiformis necrophorus*) que puede vivir durante años en las grietas y hendiduras de las pezuñas, y se reproduce cuando encuentra las condiciones apropiadas siendo el lugar ideal una lesión, herida o grieta de la piel entre las uñas alrededor de la raíz del talón. La invasión es favorecida cuando el animal remoja repetidamente las patas en el barro, agua sucia, estiércol u orina.

La multiplicación y ataque de los gérmenes causa hinchazón dolorosa, y posteriormente necrosis de la parte afectada presentándose un olor pútrido. Si la afección no es tratada a tiempo se producen complicaciones sépticas secundarias que a su vez pueden afectar una articulación.

"Esta enfermedad se evita lavando las patas de los animales una vez por semana con sulfato de cobre al 3% o una solución de formalina al 10%. Es conveniente que todos los días los animales pisen una capa gruesa o un montón de cal ordinaria, porque la cal mantiene la piel por encima del talón dura y seca" (Book, 1977).

c. Piedras en las pezuñas. Cuando los bueyes deben transitar por caminos de grava, puede introducirse una piedra en la planta de la pezuña hasta llegar a los tejidos sensibles subyacentes originando cojera.

Al golpear la parte afectada con un martillo o con el mango de un cuchillo, el animal patea violentamente o muestra una reacción de dolor; a continuación se explora la zona de sospecha hasta encontrar el cuerpo extraño, y una vez extraído se llena la cavidad con antibióticos manteniendo el pie cubierto durante cuatro o cinco días.

3.7.3 Trastornos oculares

a. Guerpos extraños en el ojo. Para eliminar del ojo trocitos de corteza, de madera o aristas de espigas, se toma un tubo de pomada para los ojos apretando un poco hasta que aparezca una pequeña cantidad en la boquilla, se acerca lentamente al ojo y se presiona la pomada contra el cuerpo extraño. El animal involuntariamente tira la cabeza hacia atrás y el cuerpo queda pegado en la pomada, después se puede insertar en el ojo una pequeña cantidad de pomada para evitar una posible infección. Si luego de varios intentos no se tiene éxito se debe llamar al veterinario.

b. Queratitis infecciosa (ojo rosado). Se manifiesta por el flujo de materia serosa o un ojo cerrado. Esta infección puede afectar los dos ojos y por su rápido desarrollo es conveniente llamar a un veterinario para tratar la enfermedad en sus primeras fases.

Es originada por un germen (llamado Moraxella bovis) que se hace activo cuando existe una lesión en la superficie del ojo: daño causado por materias extrañas, partículas de polvo e irritación por la actividad de moscas.

4. EQUIPOS DE MADERO Y ACONDICIONAMIENTO

Los aperos empleados por los bueyes en el madero deben estar diseñados de tal manera que permitan trabajar a los animales en forma cómoda y eficiente. Hopfen (1970) recomienda algunas condiciones a tener en cuenta en el empleo y diseño de los aperos, a saber:

- a. "Permitir un trabajo eficiente, rápido con el mínimo de fatiga".
- b. "No ser perjudiciales ni para el hombre ni para los animales".
- c. "Ser de fácil construcción, de modo que se puedan fabricar localmente".
- d. "Ser poco pesados para que su transporte sea fácil".
- e. "Ser de empleo inmediato sin pérdida de tiempo en ajustes preparatorios".
- f. "Estar contruidos con materiales fáciles de tallar".

4.1 Descripción de los equipos

Se describen únicamente los equipos observados y empleados para la realización del presente trabajo.

4.1.1 Yugo doble de cabeza

Es considerado el tipo más antiguo (Hopfen, 1970) y consiste en un pedazo de madera que se adapta a los cuernos por medio de las coyundas o correas (véase Figura 16).

El yugo debe ser construido de madera liviana pero resistente, de tal manera que pueda soportar pesos de aproximadamente 500 kg cuando la carga está suspendida; la longitud varía entre 1,8 y 2,6 m y el peso es de 12 a 15 kg.

Cuando se elabora el yugo es conveniente moldear las comisuras inferiores que posarán sobre la nuca de los bueyes, dándole una forma arqueada para permitir que el yugo se adapte cómodamente y no friccionen. En Chile es costumbre prolongar las comisuras inferiores hacia la parte posterior del yugo, de tal manera que esta prolongación denominada por los boyeros "cogotera" haga parte del conjunto sólido, y tenga como objeto no sólo aumentar el área sobre la cual recae el peso de la carga sino el de evitar daños y heridas.

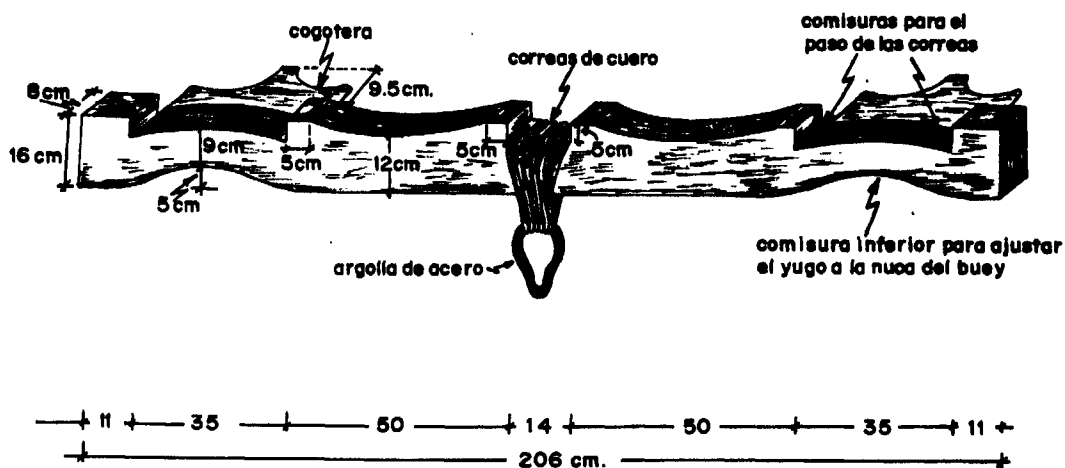


Figura 16. Yugo doble de cabeza para bueyes de madereo.

En la parte media del yugo se fija con correas de cuero una argolla o "machina" d acero, sobre la cual pasa la cadena que ha de suspender o tirar la carga. Como las argollas varían en dimensiones y tamaños se mencionan las características más importantes, a saber: longitud y ancho variable; espesor aproximado de un centímetro; parte superior amplia; parte inferior reducida con una distancia interna un poco menor que el ancho del eslabón de la cadena, lo cual permite que, al cargar o descargar con sólo darle un pequeño giro a la cadena, ésta quede fija o en su defecto se suelte, y de acuerdo a las circunstancias en un momento dado facilite alargar o reducir el tiro.



Figura 17. Disposición del yugo doble de cabeza sobre la nuca de los bueyes. (CEFOR, Universidad Austral de Valdivia, Chile).

Las ventajas del yugo doble de cabeza, mencionadas por la FAO (1983) son:

- a. "Se utiliza mejor el peso del animal como fuente de potencia. El yugo está fijado firmemente a los cuernos del animal, dejando libre el movimiento de los hombros. El tiro es más parejo, sin pérdida de potencia durante los movimientos"
- b. "Debido a que los dos bueyes de la yunta son enyugados firmemente, operan mejor como equipo y coordinan juntos sus movimientos aprovechando al máximo su fuerza combinada de tiro".
- c. "Durante el madereo los animales se adaptan mejor al control del movimiento de las trozas levantando o bajando sus cabezas, lo cual a su vez aumenta o reduce el tiro necesario para mover las trozas".
- d. "Los bueyes pueden ser entrenados para sacar cargas en ángulos difíciles, asegurando la carga, luego jalando la carga completamente y caminando hacia atrás hasta que la carga esté libre de obstáculos y la puedan madrear normalmente hacia adelante".

4.1.2 Coyundas

Son correas de cuero empleadas para amarrar el yugo a los cuernos del buey. Se usan dos, cada una con una longitud aproximada de 2 m y de 1,5 a 2 cm de ancho.

4.1.3 Cadenas

Es el elemento que sujeta la carga. Tiene una longitud aproximada de 5 m y un espesor de 6/16 de pulgada, pasa a través de la argolla que se encuentra en el yugo; en sus extremos según sea la carga a transportar se colocan ganchos o pinzas.

- a. Cadena con ganchos. Se emplea cuando la cadena se puede pasar por debajo de la carga, generalmente para trozas no muy pesadas o en aquellas circunstancias donde se pueda sujetar sin problemas (véase Figura 18).

El uso es sencillo: se pasa la cadena por debajo de la carga cubriendo su perímetro, luego con el gancho se engancha la cadena y se ajusta de tal manera que las trozas se puedan transportar sin dificultades.



Figura 18. Cadena con ganchos para madereo con bueyes.

b. Cadena con pinzas. Son denominadas por los boyeros chilenos con el nombre de "gata" y se utilizan especialmente en el bosque nativo para movilizar trozas de diámetros grandes y mucho peso, que dificultan moverlas o pasar la cadena por debajo para sujetarlas. Para obviar esta situación, se colocan dos pinzas en dos cadenas cortas unidas a una argolla que se insertan en la parte exterior de la troza sin pérdida de tiempo en la carga y la descarga (véase Figura 19).

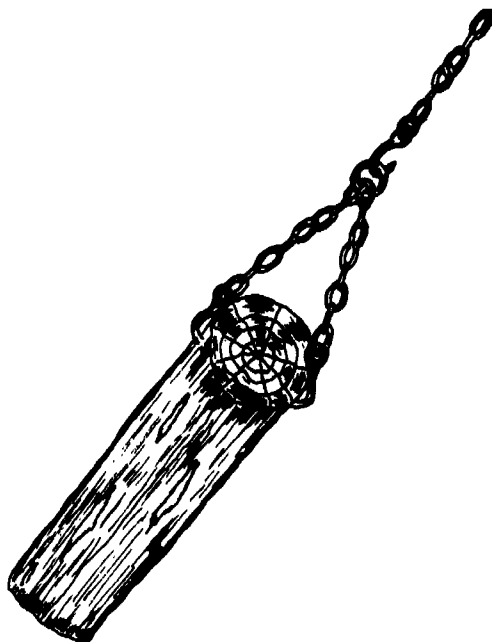


Figura 19. Cadena con pinzas para transporte de trozas de diámetros grandes.

Cuando las pinzas poseen buen ángulo y son bien puntiagudas no es necesario golpearlas para clavarlas a la troza, pues es suficiente colocarlas con la mano y cuando los bueyes tiran la carga quedan perfectamente adheridas a la troza. En Chile este sistema se usa especialmente en el bosque nativo, donde los diámetros y pesos de las trozas son grandes.

En cada uno de los casos anteriores es usual el empleo de un solo extremo de la cadena para amarrar la carga, quedando el otro extremo envuelto en el yugo. Este sistema permite ganar tiempo y aumentar el rendimiento pues el boyero constantemente sólo manipula una parte de la cadena.

4.1.4 Picana

Es una vara de madera delgada, de aproximadamente 3 m de longitud, la cual se constituye en el elemento auxiliar del boyero para guiar y conducir los bueyes (véase Figura 20). Algunos acostumbran a colocarle una púa en el extremo para aguijonear los animales, pero, como se ha mencionado anteriormente, con bueyes bien adestrados y boyeros experimentados esta labor es innecesaria.

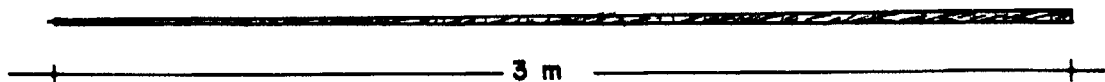


Figura 20. Picana o vara para guiar y conducir bueyes.

4.2 Acondicionamiento de los equipos a los bueyes

El ajuste de los aperos a los bueyes es sencillo, y prácticamente se limita a atar y ajustar de manera segura el yugo a los cuernos y a la nuca para evitar maltratar o producir un accidente por desprendimiento del yugo cuando se lleva la carga.



Figura 21. Yunta de bueyes acondicionada con el equipo de maderero.
(CEFOR, Universidad Austral de Valdivia, Chile).

Un aspecto muy importante al acondicionar la pareja de bueyes para maderero, es procurar en lo posible que los dos animales tengan la misma alzada (o altura) y presenten una conformación semejante, para un mejor aprovechamiento de las energías de los bueyes y un trabajo equilibrado.

5. TECNICA DEL MADEREO

Las actividades operacionales del maderero con bueyes (como son carga, viaje con carga, viaje sin carga y descarga), el rendimiento y los costos se ven favorecidos o afectados por la forma en que se haya planificado el aprovechamiento del bosque.

5.1 La tala y su influencia

El volteo de los árboles tanto en bosques plantados como en bosques nativos debe ser dirigido, de tal manera que las actividades posteriores requieran de un mínimo de actividades y faciliten el desplazamiento y posterior arrastre de la carga por parte de los bueyes.

Cuando la tala se realiza de manera selectiva incluyendo en este caso los raleos, la caída de los árboles ha de estar orientada de modo que los bueyes puedan llegar a la carga sin dificultades.

En las zonas donde el sistema de corta es a tala rasa, el volteo dirigido de los árboles tiene mucha importancia porque prácticamente todos los fustes y trozas quedan orientados en una misma dirección, lo que favorece el madereo en varios aspectos:

- a. El área de madereo puede distribuirse en fajas de aproximadamente 10 m de ancho, con el propósito de que por faja trabaje una yunta de bueyes, evitando así el cruce o encuentro con otra yunta de animales por un mismo sendero. De igual manera, al realizar el desrame, las ramas se colocan al lado de la faja sin mucho desplazamiento de la persona o personas encargadas de esta labor; por otra parte los senderos de madereo quedan libres de ramas, facilitando así el libre tránsito.
- b. La toma de la carga se realiza prácticamente de forma sistemática, es decir, transportando primero las trozas que están más cerca del patio de apilado y por último las más lejanas.
- c. Lo anterior a su vez facilita de manera progresiva el libre tránsito de los bueyes sin tener que estar pasando obstáculos o realizar movimientos en zig-zag, ya que el área y los caminos se van despejando gradualmente.
- d. Evita el peligro de accidentes.



Figura 22. Volteo dirigido y distribución del área en fajas.
(Nacimiento, Chile).

5.2 Acondicionamiento de la carga

Aunque la tala sea dirigida, es muy difícil que al transportar más de una troza voluminosa y pesada, éstas se encuentren exactamente en el mismo sitio; por tanto, se reúnen con los bueyes y se amarran a mano de tal manera que la cadena utilizada para atar la carga quede a unos 30 cm del extremo de la troza, evitando con ello su desprendimiento cuando sea tirada y arrastrada por los bueyes.

En el transporte de trozas delgadas, éstas se juntan a mano colocando primeramente sobre el suelo un palo de aproximadamente 15 cm de diámetro y 1,50 m de longitud, sobre el cual se van apilando perpendicularmente las trozas de tal manera que los extremos queden con una luz de 30 cm para permitir y facilitar el amarre y posterior transporte (véase Figura 23).



Figura 23. Acondicionamiento de trozas delgadas en pilas.
(Nacimiento, Chile).

Es importante tener en cuenta que independientemente del tipo de carga a transportar, no se deben cometer los siguientes errores: llevar una carga muy pequeña, exceso de trozas en una carga, y preparar la carga en un lugar inadecuado (Soto, 1970).

5.3 Senderos

Los senderos deben quedar definidos antes de realizar la tala de los árboles, quedando dirigidos a los patios de apilado con el menor número de curvas y en la distancia más corta. Algunas investigaciones realizadas recomiendan una longitud máxima de 50 m en terrenos planos, 15 m cuesta arriba y 200 m cuesta abajo (FAO, 1983).

Cuando por el sendero se ha de transitar varias veces, es importante que quede desprovisto de obstáculos como ramas y palos, asimismo se sugiere cortar a ras del suelo los tocones presentes, y eludir al máximo trazar senderos en cuyo recorrido se produzcan cambios bruscos de una pendiente positiva a negativa o viceversa.

6. ESTUDIO DE MADERO CON BUEYES

El estudio del arrastre de trozas con bueyes se realizó en bosques de pino radiata localizados dentro de la zona de importancia forestal de Chile. Además se dan a conocer algunos aspectos descriptivos del maderero en bosque nativo.

Las faenas estudiadas no fueron preconcebidas, es decir la información se tomó en el terreno tal como se acostumbra a ejecutar el trabajo en los aprovechamientos forestales. En ningún momento se insinuó a los boyeros cambios en el sistema de maderero empleado, con el propósito de analizar el arrastre de trozas como se trabaja tradicionalmente. En el mismo lugar de trabajo se describieron y se registraron los parámetros considerados en el estudio a diferentes yuntas de bueyes de aproximadamente 600 kg de peso cada uno, tomadas al azar durante varias jornadas de trabajo, evitando así el efecto del rendimiento en mayor o menor escala que pueda tener una sola pareja de animales en cuanto a experiencia, edad, peso, capacidad de carga y práctica de los boyeros.

El maderero abarca únicamente el transporte menor mediante el sistema de arrastre de la carga con cadenas sobre el terreno, existiendo en este caso un rosamiento total de la superficie inferior de la carga y el suelo.

Para cada ciclo de trabajo se determinó el volumen de la carga, se midió la distancia, se halló la pendiente en tramos de 5 m para calcular una pendiente promedio por ciclo y finalmente agruparlos por rangos de pendientes.

Los tiempos y rendimientos están en base a la hora efectiva de trabajo e incluyen solamente aquellos tiempos suplementarios relacionados con las demoras propias del maderero; excluyendo los tiempos accidentales y los asignados al descanso para tomar alimentos dentro de la jornada de trabajo.

Conviene mencionar que las ecuaciones de tiempo por ciclo han sido obtenidas por el método de los mínimos cuadrados y constituyen la base para determinar las ecuaciones de tiempo por metro cúbico y los rendimientos.

6.1 Maderero en plantaciones de pino radiata

Generalmente en los bosques de pino radiata, dependiendo de las necesidades y utilización del recurso bosque, es costumbre realizar maderero de trozas aserrables y pulpables. En el primer caso el arrastre puede comprender desde un trozo hasta cuatro o más, para lo cual el boyero los va reuniendo con la yunta de bueyes hasta obtener la carga deseada; y en el segundo caso, las trozas son apiladas de tal manera que las cargas son casi uniformes en volumen de 6 hasta 16 o más trozas por carga.

Bajo las condiciones anteriores en un mismo sitio de trabajo, el maderero es mixto en cuanto al tipo de trozas (ya sean aserrables o pulpables), es decir se pueden transportar simultáneamente pero en forma independiente, acostumbrándose a acarrear principalmente las trozas aserrables y posteriormente las trozas pulpables.

Es importante destacar que los senderos de maderero para cada uno de los casos estudiados no fueron preparados, y la información se tomó en una época seca en dos zonas diferentes, a saber: zonas de pendientes y zonas planas.

6.1.1 Arrastre de trozas en zonas de pendientes

El estudio se realizó en una empresa forestal 1/, donde el 20% de la extracción de la madera en bruto se ejecuta empleando el tractor forestal de ruedas, y el 80% de la producción utilizando bueyes de trabajo, porcentajes equivalentes aproximadamente a 6 000 y 22 000 m³ de madera en bruto por mes. El monto del volumen es muy significativo, considerando que con estos sistemas de extracción se ayuda a abastecer un aserradero que en 1981 poseía una capacidad de producir 97 700 m³ de madera aserrada anual (equivalentes a 232 000 m³ de madera en trozas), una fábrica de pulpa y papel con una capacidad al año de producir 68 700 toneladas de papel de diario (equivalentes a 235 000 m³ de madera en trozas), una planta térmica que actualmente consume 12 000 m³ de madera en bruto por mes, además de vender excedentes de madera en bruto a otras empresas forestales. El número de yuntas de bueyes utilizadas oscila entre 100 y 150 por mes.

El área de estudio se localizó en el "Fundo Pichun", ubicado sobre la Cordillera de la Costa a una altura promedio de 300 m sobre el nivel del mar, en la Octava Región, Provincia de Bío-Bío, en cercanías de la ciudad de Nacimiento. La topografía del terreno en general es muy quebrada con pendientes en algunos sitios superiores al 30%.

Los suelos pertenecen a la Serie San Esteban, de origen intrusivo, provenientes de rocas graníticas. Los primeros 30 cm del perfil (que generalmente son los relacionados con el madereo), se caracterizan por ser de textura franco arcillo arenosa, estructura prismática y bloques subangulares gruesos que se quiebran en bloques subangulares medios y finos muy débiles, muy plástico y muy adhesivo y friable (Chile/OEA/BID., 1964).

Las faenas de trabajo se realizaron en un bosque de pino radiata (Pinus radiata D. Don) no manejado, con las siguientes características: edad 22 años, altura promedio 30 m; 380 árboles/ha; área basal 46 m²/ha; volumen promedio 448 m³/ha y diámetro promedio de 26 cm.

Las dimensiones de las trozas transportadas para aserrío fueron de 4 m de longitud y un diámetro mínimo de 18 cm; y para trozas pulpables 2,44 m de largo con un diámetro mínimo de 10 cm hasta 18 ó 20 cm como máximo.

El sistema de volteo de los árboles fue realizado a tala rasa con caída dirigida, y el área de madereo para cada yunta de bueyes distribuida en fajas con un ancho aproximado de 10 m y longitud variable.

El estudio de madereo de trozas aserrables y pulpables empleando bueyes comprendió 10 jornadas de trabajo, en los que se estudiaron 7 yuntas de bueyes, que en promedio tenían 7 años de edad y 1 año mínimo de experiencia en el trabajo forestal, con pesos comprendidos entre 500 y 700 kg por cada buey.

El arrastre de trozas pulpables se llevó a cabo en pendientes desde 0 hasta mayores de -30% (cuesta abajo con carga), comprendiendo un total de 79 ciclos de trabajo distribuidos de la siguiente manera: de 0 a -10%, 13 ciclos; de -10,1 a -20%, 45 ciclos; en pendientes mayores de -30%, 21 ciclos de trabajo.

1/ Complejo Industrial "INFORSA" (Industrias Forestales S.A.).

En el maderero de trozas aserrables se analizaron 112 ciclos para dos sentidos de la pendiente y distribuidos de la siguiente manera: i) cuesta abajo con carga en los rangos de -15 a -20%, 36 ciclos; de -20,1 a -25%, 38 ciclos; de -25,1 a -30%, 11 ciclos; ii) cuesta arriba con carga en el rango de + 10 a + 20%, 26 ciclos.

Presentación de resultados, análisis y discusión

a. Velocidad y carga

En el Cuadro 6 se presentan los valores promedios de la velocidad y la carga en el arrastre de trozas en zonas pendientes.

Cuadro 6

Velocidad y carga promedio en unidades y volumen por rangos de pendiente en el maderero con bueyes para trozas aserrables y pulpables

Clase de trozas	Rango de pendiente (%)	Velocidad (cm/s)			Carga promedio	
		Viaje sin carga	Viaje con carga	Promedio	Unidades	Volumen (m3)
Aserrables	- 25,1 a - 30	50,72	49,48	50,10	3,00	0,794
Aserrables	- 20,1 a - 25	50,08	48,19	49,14	2,92	0,679
Aserrables	- 15 a - 20	48,11	42,32	45,22	3,36	0,718
Aserrables	+ 10 a + 20	64,58	45,88	55,23	2,00	0,386
Pulpables	> de - 30	47,42	40,63	44,02	16,27	0,509
Pulpables	- 10,1 a - 20	65,73	37,10	51,41	15,74	0,509
Pulpables	0 a - 10	72,35	42,34	57,34	13,23	0,509

La velocidad media obtenida para los bueyes en el desplazamiento cuesta abajo con carga de trozas aserrables es de 47 cm/s, y cuando llevan trozas pulpables es de 40 cm/s. La velocidad promedio cuesta arriba sin llevar carga para los dos casos es de 56 cm/s.

De lo anterior se deduce que la velocidad con carga es mayor para el caso de las trozas aserrables. Esto se debe al cuidado que tiene el boyero en conducir los animales al trasladar trozas pulpables para evitar desprendimientos que, de ocurrir, puede ocasionar pérdida de tiempo por el nuevo apilado de las unidades.

La velocidad con carga cuesta arriba en el rango de pendiente +10 a + 20% es de 46 cm/s considerándose muy aceptable para el volumen transportado, cuyo promedio fue de 0,39 m3 el cual es bajo comparado con los otros casos estudiados, pero es muy probable que al aumentar el volumen disminuya la velocidad.

La carga promedio en el maderero de trozas pulpables casi siempre tiende a ser constante pero variando en número de unidades de acuerdo al volumen unitario. Se debe a que la persona encargada de apilar y reunir las trozas es un obrero diferente al boyero, quien generalmente prepara las cargas entre 0,50 y 0,70 m3; por esta razón en el estudio se considera una carga promedio para los tres casos analizados.

En el transporte de trozas aserrables, el boyero elige las unidades y volumen aproximado a transportar. En la medida que aumenta la pendiente cuesta abajo puede incrementar la carga, ya que a mayor inclinación, por efecto de la gravedad, el esfuerzo de los bueyes es mucho menor.

Para el madereo cuesta abajo, los boyeros casi nunca disminuyen el volumen de carga al aumentar la gradiente de la pendiente, y la experiencia les ha enseñado que arrastrando trozas cuesta arriba la carga debe aminorarse considerablemente. En el estudio realizado, el volumen de la carga transportada en sentido ascendente osciló entre 0,30 y 0,40 m³.

Las investigaciones de campo determinaron en el madereo de trozas aserrables de pino radiata, un volumen máximo de 1,71 m³ en una pendiente de -17.5% y 1,51 m³ en una pendiente promedio de -30%, equivalentes a 1 809 y 1 598 kg respectivamente 1/, los cuales fueron arrastrados por una yunta de bueyes de aproximadamente 600 kg de peso cada uno; sin embargo, lo anterior no significa que éstas sean las cargas máximas u óptimas en este tipo de madereo.

b. Tiempo. Los Cuadros 7 y 8 contienen las ecuaciones de tiempo obtenidas por ciclo y por metro cúbico en el arrastre de trozas aserrables y pulpables para diferentes tipos de pendiente.

Cuadro 7

Ecuaciones de tiempo por ciclo de trabajo en el madereo con bueyes de trozas aserrables y pulpables por rangos de pendiente

Clase de trozas	Rango de pendiente (%)	Ecuación
Aserrables	- 25,1 a - 30	$t = 575,968 + 7,566 x$
Aserrables	- 20,1 a - 25	$t = 534,951 + 7,838 x$
Aserrables	- 15 a - 20	$t = 915,721 + 5,610 x$
Aserrables	+ 10 a + 20	$t = 53,578 + 11,172 x$
Pulpables	> de - 30	$t = 313,322 + 7,182 x$
Pulpables	- 10,1 a - 20	$t = 294,099 + 6,872 x$
Pulpables	0 a - 10	$t = 251,335 + 6,724 x$

t = Tiempo, en centésimas de minuto.

x = distancia, en metros.

1/ 1 m³ de pino radiata verde = 1 058 kg (Ferrocarriles de Chile, citado por Pugin, 1981).

Cuadro 8

Ecuaciones de tiempo por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables por rangos de pendiente

Clase de trozas	Rango de pendiente (%)	Ecuación
Aserrables	- 25,1 a - 30	$t = 725,400 + 9,529 x$
Aserrables	- 20,1 a - 25	$t = 787,851 + 11,543 x$
Aserrables	- 15 a - 20	$t = 745,057 + 10,196 x$
Aserrables	+ 10 a + 20	$t = 138,803 + 28,943 x$
Pulpables	> de - 30	$t = 525,725 + 12,050 x$
Pulpables	- 10,1 a - 20	$t = 493,455 + 11,530 x$
Pulpables	0 a - 10	$t = 421,703 + 11,282 x$

Visualizando la Figura 24 se observa que el tiempo por ciclo de maderero en pendiente de +10 a +20% es menor que en el maderero cuesta abajo, lo cual a primera vista no pareciera convincente. Cuando se transporta más de una troza aserrable sobre distancias cortas el tiempo terminal de carga adquiere una importante incidencia en el tiempo total del ciclo. En el caso de la pendiente de +10 a +20% el número de trozas maderadas es reducido debido al mayor esfuerzo de los bueyes, y por tanto el tiempo terminal de carga para reunir las 2 trozas (que fue el número promedio en el estudio), es menor que en el caso de maderero cuesta abajo en el cual el número de trozas fue de 3,36 para -15 a -20%, 2,92 para -20 a -25% y 3,00 para -25,1 a -30%. A su vez, a mayor pendiente cuesta abajo, la cantidad de trozas que se pueden maderar disminuye por el peligro que encierra, por lo tanto el tiempo total del ciclo de maderero cuesta abajo disminuye en los terrenos de mayor pendiente.

Para las trozas pulpables la situación es diferente. Así la carga conste de 6 a 16 trozas (o más), están apiladas de tal manera que en el momento de amarrarlas con la cadena ocurre como si se tratara de una troza, es decir todas las trozas están ubicadas en un mismo sitio.

Teniendo en cuenta las premisas anteriores, el tiempo de carga varía muy poco en el caso de trozas pulpables, y es más variable para trozas aserrables, según sea su número y dispersión.

El tiempo de descarga es mucho menor comparado con el de carga, y su amplitud está influenciada por la pendiente existente en la zona de descarga y la forma como el boyero ubica los bueyes en el momento de soltar la carga. En las zonas planas el tiempo tiende a ser menor con respecto a los lugares pendientes; en el último caso, si los bueyes quedan situados en sentido contrario a la pendiente, el tiempo es mayor a si quedan en el mismo sentido de la pendiente, porque el boyero, debido a que la carga está entre los bueyes, tiene mucho cuidado al soltar la carga para evitar el rodamiento de las trozas que pueden lastimar las extremidades de los animales.

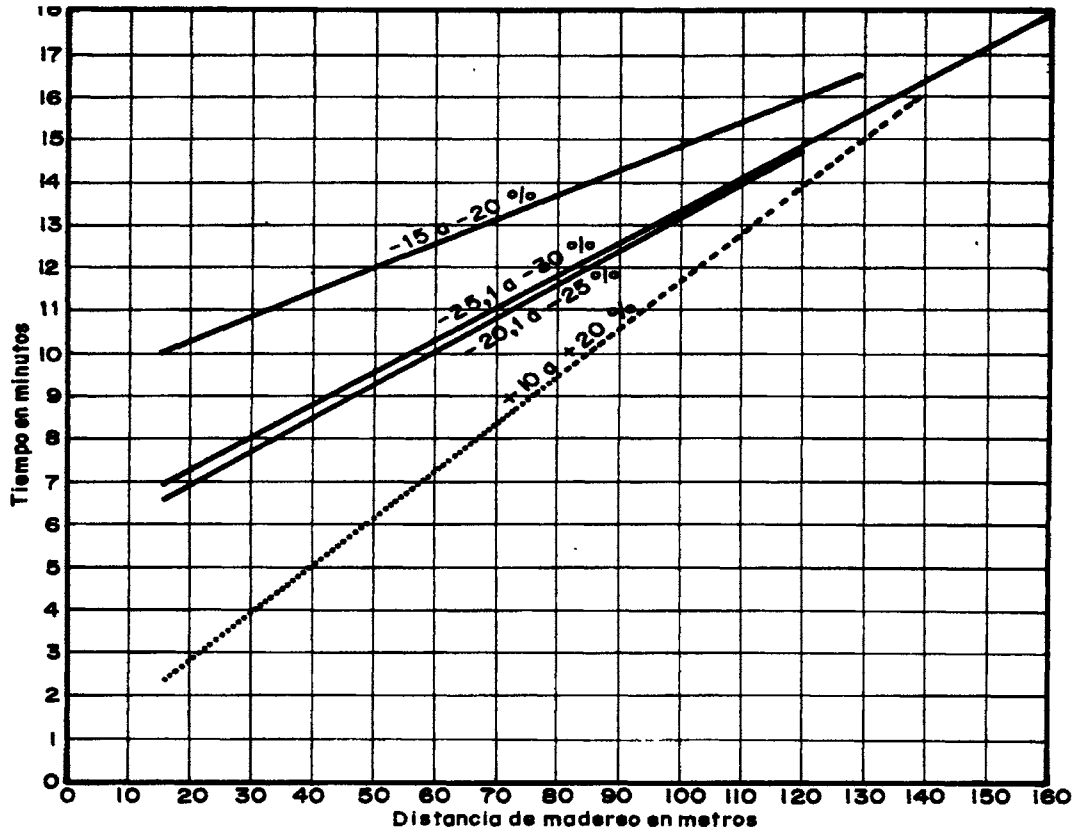


Figura 24. Tiempo en minutos por ciclo de trabajo, en el madereo con bueyes de trozas aserrables en diferentes rangos de pendiente.

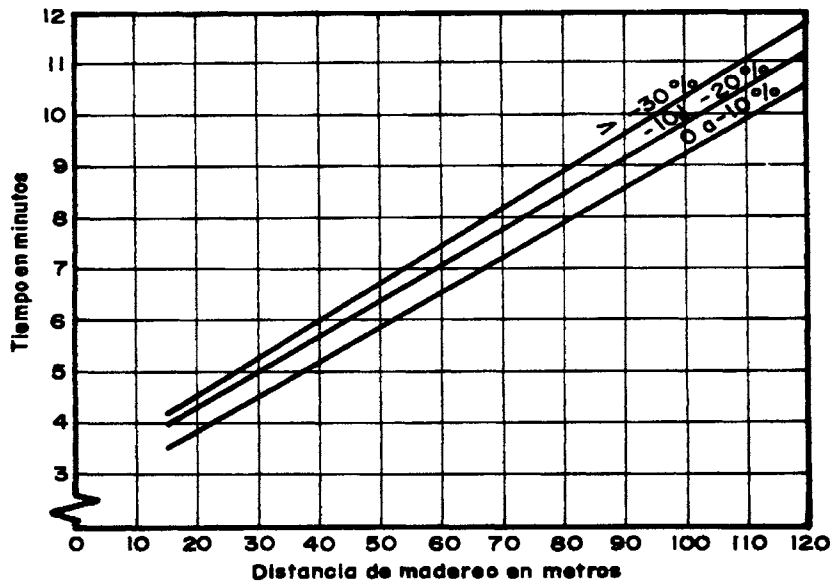


Figura 25. Tiempo por ciclo de trabajo en minutos en el madereo con bueyes de trozas pulpables en diferentes rangos de pendiente.

En la práctica los boyeros acostumbran a poner los bueyes en sentido contrario a la pendiente, aprovechando el declive del terreno para facilitar posteriormente el apilado realizado por los obreros (llamados apiladores) que con la pendiente y la gravedad a favor, ruedan las trozas con un mínimo de esfuerzo.

Los tiempos terminales para las trozas pulpables se registraron entre 2 y 2,7 minutos, de los cuales el 60% corresponde a la carga; para las trozas aserrables estos mismos tiempos fluctuaron de 2,5 a 7,15 minutos, correspondiendo un 80% a la carga y el 20% a la descarga.

El análisis de la velocidad, volumen de carga y tiempos terminales, más la información contenida en los Cuadros 6 y 7, permiten entender y analizar los tiempos por metro cúbico para cada uno de los casos estudiados en los diferentes niveles de pendiente, así como el comportamiento de las rectas que pueden visualizarse en las Figuras 26 y 27.

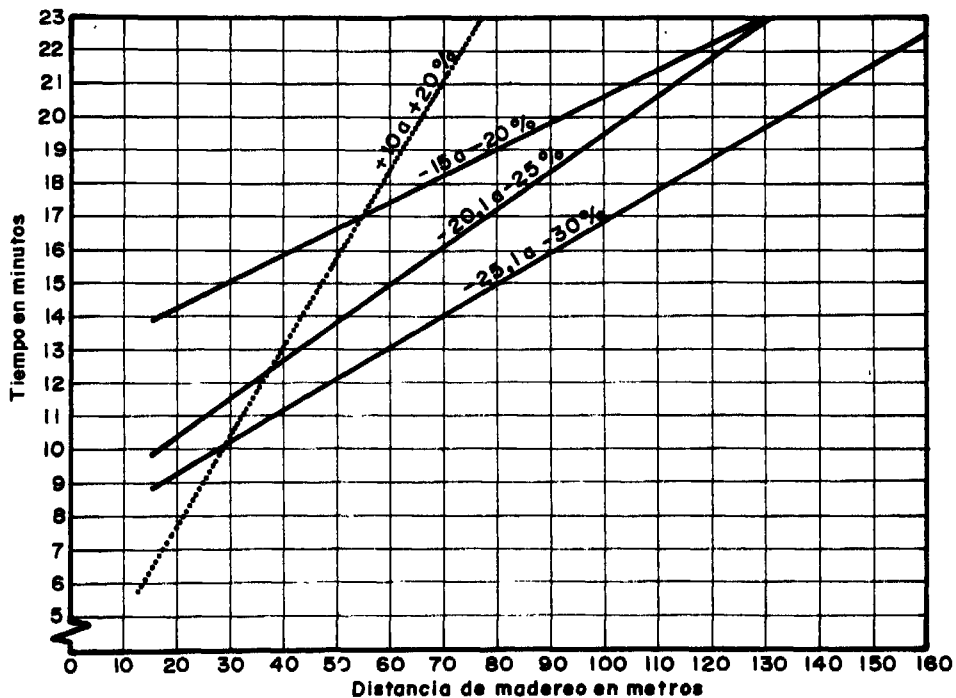


Figura 26. Tiempos en minutos por metro cúbico en el madereo con bueyes de trozas aserrables en diferentes rangos de pendiente.

Es importante observar en la Figura 26 que el tiempo por metro cúbico en el madereo cuesta arriba es aceptable en distancias cortas, pero a medida que aumenta la distancia el tiempo se incrementa considerablemente.

Desarrollando las ecuaciones de tiempo por ciclo de trabajo y por metro cúbico, se obtuvieron los valores de tiempo para diferentes distancias de madereo de trozas aserrables y pulpables, los que se presentan en los Cuadros 5-1 y 5-3 del Anexo 5.

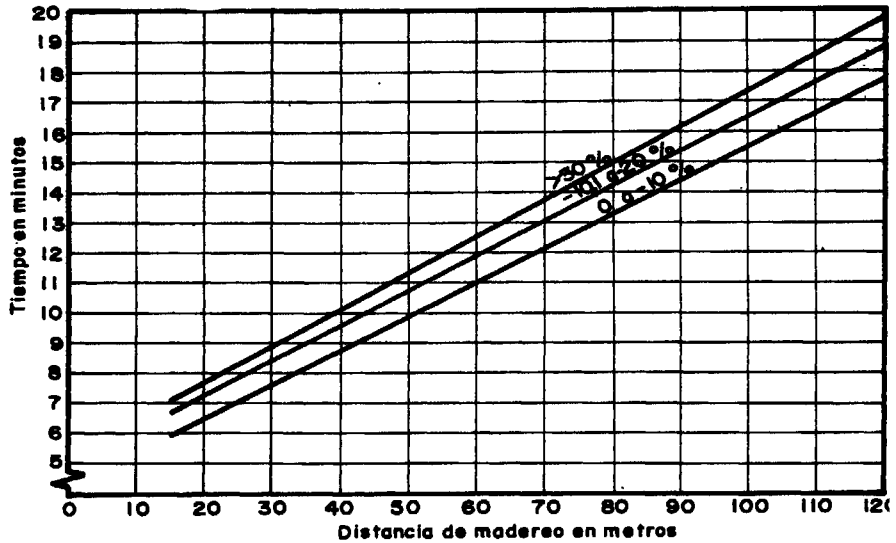


Figura 27. Tiempos en minutos por metro cúbico en el madereo con bueyes de trozas pulpables en diferentes rangos de pendiente.

c. Rendimiento. El Cuadro 9 contiene las ecuaciones de rendimiento expresadas en metros cúbicos por hora. Reemplazando en ellas valores de la distancia se halló el rendimiento para los diferentes rangos de pendiente cuyos resultados aparecen en los Cuadros 5-1 y 5-3 del Anexo 5, los que a su vez están representados en las Figuras 28 y 29.

Cuadro 9

Ecuaciones de rendimiento en el madereo con bueyes de trozas aserrables y pulpables por rangos de pendiente

Clase de trozas	Rango de pendiente (%)	Ecuación
Aserrables	- 25,1 a - 30	$R = \frac{4\ 764}{575,968 + 7,566\ x}$
Aserrables	- 20,1 a - 25	$R = \frac{4\ 074}{534,951 + 7,838\ x}$
Aserrables	- 15 a - 20	$R = \frac{4\ 308}{915,721 + 5,610\ x}$
Aserrables	+ 10 a + 20	$R = \frac{2\ 316}{53,578 + 11,172\ x}$
Pulpables	> de - 30	$R = \frac{3\ 576}{313,331 + 7,182\ x}$
Pulpables	- 10,1 a - 20	$R = \frac{3\ 576}{294,099 + 6,872\ x}$
Pulpables	0 a - 10	$R = \frac{3\ 576}{251,335 + 6,724\ x}$

R = rendimiento, en metros cúbicos por hora
 x = distancia, en metros.

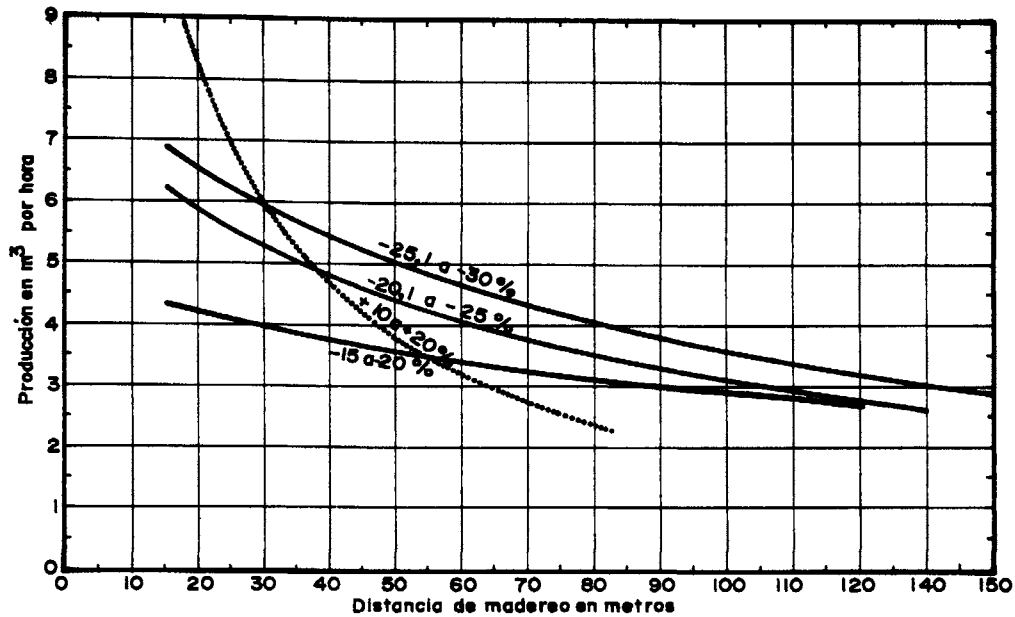


Figura 28. Rendimiento en metros cúbicos por hora en el madereo con bueyes de trozas aserrables en diferentes rangos de pendiente.

El rendimiento de madereo de trozas aserrables cuesta arriba, decrece muy rápidamente con el aumento de la distancia, notándose que el punto crítico empieza a partir de los 55 m aproximadamente.

Es importante resaltar que en el madereo de trozas aserrables, la velocidad de desplazamiento y volumen tienden a ser mayores en comparación con el madereo de trozas pulpables, pero el rendimiento es menor, ocasionado por la influencia del tiempo de carga.

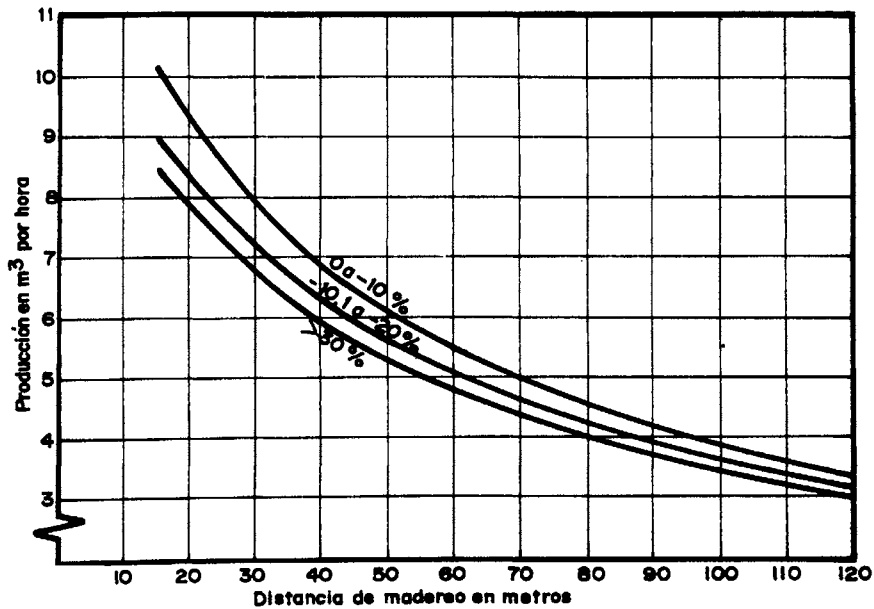


Figura 29. Rendimiento en metros cúbicos por hora en el madereo con bueyes de trozas pulpables en diferentes rangos de pendiente.

d. Costos. En el Cuadro 10 se dan las ecuaciones de costos por metro cúbico para el maderero de trozas aserrables y pulpables con bueyes.

Cuadro 10

Ecuaciones de costos por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables

Clase de trozas	Rango de pendiente (%)	Ecuaciones de costos	
		\$ Chilenos	US\$
Aserrables	- 25,1 a - 30	$C = 9,7131 + 0,1276 x$	$C = 0,1120 + 0,0015 x$
Aserrables	- 20,1 a - 25	$C = 10,5493 + 0,1546 x$	$C = 0,1217 + 0,0018 x$
Aserrables	- 15 a - 20	$C = 17,0773 + 0,1046 x$	$C = 0,1970 + 0,0012 x$
Aserrables	+ 10 a + 20	$C = 1,8586 + 0,3875 x$	$C = 0,0214 + 0,0045 x$
Pulpables	> - 30	$C = 7,0395 + 0,1614 x$	$C = 0,0812 + 0,0019 x$
Pulpables	- 10,1 a - 20	$C = 6,6074 + 0,1544 x$	$C = 0,0762 + 0,0018 x$
Pulpables	0 a - 10	$C = 5,6466 + 0,1511 x$	$C = 0,0651 + 0,0017 x$

El desarrollo de las ecuaciones de costo en función de la distancia y el volumen, se presentan en los Cuadros 5-2 y 5-4 del Anexo 5, y su representación gráfica en las Figuras 30 y 31.

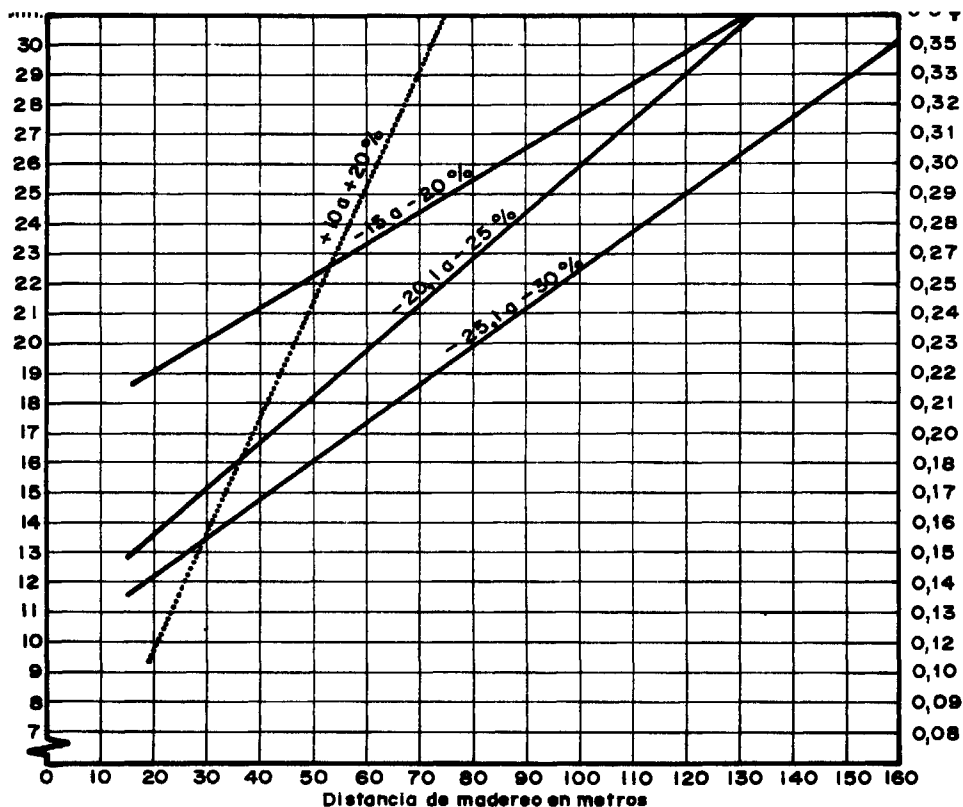


Figura 30. Costo por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables en función de la pendiente y la distancia.

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

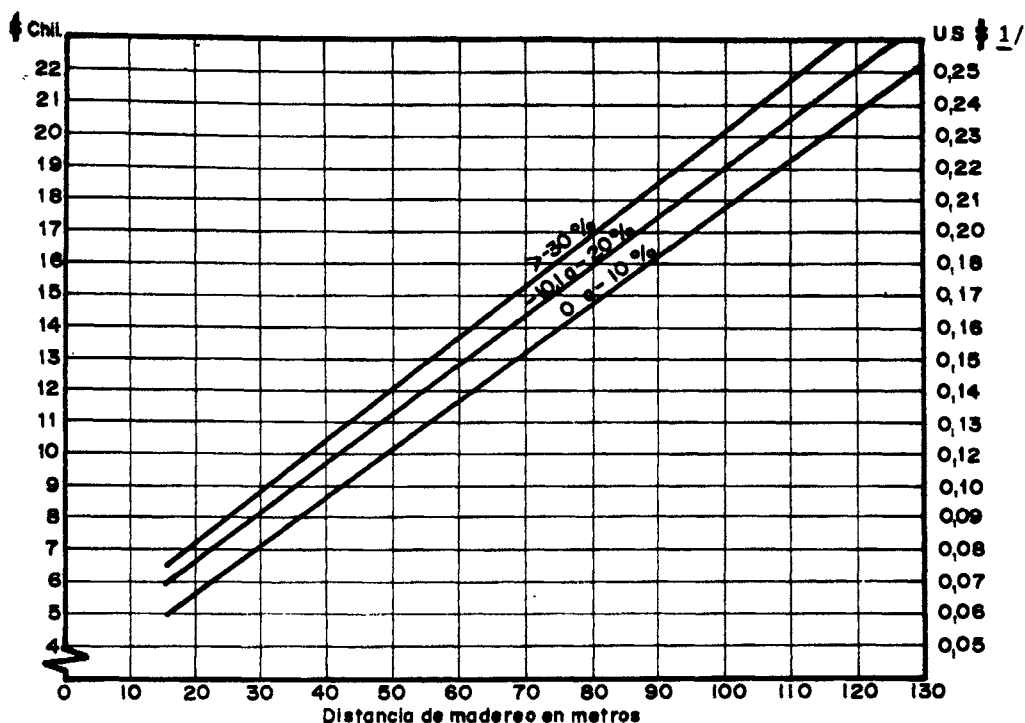


Figura 31. Costo por metro cúbico en el maderío con bueyes de trozas pulpables en función de la pendiente y la distancia.

6.1.2 Arrastre de trozas en zonas planas

La zona de estudio se localizó en la Octava Región, Provincia de Bío-Bío, en el fundo denominado "Trilahue", ubicado sobre el Valle Central entre las ciudades de Los Angeles y Cabrero.

El fundo en mención está a una altura de 125 m sobre el nivel del mar; su topografía se caracteriza por ser plana, con pendientes que no llegan a superar el 3%. Los suelos predominantes son arenosos, pertenecientes a la serie "Coreo", de origen andesítico - basáltico, con drenaje rápido a excesivo y baja retención de agua; el perfil de 0 a 23 cm tiene una estructura de grano simple, suelto en seco y en húmedo, no plástico y no adhesivo (CHILE/OEA/BID; 1964).

El fundo "Trilahue", es decir el lugar donde se realizó el maderío en zonas planas, es una zona perteneciente a una empresa forestal 2/, propietaria directa e indirectamente en 1982 de 140 000 ha de plantaciones de pinus radiata, que moviliza aproximadamente 1 900 000 m³ de madera al año destinados en parte para la exportación de trozas, abastecer otras empresas productoras de pulpa y papel, mercado doméstico de madera aserrable y para combustible. En el lugar específico de toma de datos de arrastre de trozas pulpables y aserrables, dadas las características topográficas, el maderío se realizaba en su totalidad con bueyes, sin embargo en otros fundos de esta empresa el maderío se realiza con el tractor forestal de ruedas, bueyes y caballos.

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

2/ Forestal "MININCO S.A."

El arrastre de trozas en zonas planas se estudió en 6 jornadas de trabajo, empleando 3 yuntas de bueyes, con una edad promedio de 8 años y 650 kg de peso por cada buey y con una experiencia mínima por buey de 2 años.

Las situaciones específicas de madereo estudiadas fueron: madereo de trozas pulpables en raleos, con 66 ciclos de trabajo; madereo de trozas pulpables en tala rasa, con 56 ciclos; y madereo de trozas aserrables en tala rasa, con 54 ciclos de trabajo.

El madereo de trozas pulpables en raleos, como su nombre lo indica se realizó en un rodal de pino radiata sometido a un raleo, en el que se derribaron los árboles suprimidos e intermedios poco importantes para la estabilidad del bosque, el cual tenía una edad aproximada de 16 años, 1 800 árboles/ha y 400 m³/ha. La intensidad de extracción fue más o menos 800 árboles/ha y un volumen aproximado de 85 m³/ha. La longitud de las trozas transportadas fue de 2,44 m con un diámetro mínimo de 10 cm.

Asimismo se registró información para el madereo de trozas pulpables en un rodal de pino radiata de 19 años de edad, con 1 273 árboles/ha y un volumen aproximado de 578 m³/ha. Las trozas transportadas tenían un diámetro mínimo de 10 cm y 2,44 m de longitud.

De igual manera se estudió el transporte de trozas aserrables en un bosque de 19 años de edad, 1 662 árboles/ha y un volumen aproximado de 578 m³/ha. Las trozas transportadas tenían un diámetro mínimo de 26 cm y 4 m de longitud.

Presentación de resultados, análisis y discusión

a. Velocidad y carga. Los valores promedios de la velocidad y carga para los casos considerados en el madereo de trozas en terrenos planos aparecen en el Cuadro 11.

Cuadro 11

Velocidad y carga promedio en unidades y volumen, en el madereo con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos con diferentes sistemas de corta

Clase de trozas	Sistema de corta	Velocidad (cm/s)			Carga Promedio	
		viaje sin carga	viaje con carga	Promedio	Unidades	Volumen (m ³)
Aserrables	Tala rasa	56,58	36,54	46,61	1,00	0,417
Pulpables	Tala rasa	68,11	51,48	59,79	5,18	0,367
Pulpables	Raleos	76,76	54,58	65,67	11,72	0,289

Los bueyes, en terrenos planos, alcanzan mayores velocidades en los viajes sin carga en comparación con la velocidad desarrollada en terrenos con pendiente positiva; y para los viajes con carga la velocidad disminuye por el efecto del rozamiento principalmente, en comparación al viaje cargado cuesta abajo.

Del mismo modo, comparando los volúmenes de carga, éste es mayor cuesta abajo que en terrenos planos.

El volumen promedio de carga para el caso de los raleos es reducido, porque los árboles raleados son de bajo volumen con respecto al volumen promedio de los árboles del rodal, y las cargas apiladas y madereadas corresponden a un solo árbol. Sería una pérdida de tiempo para el apilador reunir en un mismo sitio de carga el volumen de dos o más árboles que por las condiciones de tala están distantes, y también sería una pérdida de tiempo para el boyero juntar las trozas de varios árboles para transportarlos en un solo viaje sobre una distancia corta.

b. Tiempo. Las ecuaciones de tiempo por ciclo y por metro cúbico para los tres tipos de maderero estudiados en terreno plano están consignadas en el Cuadro 12. Los valores de su desarrollo en función de la distancia están contenidos en el Cuadro 5-5 del Anexo 5 y su representación gráfica se observa en las Figuras 32 y 33.

Cuadro 12

Ecuaciones de tiempo por ciclo de trabajo y por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos con diferentes sistemas de corta

Clase de trozas	Sistema de corta	Ecuación de tiempo por ciclo de trabajo	Ecuación de tiempo por metro cúbico
Aserrables	Tala rasa	$t = 108,233 + 6,824 x$	$T = 259,552 + 16,364 x$
Pulpables	Tala rasa	$t = 223,900 + 3,948 x$	$T = 610,082 + 10,757 x$
Pulpables	Raleos	$t = 281,569 + 3,850 x$	$T = 974,287 + 13,322 x$

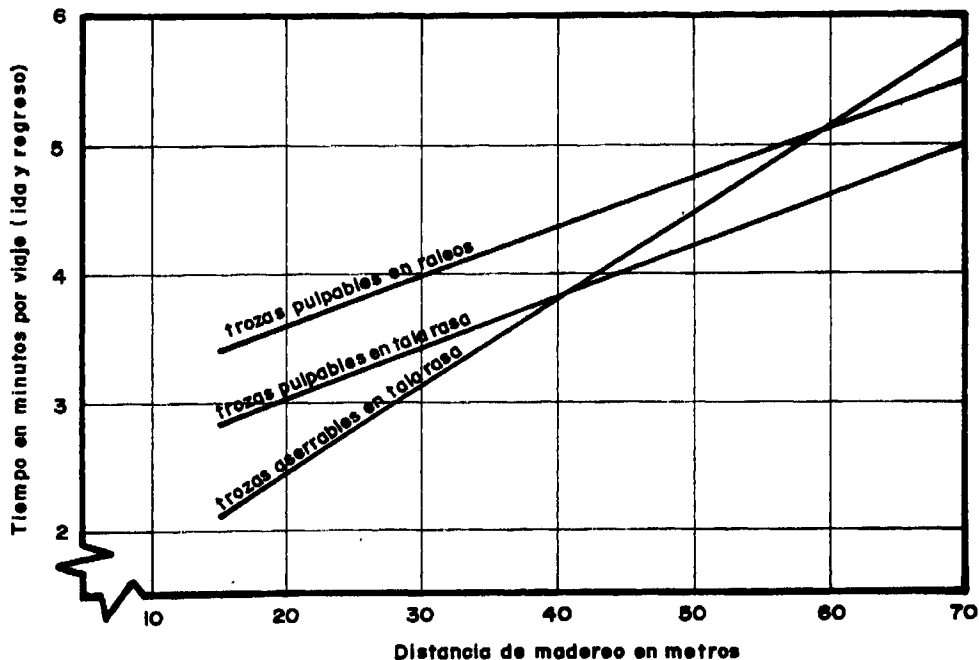


Figura 32. Tiempo en minutos por ciclo de trabajo, en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos.

Los tiempos terminales de carga y descarga en los tres casos de maderero son relativamente pequeños, los promedios registrados son: 1,80 y 1,58 minutos para trozas pulpables en raleos y tala rasa respectivamente, y 0,80 minutos para trozas aserrables, correspondiendo el 64,37%, 63,35% y 60,50% en su mismo orden, al tiempo de carga.

En el maderero de trozas aserrables los tiempos terminales son más pequeños por la poca manipulación de unidades, ya que sólo se transportó una troza por viaje. Para el arrastre de trozas pulpables en los raleos donde la carga promedio fue de 11,72 unidades, el boyero dedica más tiempo en sujetar la carga para evitar su desprendimiento al desplazarse, y este incremento de tiempo produce un aumento del tiempo por ciclo de trabajo y por metro cúbico, el cual a su vez es superior a los otros dos casos. Es importante observar en las figuras 32 y 33 la importancia del volumen de carga transportada. Las diferencias de tiempo por ciclo para las trozas pulpables en raleo y en tala rasa no son muy grandes, pero sí son muy significativas y apreciables en el tiempo total necesario para reunir un metro cúbico a diferentes distancias. Por otra parte, la velocidad desarrollada por los bueyes en el maderero de las trozas pulpables en los raleos fue superior con respecto a los otros dos casos, pero si los volúmenes por carga son bajos, el tiempo necesario para transportar un metro cúbico será mayor y el rendimiento disminuirá.

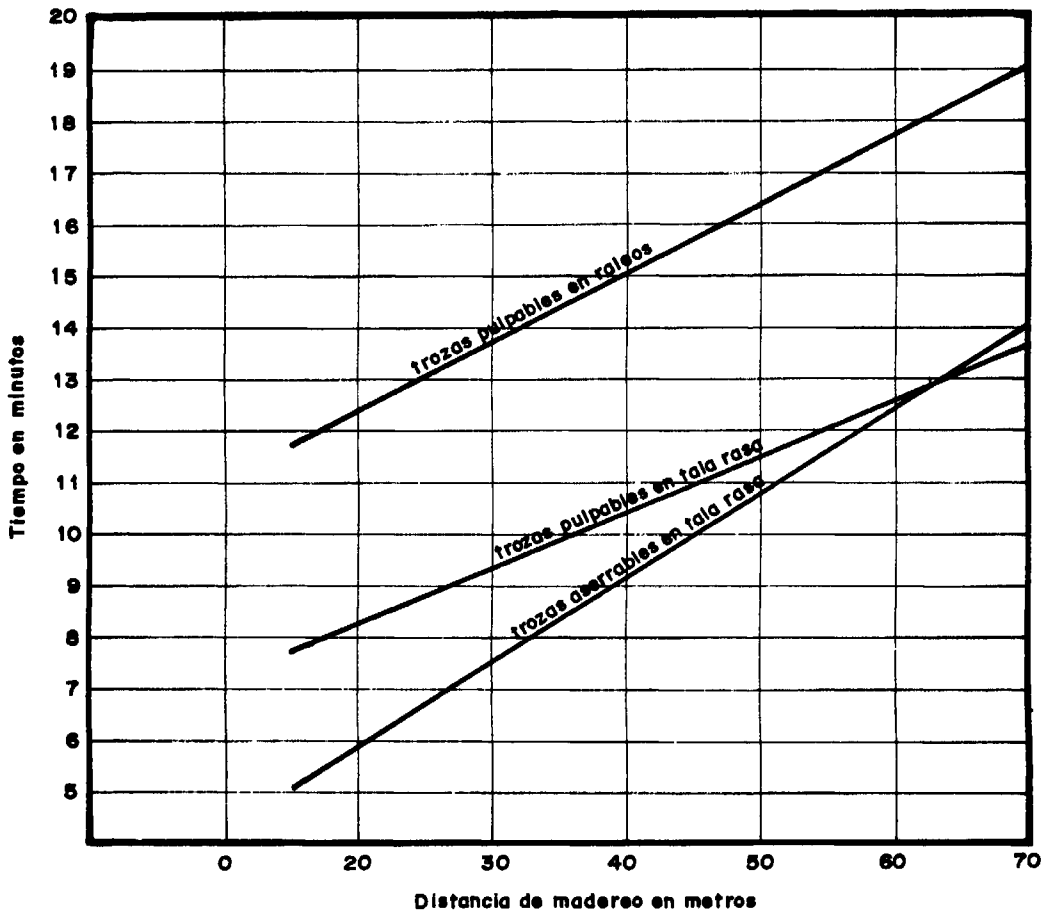


Figura 33. Tiempo en minutos por metro cúbico en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos.

c. Rendimiento. Las ecuaciones de rendimiento expresadas en metros cúbicos por hora están contenidas en el Cuadro 13, y reemplazando en ellas la distancia se obtuvieron los valores para los tres sistemas de maderero que aparecen en el Cuadro 5-5 del Anexo 5, los cuales se representan en la Figura 34.

Cuadro 13

Ecuaciones de rendimiento en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos con diferentes sistemas de corta

Clase de trozas	Sistema de corta	Ecuación de rendimiento
Aserrables	Tala rasa	$R = \frac{2502}{108,233 + 6,824 x}$
Pulpables	Tala rasa	$R = \frac{2202}{223,900 + 3,948 x}$
Pulpables	Raleos	$R = \frac{1734}{281,569 + 3,85 x}$

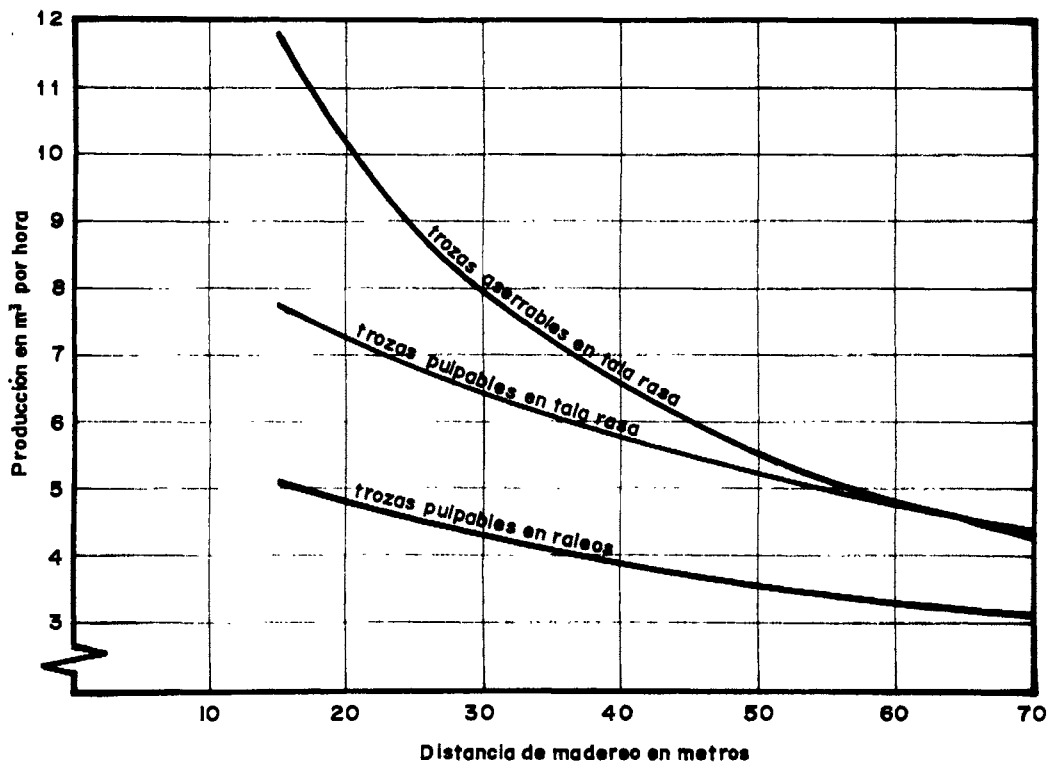


Figura 34. Rendimiento en metros cúbicos por hora en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos.

Los mejores rendimientos en el arrastre de trozas en terrenos planos fueron obtenidos en el madereo de las trozas aserrables, y se deben especialmente al mayor volumen de carga y menor número de trozas transportadas.

Los rendimientos en los raleos son bajos por las características de aprovechamiento del bosque, es decir, la tala selectiva de los árboles y los volúmenes pequeños de los mismos afectaron el rendimiento; sin embargo es conveniente resaltar que en este tipo de aprovechamiento los animales son muy importantes para extraer los productos del bosque porque son fáciles de maniobrar sobre todo donde la densidad del bosque es muy alta.

d. Costos. Las ecuaciones de costos por metro cúbico para el arrastre de trozas con bueyes en terrenos planos, se indican en el Cuadro 14 y de su desarrollo se obtuvieron los valores para los diferentes sistemas de tala que aparecen en el Cuadro 5-6 del Anexo 5, a partir de los cuales se graficó la Figura 35.

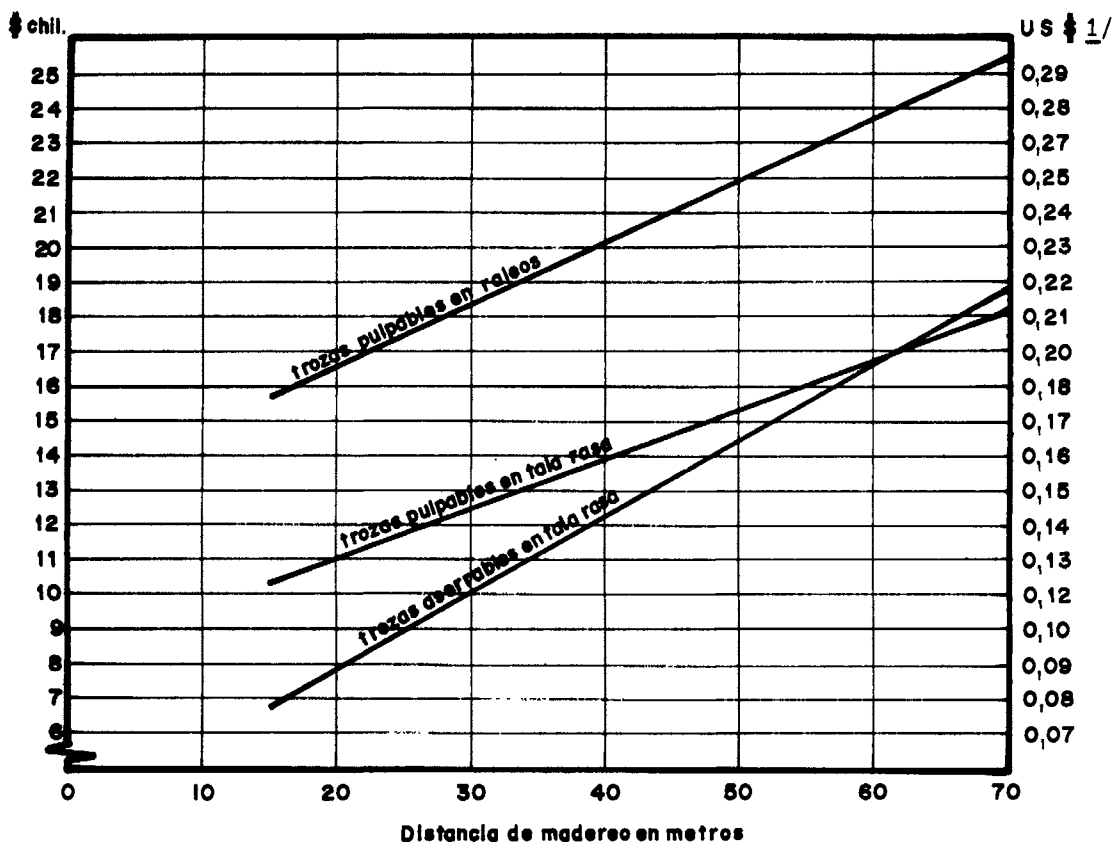


Figura 35. Costo por metro cúbico en el madereo con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos.

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

Cuadro 14

Ecuaciones de costos por metro cúbico en el madereo con bueyes de trozas aserrables y pulpables en terrenos planos con diferentes sistemas de corta

Clase de trozas	Sistema de corta	Ecuaciones de costos	
		\$ Chilenos	US\$ <u>1/</u>
Aserrables	Tala rasa	$C = 3,4764 + 0,2191 x$	$C = 0,0401 + 0,0025 x$
Pulpables	Tala rasa	$C = 8,1690 + 0,1440 x$	$C = 0,0942 + 0,0017 x$
Pulpables	Raleos	$C = 13,0457 + 0,1784 x$	$C = 0,1505 + 0,0021 x$

El costo de producción aumenta considerablemente en los raleos, y se presenta menor para el madereo de trozas aserrables.

6.2 Madereo en bosque nativo

Por las condiciones que presenta el bosque nativo en cuanto a su ubicación, topografía, dispersión de las especies forestales a extraer, densidad del bosque, volumen y peso de las trozas y por las distancias de arrastre, el madereo con bueyes tiene ciertas características muy particulares para este tipo de faenas.

Los senderos utilizados para el arrastre de trozas generalmente no son preparados adecuadamente, son angostos, con ramas, raíces, tocones y otros obstáculos que en determinados momentos dificultan el madereo. Las pendientes de los senderos se presentan variables y fuertes, registrándose pendientes de hasta un 60%.

En los cambios de pendientes de los senderos, es decir de ascendente a descendente (que por lo general son tramos muy cortos), o cuando se cambia de una pendiente fuerte a una más suave y en sentido descendente, el boyero debe acortar el tiro (o cadena) para aprovechar mejor la fuerza producida por los bueyes. Asimismo, en el madereo cuesta abajo por tramos muy pendientes, conviene alargar el tiro para evitar que la troza tope con las extremidades de los bueyes y no les cause daños, pues en algunos casos la velocidad de desplazamiento de la troza por la gravedad puede ser mayor que el avance de los bueyes (véase Figura 36 tramos aa y bb).

En base a un informe técnico de actividades presentado en 1980 por el Complejo Forestal y Madereo de Pangupulli 2/ y a conversaciones sostenidas con boyeros de la zona, se determinaron distancias de madereo hasta 1 500 m y una distancia promedio de 700 m. Lo anterior se debe especialmente al aprovechamiento selectivo de las especies forestales y la lejanía de las canchas de acopio y de los caminos principales, lo que implica un arrastre de trozas a grandes distancias. En 1980 el volumen de madera movilizadado en el Complejo fue de 83 000 m³, de los cuales 31 000 m³ fueron madereados con bueyes y 52 000 m³ con tractores forestales de ruedas y tractores de orugas y de este último volumen 31 000 m³

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

2/ Zona forestal de bosque nativo localizada en la X Región, Provincia de Valdivia, con una extensión aproximada de 240 000 ha, siendo alrededor del 50% productivo. En el mes de Noviembre de 1983 tenían asiento en dicho lugar 2 aserraderos estables con sierra sinfín, 2 aserraderos portátiles, 3 aserraderos estables con sierra circular y una fábrica de tableros de madera contrachapada, siendo todas las anteriores pequeñas instalaciones.

se movilizaron con bueyes como apoyo a los tractores. Para el arrastre de los volúmenes mencionados anteriormente se empleó un total de 124 yuntas de bueyes, las que arrojaron en promedio un rendimiento por yunta de 3,25 m³ por día, 75,5 m³ por mes y 500 m³ por año.

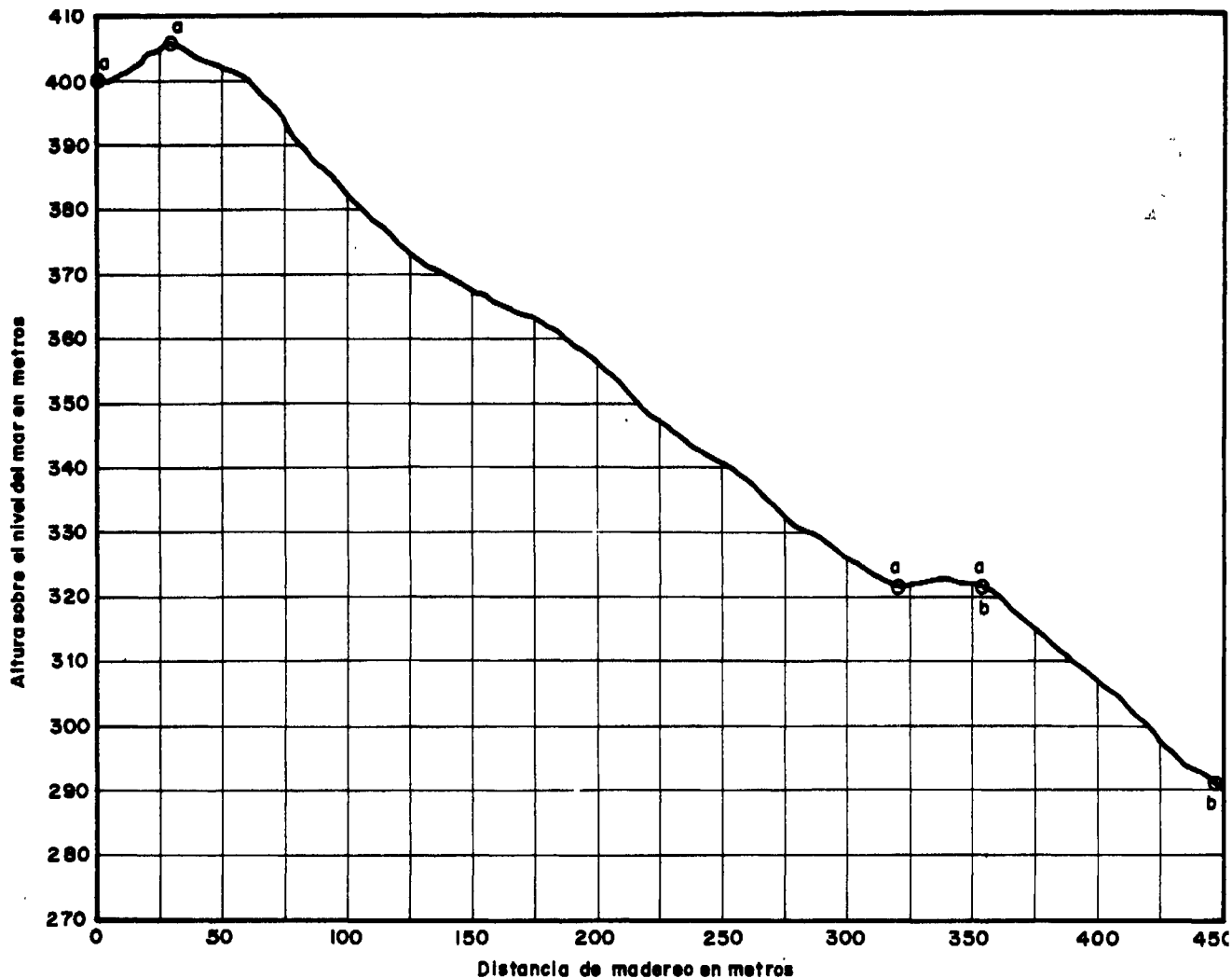


Figura 36. Perfil de un sendero, en el maderío con bueyes en bosque nativo.

Es importante destacar el sistema de maderío conocido como "cuarteo" que consiste en arrastrar una troza empleando dos o más yuntas de bueyes cuando el peso y volumen no permiten (por lo general superior a 1 300 kg) que una yunta de bueyes pueda producir la fuerza para iniciar el arrastre.

Un caso de cuarteo consiste en colocar dos gatas en la parte frontal de la troza, de tal manera que una gata quede arriba y otra abajo. La gata superior es tirada por una yunta de bueyes con un tiro muy corto a fin de levantar levemente la troza. La gata inferior es jalada con un tiro más largo por una o más yuntas de bueyes hacia adelante (véase Figuras 37 y 38).



Figura 37. Madereo con bueyes en bosque nativo por el sistema de "cuarteo" (Neltume, Chile).



Figura 38. Colocación frontal de la cadena con ganchos en la troza, para realizar madereo por "cuarteo". (Neltume, Chile).

Por las condiciones mencionadas anteriormente, el madereo en bosque nativo debe realizarse cuesta abajo; los boyeros han de tener buena experiencia y en lo posible por un mismo sendero de madereo es conveniente que trabajen dos o más yuntas de bueyes a fin de que se puedan auxiliar por el sistema de "cuarteo" cuando las situaciones así lo exijan. De igual manera, a causa de la rudeza del trabajo el tiempo por jornada es de 5 a 6 horas, pretendiendo con ello dar un buen descanso a los bueyes.

6.2.1 Descripción de las condiciones del estudio

El estudio del madereo con bueyes en bosque nativo se realizó en el sitio conocido con el nombre de "Pellinada", localizado en la Cordillera de Los Andes, Provincia de Valdivia, X Región, a una altura aproximada de 400 m sobre el nivel del mar con una topografía muy accidentada. Los suelos de la zona pertenecen a la serie Malihue, son franco arcillo arenosos, de texturas moderadamente finas hasta los 65 cm, sueltos en superficie y ligeramente duros a duros en profundidad, friables, ligeramente plásticos y ligeramente adhesivos. (IREN-UACH, 1978).

Las faenas estudiadas se realizaron en un bosque sobremaduro, de propiedad de una empresa forestal 1/. El aprovechamiento era selectivo y dirigido hacia las especies de alto valor comercial a saber: coigüe (Nothofagus dombeyi), laurel (Laurelia sempervirens), lingüe (Persea lingue), olivillo (Aextoxicon punctatum), tepa (Laurelia philippiana), tino (Weinmania trichosperma) y ulmo (Eucryphia cordifolia).

La distribución de las especies en el bosque a partir de los 40 cm de diámetro a la altura del pecho es como sigue: tepa, 6 árboles/ha; ulmo, 2 árboles/ha; coigüe, 3 árboles/ha; olivillo, 3 árboles/ha; otras (mañío, canelo, laurel, roble) 8-10 árboles/ha 2/.

Las trozas sometidas a madereo tenían dos dimensiones longitudinales bien definidas de acuerdo a su aprovechamiento a saber: para aserrío, 3,60 m de largo, y 0,30 m de diámetro mínimo; y para la producción de chapa, 2,80 m de largo y 0,48 m de diámetro mínimo.

En el momento de tomar la información de terreno, existían en el sitio de estudio 30 yuntas de bueyes, y de ellas se estudiaron cuatro parejas de animales con un peso aproximado de 600 kg por cada buey, guiados por boyeros con más de 5 años de experiencia. Las faenas se analizaron durante 5 jornadas en las que se registraron 23 ciclos de trabajo sobre una distancia máxima de 460 m



Figura 39. Madereo con bueyes en bosque nativo. (Neltume, Chile).

- 1/ EMASIL. Empresa conformada por una planta de tableros de madera contrachapada, con una producción actual de 300 - 350 m³/mes, y un aserradero con una producción actual de 670 m³/mes. (Información suministrada por el Ingeniero Forestal Germán Oettinger).
- 2/ Información suministrada por el Ingeniero Forestal Germán Oettinger.

Los senderos de madereo, eran angostos y en la mayoría de los casos con raíces y ramas. La pendiente promedio de los senderos osciló entre -20 y -32% (cuesta abajo) y en algunos tramos cortos se midieron pendientes de hasta -60%.

Presentación de resultados, análisis y discusión

a. Velocidad y carga

La velocidad promedio de los bueyes para el viaje vacío fue de 0,43 m/s, y de 0,40 m/s para el viaje con carga.

La carga promedio de madereo fue de 1,19 m³, equivalente a 1 268 kg aproximadamente 1/. La carga máxima registrada fue de 2,64 m³ correspondiente a una troza de coigüe (Nothofagus dombeyi), lo que equivale a 2 905 kg, es decir 1 453 kg por cada buey. Estos volúmenes se pueden considerar muy altos, sin embargo no han de causar asombro, pues las pendientes fuertes favorecen el arrastre de las trozas.

b. Tiempo.

La ecuación del tiempo por ciclo de trabajo ha sido hallada en función de la distancia; y el tiempo por metro cúbico en función de la distancia y del volumen promedio de carga.

$$t = 1\,446,138 + 5,130 x$$

$$T = 1\,218,313 + 4,332 x$$

donde:

$$t = \text{tiempo por ciclo de trabajo } \underline{2/}$$

$$T = \text{tiempo por metro cúbico } \underline{2/}$$

$$x = \text{distancia, en metros.}$$

Algunos valores de tiempo para diferentes distancias de madereo obtenidas a partir del desarrollo de las anteriores ecuaciones aparecen en el Cuadro 6-1 del Anexo 6, y su representación gráfica se visualiza en la Figura 40.

1/ La densidad obtenida para calcular el peso promedio de la carga de madereo se halló en base a la media de los pesos verdes de las especies forestales maderadas por los bueyes y cuyos valores se tomaron a partir de las densidades propuestas por Torres (1971) a saber: coigüe, 1,10 t/m³; laurel 0,99 t/m³; lingue, 1,09 t/m³; olivillo, 1,00 t/m³; tepa, 1,00 t/m³; tinea, 1,10 t/m³; ulmo, 1,18 t/m³.

2/ Valores del tiempo expresados en centésimas de minuto.

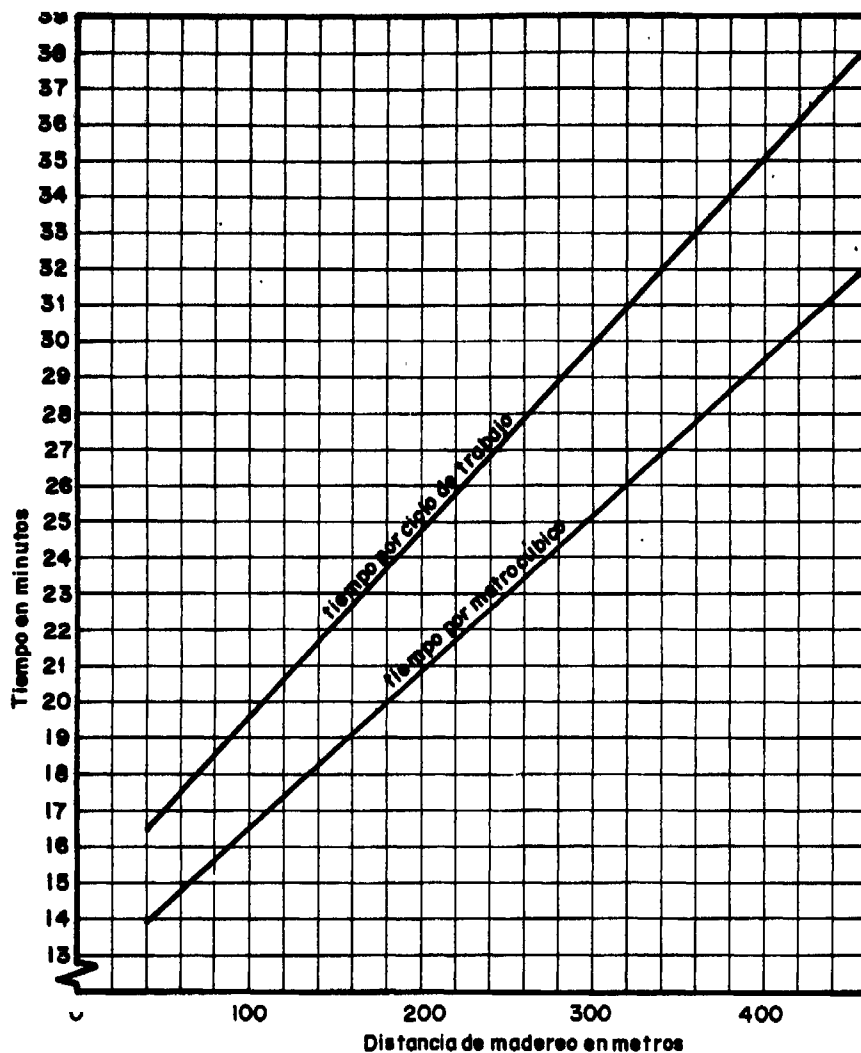


Figura 40. Tiempos en minutos por ciclo de trabajo y por metro cúbico para madereo con bueyes en bosque nativo en pendientes de -20 a -32%.

El 77,52% del tiempo total registrado correspondió al tiempo inherente a los ciclos de trabajo (distribuidos así: viaje sin carga 28,72%, carga 14,93%, viaje con carga 30,58% y descarga 3,29%), y el 22,48% se registró como tiempo suplementario computable, el cual a su vez se distribuye de la siguiente manera: 10,05% en descanso de los bueyes, 8,84% en alargar y acortar tiro, y 3,59% en quitar ramas y otros obstáculos. Esta descomposición proporcionada a los tiempos da una idea del trabajo fuerte y duro ejecutado por los bueyes en bosque nativo, donde constantemente los animales deben descansar para evitar fatigas extremas.

El tiempo promedio de carga obtenido es de 3,39 minutos y el tiempo de descarga es de 0,78 minutos.

Rendimiento.

La ecuación de rendimiento hallada en el estudio está en función de la distancia de arrastre y del volumen de carga, considerando un volumen promedio de 1,187 m³ para todos los ciclos de trabajo. La expresión matemática es como sigue:

$$R = \frac{7\,122}{1\,446,138 + 5,130 x}$$

donde:

R = rendimiento, en metros cúbicos por hora.

x = distancia de madereo, en metros.

Valores del rendimiento hallados a partir de la ecuación anterior están consignados en el Cuadro 6-1 del Anexo 6, y a partir de ellos se obtuvo la Figura 41.

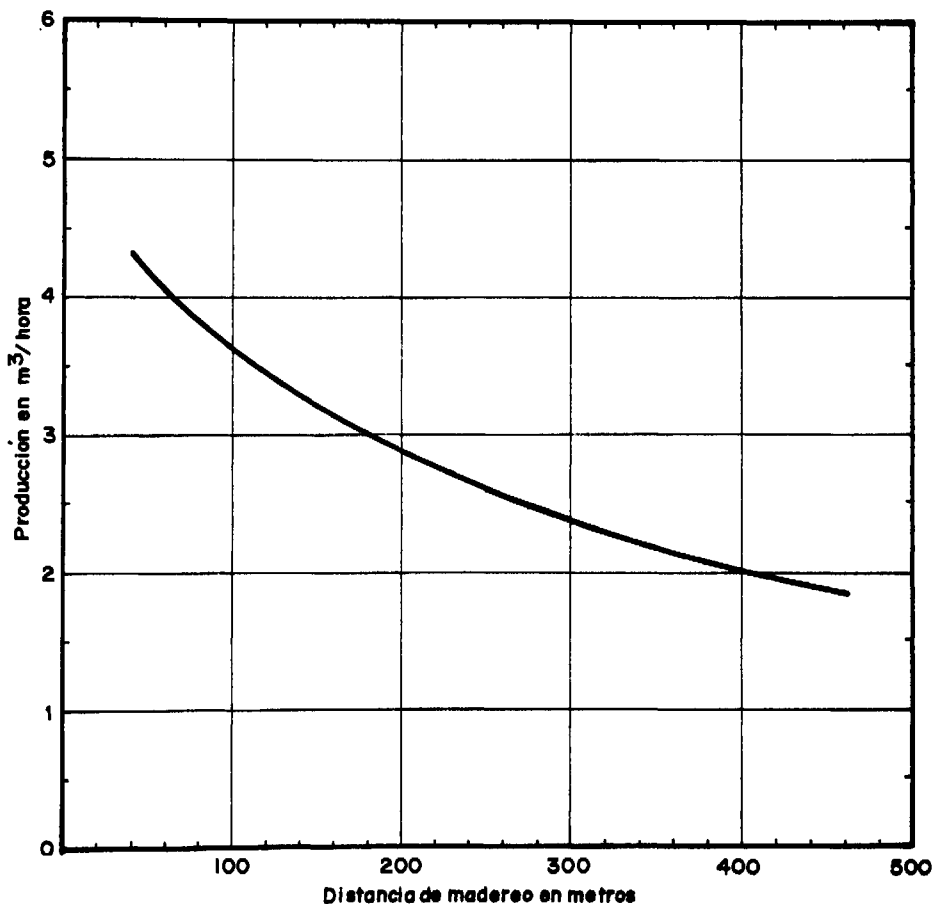


Figura 41. Rendimiento en metros cúbicos por hora para madereo con bueyes en bosque nativo en pendientes de -20 a -32%.

Las estimaciones del rendimiento para diferentes distancias de madereo consideran exclusivamente los tiempos abarcados en el madereo propiamente dicho y en ningún momento involucran los lapsos transcurridos en apilar o cargar camiones, ya que en muchas ocasiones los bueyes combinan el arrastre con estos trabajos. El rendimiento por hora para una distancia de 460 m es de 1,87 m³.

d. Costos.

Las ecuaciones de costos obtenidos en función del volumen y la distancia son:

$$C \text{ (m}^3\text{)} = 15,9112 + 0,0564 x \text{ (en pesos chilenos)}$$

$$C \text{ (m}^3\text{)} = 0,1835 + 0,0007 x \text{ (en dólares)}$$

donde:

$$C \text{ (m}^3\text{)} = \text{costo, en pesos chilenos o en dólares}$$

$$x = \text{distancia de madereo, en metros.}$$

En el Cuadro 6-2 del Anexo 6, se dan los costos por metro cúbico en pesos chilenos y en dólares para diferentes distancias de madereo, y la ilustración gráfica de los costos se observa en la Figura 42.

El costo horario del madereo con bueyes en bosque nativo no inmiscuye el valor de la alimentación normal por día ni la alimentación especial, ya que a los bueyes en este tipo de faena se les da libre pastoreo cerca de los bosques; pero considera los gastos originados en la adquisición de la gata por ser este elemento de mucho uso en estas faenas. Por esta razón el costo horario resulta un poco más económico, comparado con el costo horario en bosques de pino radiata.

No es usual realizar arrastre de trozas en bosque nativo a distancias cortas, y por lo general el madereo se inicia a partir de los 200 m para lo cual da un valor de 27,19 pesos chilenos por metro cúbico, equivalentes a 0,31 dólares; y el costo de madereo por metro cúbico para 460 m es de 41,85 pesos chilenos, correspondientes a 0,48 dólares.

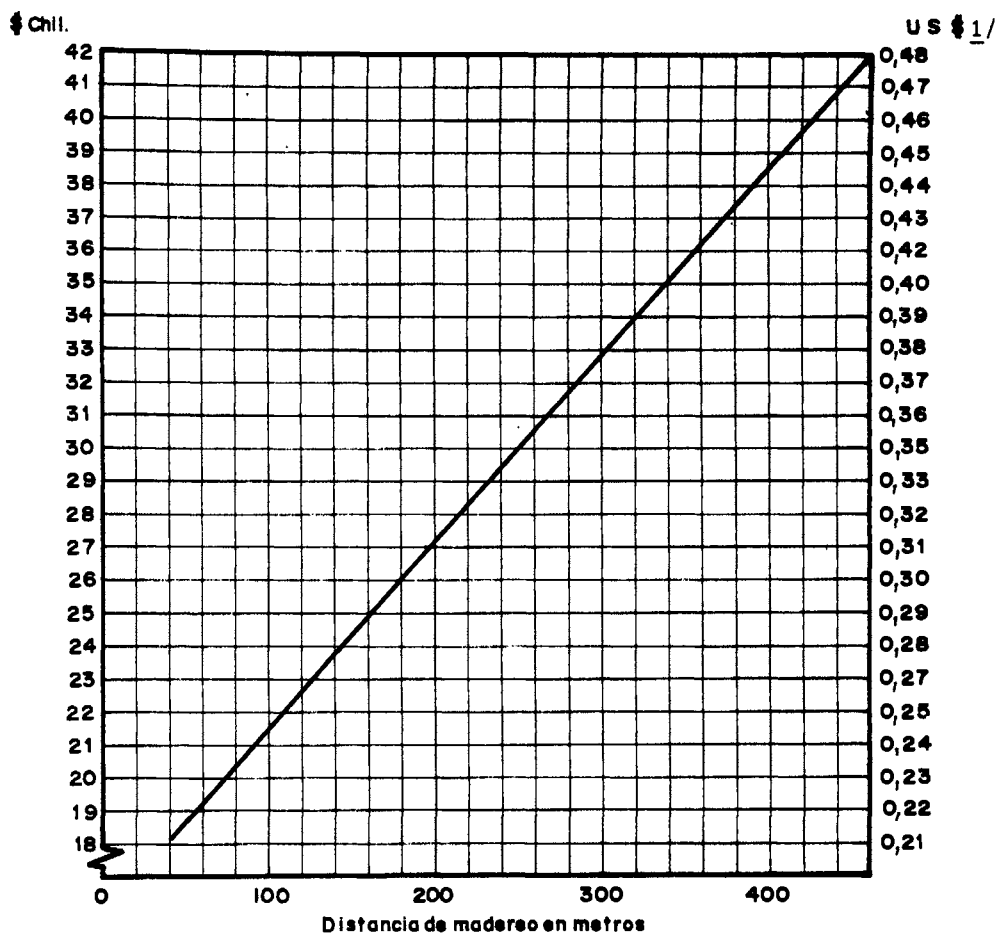


Figura 42. Costo por metro cúbico para maderero con bueyes en bosque nativo en pendientes de -20 a -32%.

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

PARTE III

MADEREO CON TRACTORES AGRICOLAS

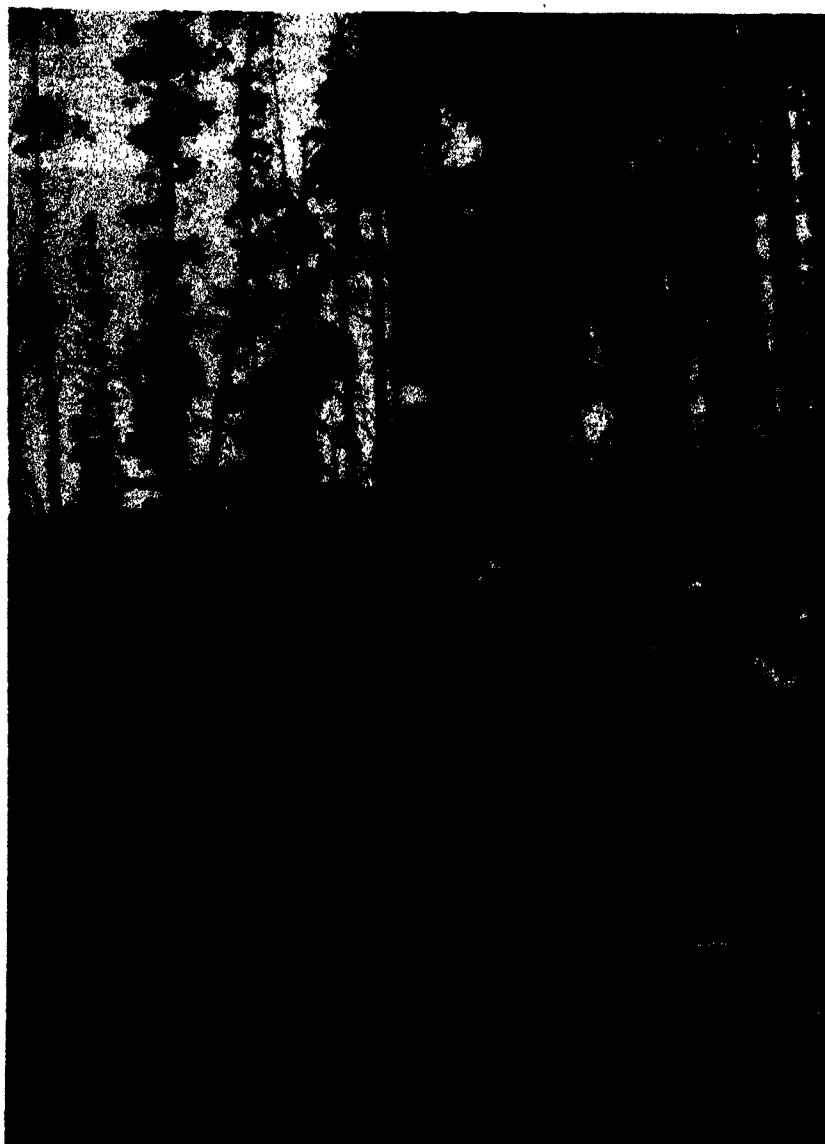


Figura 43. Madereo de trozas mediante el empleo de un tractor agrícola con winche.
(Lastarria, Chile).

1. ANTECEDENTES

Los tractores agrícolas constituyen una herramienta de uso múltiple con muchas aplicaciones en el campo agrícola sobre todo en la preparación de suelos y en menor escala para sembrar, ejecutar trabajos en praderas y como medio de transporte de cargas con carros de arrastre.

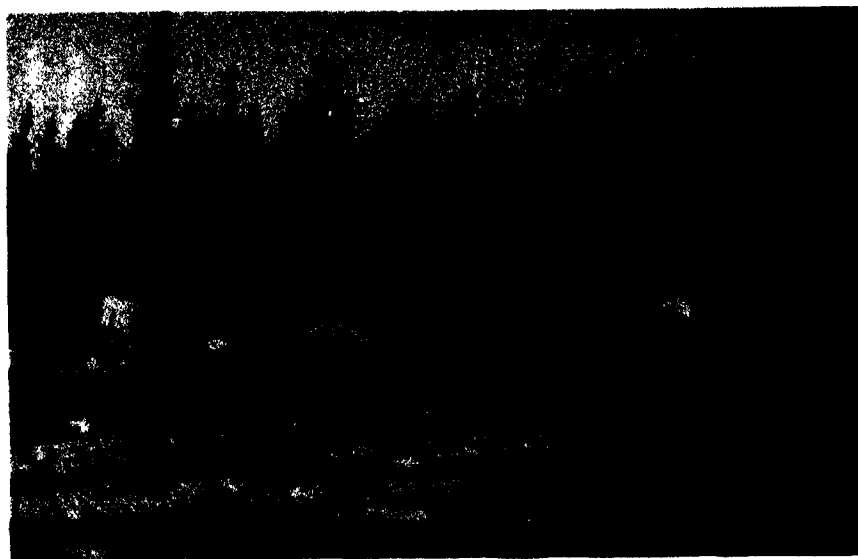


Figura 44. Transporte de trozas con tractor agrícola y carro de arrastre.
(San Ignacio de Palomares, Chile).

En el sector forestal los tractores agrícolas se usan especialmente como medio de transporte y para realizar madereo de trozas en bosques plantados. Para el madereo, los tractores requieren de un winche accionado por la toma de fuerza del tractor.

En Chile, los tractores agrícolas con estos dispositivos se encuentran representados por un número muy reducido, siendo utilizados especialmente por empresas y aserraderos pequeños. Con el propósito de analizar este tipo de madereo y analizar los rendimientos y costos de producción, se realizó un estudio en una zona pinera. Las condiciones técnicas y resultados se detallan en los capítulos siguientes.

2. DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES DEL ESTUDIO

El estudio de madereo con tractor agrícola se realizó en un bosque de pino radiata ubicado en las cercanías de Lastarria, perteneciente a la IX Región. La zona de estudio está localizada en la Cordillera de la Costa a una altura de 447' m sobre el nivel del mar, con una topografía de "ondulada a quebrada". Los suelos pertenecen a la serie Santa Bárbara, caracterizados de los 0 a 25 cm por ser franco arenosos, muy finos, ligeramente plásticos y ligeramente adhesivos (CHILE/OEA/BID/1964).

El bosque correspondió a un rodal de 32 años de edad, no intervenido, es decir sin podas ni raleos, con una altura media de 35 m, diámetro medio a la altura del pecho de 48 cm y densidad de 680 árboles/ha. El sistema de volteo empleado fue a tala rasa.

Se efectuó maderero de trozas de 2,80 a 3,60 m de longitud hasta árboles enteros de 22 m con un diámetro mínimo de 20 cm en uno de sus extremos.

El maderero fue cuesta arriba en una pendiente promedio de + 5,85% y sobre una distancia máxima de 70 m. Los senderos no se trazaron previamente, ni fueron sometidos a ningún tipo de acondicionamiento.

El tractor no poseía lastrado, es decir, un peso colocado generalmente sobre la parte delantera, ya sea sobre el chasis o sobre las ruedas motrices; por esta razón cuando se ejercía tracción con cargas muy pesadas, especialmente árboles enteros, el tractor se alzaba sobre las ruedas traseras y en otras ocasiones tendía a resbalar.

La toma de información para el estudio se realizó en 5 jornadas de trabajo, en las que se registró un total de 83 ciclos de trabajo, siendo la muestra estadísticamente representativa. El tractorista poseía una experiencia de 7 años y el estrobero 3 años.

3. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL TRACTOR

3.1 Aspectos generales

Marca	Universal, modelo U-650 M de potencia media.
Altura total	2,42 m
Longitud total	4,20 m, desde la parte anterior de las ruedas delanteras hasta la parte posterior de las ruedas traseras.
Ancho	2,05 m medidos sobre las partes externas de los guardabarros traseros.
Peso	2 980 kg
Radio mínimo de viraje	3,4 m con eje delantero de trocha ancha.
Fuerza de tracción	1 700 kgf, con patinaje del 20% (determinado en rastrojo).
Velocidades para un giro del eje del cigüeñal de 1 800 rpm	I, de 2,58 a 3,83 km/hora; II, de 4,16 a 6,16 km/hora; III, de 5,78 a 8,56 km/hora; IV, de 7,68 a 11,38 km/hora; V, de 18,18 a 26,94 km/hora.

3.2 Motor

Modelo	D-110
Tipo de motor	Diesel, 4 tiempos, de inyección directa.
Potencia nominal continua del motor	65 hp
Giro del cigüeñal para la potencia nominal	1 800 rpm
Momento del motor para el giro nominal	25,8 mkgf.

Momento máximo del motor (para 1 250 rpm)	29,5 mkgf
Número y colocación de cilindros ..	4 cilindros verticales en línea.
Diámetro carrera	108/130 mm
Cilindrada total	4,76 litros

3.3 Neumáticos

Delanteros	6,50 - 20
Traseros	14,0 - 38

3.4 Sistema hidráulico

Modelo de la bomba	FS-PR3
Presión de la bomba	100 kgf/cm ² (mínima) y 130 kgf/cm ² (máximo)
Caudal de la bomba	40 litros/minuto.

3.5 Toma de fuerza

Caracterizada por tener 536 rpm para toma independiente; de 161,2 a 238,5 rpm para la I velocidad; de 260 a 385 rpm para la II velocidad y de 359 a 534 rpm para la III velocidad.

3.6 Winche

Montado en la parte trasera del tractor. El funcionamiento mecánico es producido directamente por la toma de fuerza, la cual gira en el sentido de las manecillas del reloj, y puede funcionar independientemente de la transmisión o sincronizado con la velocidad de desplazamiento del tractor.



Figura 45. Madereo con el tractor agrícola empleando la polea superior del winche. (Lastarria, Chile).



Figura 46. Madereo con el tractor agrícola, empleando el tambor del winche (Lastarria, Chile).

Externamente el dispositivo de madereo lo componen principalmente una polea de acero superior, de 8 pulgadas de diámetro que permite llevar trozas cortas sin producir roce con el terreno, es decir suspendidas (véase Figura 45); y un tambor inferior del winche, de 18 pulgadas de diámetro, accionado directamente por el eje de la toma de fuerza, destinado a enrollar el cable, y cuya función principal es tirar la troza hasta dejarla en la parte posterior del tractor, de tal manera que se pueda iniciar el viaje con carga. El tambor del winche se utilizó, especialmente para maderear, por arrastre, trozas superiores a 3,60 m de longitud (véase Figura 46).

4. PRESENTACION DE RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION

4.1 Velocidad y carga

La velocidad sin carga registrada correspondió a 0,72 m/s, y a 0,68 m/s para los viajes con carga.

El volumen promedio de madereo por ciclo de trabajo fue de 0,69 m³, y la carga máxima fue de 2,18 m³, equivalentes a 730 y 2 306 kg respectivamente ^{1/}.

4.2 Tiempo

Del tiempo total registrado el 11,74% correspondió a los tiempos suplementarios computables que consistieron especialmente en quitar obstáculos de la vía y arreglos mecánicos; y el 88,26% restante abarcó los momentos del ciclo de trabajo distribuidos así: viaje sin carga 15,39%; carga 49,12%, viaje con carga 16,20%; y descarga 7,55%.

^{1/} 1 m³ de pino radiata verde = 1 058 kilogramos (Ferrocarriles del Estado de Chile, citado por Pugin).

El tiempo promedio de carga fue de 2,87 minutos, el cual resulta relativamente alto comparado con los demás momentos del ciclo. La causa se debe especialmente a que el tractor no iniciaba el viaje con carga desde el mismo sitio de ubicación de la troza, sino que se estacionaba a una distancia de la troza de 20 a 30 m aproximadamente, realizando inicialmente el arrastre con el winche hasta dejarla colocada en posición de carga y luego emprender la marcha. Es decir el tiempo de carga abarcó desde el momento en que el tractor se estacionó hasta el instante en que se inició la marcha con la troza en su parte posterior.

Las ecuaciones de tiempo halladas por el método de los mínimos cuadrados, incluyendo los tiempos suplementarios computables son:

$$t = 531,111 + 1,408$$

$$T = 614,464 + 1,628$$

donde:

t = tiempo por ciclo de trabajo, en centésimas de minuto.

T = tiempo por metro cúbico, en centésimas de minuto.

x = distancia de madereo, en metros.

La ecuación del tiempo por ciclo de trabajo está en función de la distancia, y la del tiempo por metro cúbico en función de la distancia y el volumen promedio de carga.

Reemplazando valores de distancia en las ecuaciones anteriores, se obtuvieron los respectivos tiempos, los que aparecen consignados en el Cuadro 7-1 del Anexo 7, y representados en la Figura 47.

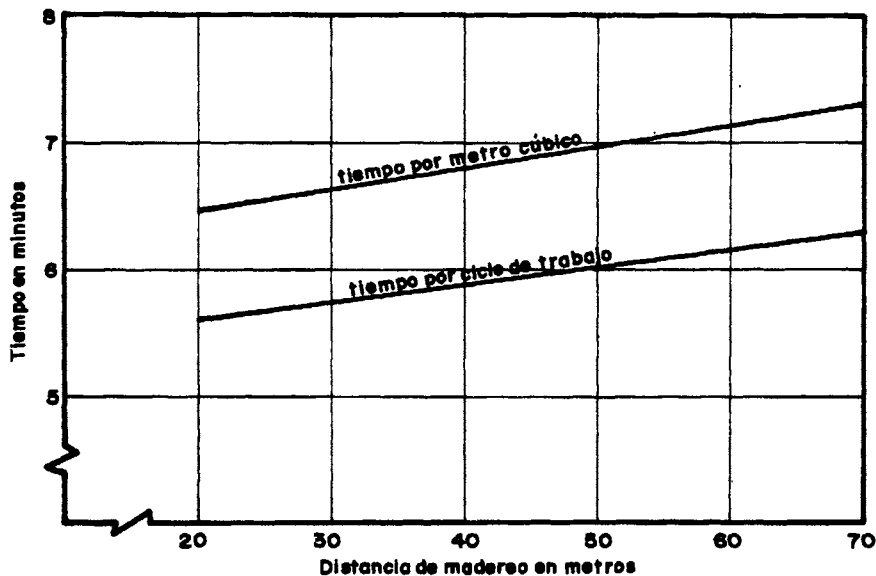


Figura 47. Tiempos en minutos por ciclo de trabajo y por metro cúbico para madereo con tractor agrícola en pendiente de +0,15 a +9,38%.

Los tiempos por ciclo de trabajo para las distancias de madereo registradas entre 20 y 70 m fueron de 5,60 y 6,30 minutos respectivamente; y el tiempo por metro cúbico fue de 6,47 y 7,28 minutos para las mismas distancias.

4.3 Rendimiento

La ecuación de rendimiento es la siguiente:

$$R = \frac{5\,190}{531,511 + 1,408 x}$$

donde:

R = rendimiento, en metros cúbicos por hora.

x = distancia de madereo, en metros.

En el Cuadro 7-1 del Anexo 7, se indican los rendimientos para diferentes distancias, las que a su vez se representan en la Figura 48.

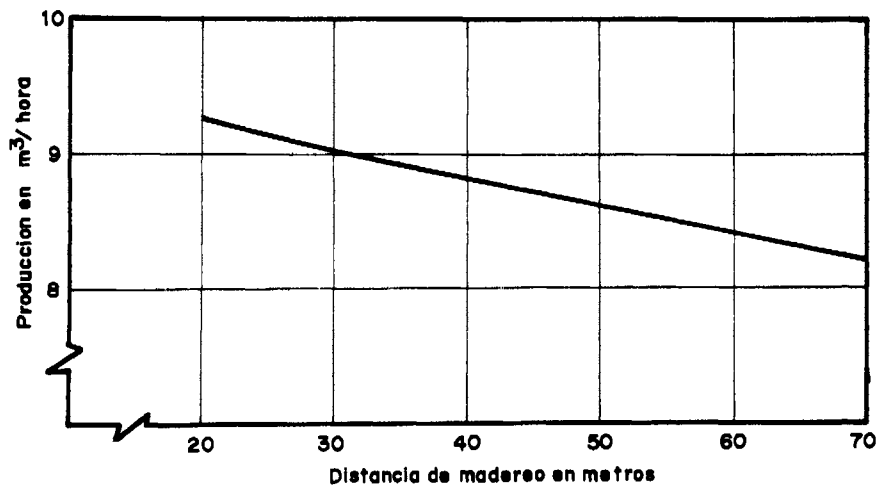


Figura 48. Rendimiento en metros cúbicos por hora, para madereo con tractor agrícola en pendientes de +0,15 a +9,38%.

Para la distancia de madereo de 20 a 70 m, el rendimiento por hora es de 9,27 a 8,23 m³.

4.4 Costos

La información fundamental para calcular el costo de madereo tanto de la mano de obra empleada en la experiencia, como los relacionados con el tractor agrícola, actualizados y vigentes hasta diciembre de 1983, está en el Anexo 8. Las ecuaciones obtenidas son:

$$C \text{ (m}^3\text{)} = 67,400 + 0,1785 x \text{ (en pesos chilenos)}$$

$$C \text{ (m}^3\text{)} = 0,7768 x 0,0021 x \text{ (en dólares)}$$

donde:

x = distancia de madereo, en metros.

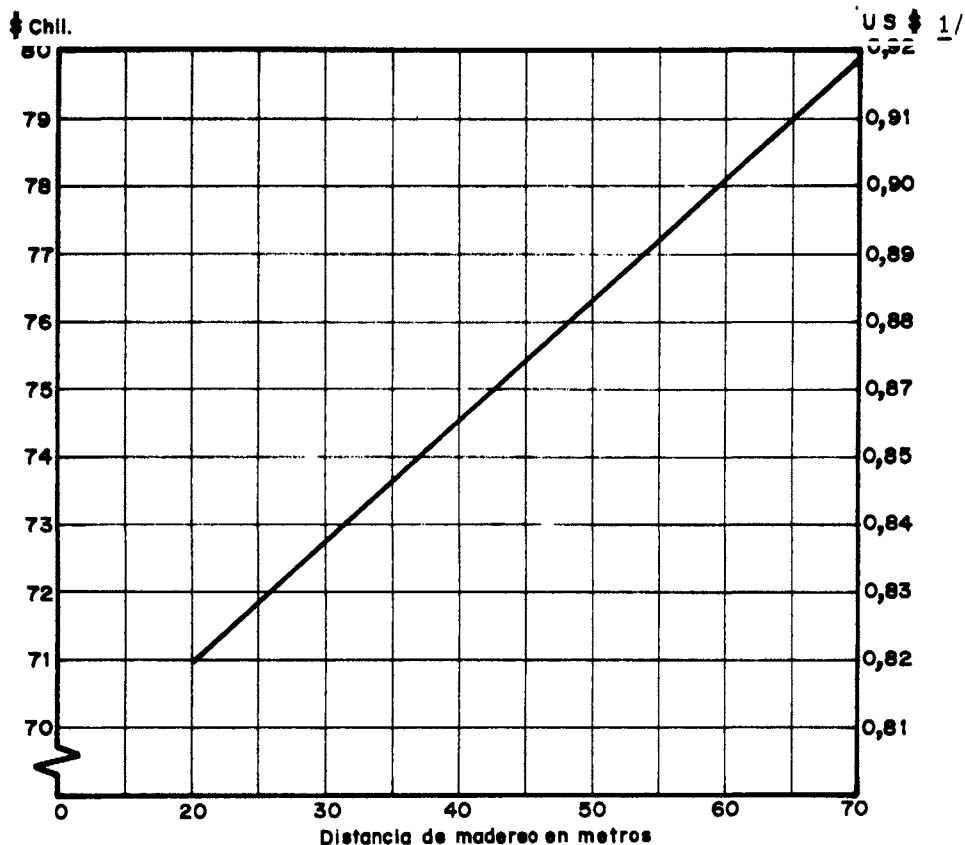


Figura 49. Costo por metro cúbico, para madereo con tractor agrícola en pendientes de +0,15 a +9,38%.

Los costos por metro cúbico en pesos chilenos y en dólares para las distancias registradas en el estudio están consignados en el Cuadro 7-1 del Anexo 7, y su representación gráfica lo ilustra la Figura 49.

El costo por metro cúbico en el madereo de trozas con el tractor agrícola para una distancia de 20 a 70 m está comprendido entre 70,97 y 79,89 pesos chilenos, equivalentes a 0,82 y 0,92 dólares respectivamente.

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de Diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las faenas estudiadas en el arrastre de trozas con bueyes han demostrado su utilización tanto en bosques plantados como en bosques nativos, con resultados favorables en el aspecto técnico y económico, reflejados de tal manera, que hoy en día empresas forestales chilenas con buena capacidad de producción abastecen en gran porcentaje sus industrias, utilizando estos animales de trabajo, sin que ello signifique atraso técnico.

Los equipos de maderero utilizados para los bueyes son muy conocidos y están al alcance de las personas de escasos recursos, pueden ser fabricados artesanalmente por los boyeros, quienes sólo necesitan comprar los ganchos y la cadena. La cadena de maderero se ha empleado por muchos años con resultados positivos, es y seguirá siendo el elemento indispensable en el maderero con bueyes, y aunque pudiera sustituirse por cables, sogas u otros equipos accesorios como carros y carretas, tiene muchas ventajas sobre los demás a saber: es fácil de maniobrar, ocupa poco espacio, es de poco peso y costo, permite atar y soltar la carga en forma rápida y se puede utilizar indistintamente para maderero de trozas aserrables o pulpables, es decir, para arrastrar desde una hasta varias trozas de diferentes tamaños y en distintos tipos de pendientes.

El uso del tractor agrícola con winche resulta más costoso comparado con el sistema tradicional de maderero con bueyes, debido al costo de inversión, reparaciones, combustible y lubricantes. Aunque el rendimiento supera al de los bueyes, el costo por metro cúbico es superior y haciendo una analogía de costos se puede entender mejor el problema. El costo por metro cúbico empleando el tractor en una distancia de arrastre de 70 m y una pendiente de + 0,15 a + 9,38% es de 79,89 pesos chilenos (0,92 US\$), valor superior a los bueyes a saber: en bosque nativo el costo por metro cúbico en 465 m es de 41,85 pesos chilenos (0,48 US\$) para una pendiente de -20 a -32%; en plantaciones de pino radiata el costo en sentido ascendente, que es la forma más negativa en el maderero con animales, para una distancia de 80 m fue de 32,86 pesos chilenos (0,38 US\$). Hay que señalar, sin embargo, que no se usaban estobos en el caso de maderero con tractor, lo que demora la carga e incide fuertemente en el tiempo del ciclo debido a las cortas distancias de maderero estudiadas.

La carga máxima en el maderero con bueyes se registró en el bosque nativo, donde una yunta de aproximadamente 600 kg de peso por buey, arrastró cuesta abajo, en una pendiente promedio de -31,11% y sobre una distancia de 138 m una carga de 2 905 kg, es decir, 1 453 kg por cada buey, equivalente al 246% del peso de un solo buey. En condiciones normales de maderero en plantaciones de pino radiata, el peso arrastrado por una yunta de bueyes cuesta abajo osciló entre 529 y 1 058 kg, o sea, de 0,50 a 1,00 m³; en maderero cuesta arriba el peso de la carga fluctuó de 317 a 423 kg, es decir, de 0,30 a 0,40 m³. En bosque nativo el peso por carga es casi siempre superior a 1 000 kg.

El maderero con bueyes debe realizarse en lo posible cuesta abajo, con lo cual se consigue menos cansancio de los bueyes y mayor vida útil, mayor rendimiento y menores costos. El maderero cuesta arriba presenta como principal limitante la fatiga constante de los animales y bajo volumen de carga, originando un menor rendimiento que disminuye aún más con la distancia. En lo posible el maderero en sentido ascendente debe evitarse y en caso de realizarse, sólo es aconsejable hasta distancias cortas en pendientes máximas del 20%. Asimismo, se recomienda no trabajar con bueyes en terrenos pantanosos, pues el peso de los animales más el de la carga dificultan el desplazamiento.

En zonas donde las condiciones topográficas impiden la penetración de maquinaria, los bueyes se constituyen en elementos para extraer la madera, y aunque el rendimiento no es muy alto, para muchas personas de bajos recursos constituye un medio de subsistencia.

Si bien es cierto que la presente investigación no abarcó el madereo con caballos, es conveniente realizar un estudio a fin de actualizar el realizado por Soto en 1971, teniendo en cuenta que en esa época se trataba de introducir el caballo en el madereo. Se prevé que hoy en día la experiencia haya mejorado. En la actualidad este estudio puede realizarse en las cercanías de la ciudad de Constitución donde se maderea con caballos.

Finalmente el autor del presente trabajo recomienda realizar las siguientes investigaciones relacionadas con los bueyes de trabajo: continuar estudios de madereo en bosque nativo donde el madereo alcanza y sobrepasa distancias de 1 500 m, realizar estudios del esfuerzo de tracción y energía producida por los bueyes de madereo y finalmente, investigar las necesidades alimenticias de estos animales de trabajo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. AGENJO CECILIA, CESAR. Ganado vacuno. Editorial Espasa Calpe. Madrid. 537 p. 1945
2. ANAYA LOPEZ, HECTOR. Transporte forestal con tractores, cables, helicópteros y globos. 1975 Seminario FAO/SIDA/MEXICO, sobre el transporte de trozas en países de América Latina. FAO (93-126). Roma.
3. ANAYA LOPEZ, HECTOR; QUEVEDO V. TOMAS. Metodología para determinar costos y 1975 rendimientos en operaciones de apeo y transporte forestal. Seminario FAO/SIDA/MEXICO sobre el transporte de trozas en países de América Latina. FAO (127-152). Roma.
4. BEZADA, AMADOR; FRISK, TORSTEN. Estudio sobre la operación de tractores forestales 1980. de ruedas en Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003, mejoramiento de los sistemas de extracción y transformación forestal. Documento de trabajo No. 4 FAO (36-39). Lima, Perú.
5. BOOK, T.V. Patología veterinaria en 300 imágenes. Traducido al español por Manuel 1977 Barberón. Editorial Aedos. Barcelona. 176 p.
6. CARDIEL MATEUS, LUIS. Tiempos y tareas, como medir, como calcular. Editorial Limusa. 1974 México. 177 p.
7. CATERPILLAR TRACTOR CO. Costos de posesión y operación. Rendimiento de los productos 1975 Caterpillar. Quinta Edición. (1-40) México.
8. CONAF, INFOR. Estadísticas forestales 1982. Serie informática No. 11. Santiago de 1983 Chile. 84 p.
9. CONAF, INFOR. Exportaciones forestales chilenas. Serie informática No. 12. Santiago 1983 de Chile. 84 p.
10. CONAF, INFOR. La industria del aserrío durante 1982. Santiago de Chile. 73 p. 1983
11. CORDOVA, NILO; FRISK, TORSTEN. Estudio de rendimiento potencial y extracción forestal 1979 en el bosque nacional Alexander von Humboldt. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003, mejoramiento de sistemas de extracción y transformación forestal. Documento de trabajo No. 1. FAO. Lima, Perú. 28 p.
12. CHILE/OEA/BID. Suelos. Proyecto aerofotogramétrico. Publicación No. 2. Instituto 1964 de Investigación de Recursos Naturales (IREN), CORFO. Santiago de Chile. 391 p.
13. DE LA MAZA, T., ELVIRA M.L.E.; GARCIA F.M. El empleo de la tracción animal en los 1967 aprovechamientos forestales. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid. 195 p.

14. DONOSO ZEGERS, CLAUDIO. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento 1981 de trabajo No. 38. FO:DP/CHI/76/003. Proyecto de Investigación FAO/PNUD/CONAF. Santiago de Chile. 70 p.
15. DONOSO ZEGERS, CLAUDIO. Ecología forestal y su medio ambiente. Facultad de Ciencias 1981 Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 369 p.
16. DRUMMOND, R.O, Enfermedades del ganado transmitidas por las garrapatas y sus 1976 vectores. Revista mundial de zootecnia. FAO. No.19 (28-33). Roma.
17. EISENHAUER, GEORG. Estudio de racionalización de las faenas de volteo y saca en una 1969 plantación de pino insigne. Publicación Científica No. 14. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 37 p.
18. ENSMINGER, E.M. Manual del Ganadero. Biblioteca de producción animal. Danville 1970 (Illinois). 788 p.
19. FAO. Estudio de tiempos y productividad, elaboración de la madera para la industria 1970 de la celulosa y el papel. Instituto de Ordenación de Vertientes e Ingeniería Forestal de Argentina. Informe preparado para el Gobierno de Argentina por la FAO. Roma. 23 p.
20. FAO. Tecnología básica en operaciones forestales. Estudio de Montes No. 36. Roma. 1983 122 p.
21. FAO. La explotación maderera y el transporte de trozas en el monte alto tropical. 1974 Cuaderno de Fomento Forestal No. 18. Roma. 99 p.
22. FRISK, TORSTEN; GUELL, GUILLERMO. Madereo mecanizado con tractor forestal articulado. 1972 Instituto Forestal de Chile. Informe Técnico No. 40. Santiago de Chile. 59 p.
23. GOE, R.M. Situación actual de las investigaciones sobre tracción animal. Revista 1983 mundial de zootecnia. FAO No. 45. (2-17). Roma.
24. HERNANDEZ GARCES, EDUARDO. Evaluación de costos por etapas de producción de madera 1969 aserrada en una empresa maderera del bosque nativo. Tesis de Grado. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 95 p.
25. HOPFEN, H.J. Aperos de labranza para las regiones áridas y tropicales. Edición 1970 revisada. FAO. 154 p.
26. INNS, F.M. La fuerza animal de producción agrícola con referencia especial a 1980 Tanzania. Revista mundial de zootecnia. FAO No. 34 (2-10). Roma.
27. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Atlas regionalizado de Chile. Segunda edición. 1981 Santiago de Chile. 64 p.
28. IREN-UACH. Estudio de suelos de la Provincia de Valdivia. Santiago. 178 p. 1978

29. JELVEZ CAAMAÑO, MANUEL. Rendimientos y costos para diferentes métodos de raleos de pino insigne, Pinus radiata D. Don. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 59 p. 1977
30. MAY BULLON, FERNANDO. Plan de manejo "Fundo Perales". Chile. 56 p. 1979
31. MC DONALD, P.; EDUARDES, R.A.; GREENHALGH, I.F. Nutrición animal. Traducido del inglés al español por Aurora Pérez T. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 462 p. 1979
32. MERY G., JOSE. Como cuidar los neumáticos de uso agrícola. La Hacienda. No. 2 (87-88). Santiago. 1981
33. MORALES A.R.; OLIVARES P.B.; GUTIERREZ M.J.; GARCIA, S.J. Estado actual del manejo de plantaciones de Pinus radiata D. Don en Chile. Proyecto. CONAF/PNUD/FAO-CHI-76-003-2/FO. Informe 1. Chile. 80 p. 1979
34. MORROW LEE, ROBERT. Estudio de tiempos y economía de movimientos. Ediciones Contabilidad Moderna. Buenos Aires. 429 p. 1957
35. NAVAJAS FUENTES, JOSE. Castración de animales domésticos en el medio rural. Sin editorial. Madrid. 110 p. 1955
36. OIT. Introducción al estudio del trabajo. Ginebra. 365 p. 1970
37. OVERGAARD JORGEN. Derivación de la fórmula de costos de máquinas. Seminario FAO/SIDA/MEXICO, sobre el transporte de trozas en países de América Latina. FAO. (85-92). Roma. 1975
38. PAREDES V.,G.; MORALES V.,E.; DONOSO Z.,C. Antecedentes sobre el sector forestal de Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 48 p. 1981
39. PUGIN JARA, CARLOS R. Factibilidad técnica y económica sobre la estabilización de suelos finos con emulsiones asfálticas y su aplicación en construcción de caminos forestales. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Austral de Chile. Valdivia, 55 p. 1981
40. SEARS, FRANCIS; ZEMANSKY, MARK. Física general. Cuarta edición. Editorial Aguilar. Madrid. 1 040 p. 1963
41. SMITH, A.J. Investigaciones sobre animales de tiro, un tema desatendido. Revista mundial de zootecnia. FAO. No. 40. (43-48). Roma. 1981
42. SOTO, DIONISIO. Estudio de madereo con caballos. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile. Santiago de Chile. 116 p. 1970
43. SOTO, DIONISIO. Estudio de madereo con caballos. Instituto Forestal de Chile. Informe Técnico No. 39. Santiago de Chile. 54 p. 1971

44. STARKEY, P.H. El ganado N'Dama, animal de tiro en la Sierra Leona. Revista mundial
1982 de zootecnia.. FAO. No. 42. (19-42). Roma.
45. TORRES OJEDA, HERNAN. Maderas. Corporación Chilena de la Madera. Santiago de
1971 Chile. 270 p.
46. VANDEMAELE, P., FRANK. El papel de la producción animal en la agricultura. Revista
1977 mundial de zootecnia. FAO. No. 21. (1-5). Roma.
47. WEBER, WALFRIED. Silvicultura Chilena actual. Universidad Austral de Chile.
1957 Valdivia. 73 p.
48. WOOLDRIGDE, R.W. Enfermedades de los animales domésticos, alimentación e higiene.
1962 Primera edición en español. Editorial Continental. México. D.F. 532 p.

Cuadro 1-1

Principales especies arbóreas presentes en algunos tipos de bosques de interés para el estudio

Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe

<u>Nombre común</u>	<u>Nombre científico</u>	<u>Familia</u>
Coigüe	Nothofagus dombeyi	Fagaceae
Laurel	Laurelia sempervirens	Monimiaceae
Lingue	Persea lingue	Lauraceae
Mañío de hojas largas	Podocarpus salignus	Podocarpaceae
Olivillo	Aextoxicon punctatum	Aextoxicaceae
Roble	Nothofagus obliqua	Fagaceae
Tepa	Laurelia philippiana	Monimiaceae
Ulmo	Eucryphia cordifolia	Eucryphiaceae

Tipo Forestal Coigüe-Raulí-Tepa

<u>Nombre común</u>	<u>Nombre científico</u>	<u>Familia</u>
Canelo	Drimys winteri	Winteraceae
Coigüe	Nothofagus dombeyi	Fagaceae
Mañío de hojas cortas	Saxegothaea conspicua	Podocarpaceae
Meli	Amomyrtus meli	Myrtaceae
Olivillo	Aextoxicon punctatum	Aextoxicaceae
Raulí	Nothofagus alpina	Fagaceae
Tepa	Laurelia philippiana	Monimiaceae
Tineo	Weinmannia trichosperma	Cunoniaceae
Trevo	Dasyphyllum diacanthoides	Compositae
Ulmo	Eucryphia cordifolia	Eucryphiaceae

FORMULARIO PARA LA TOMA DE REGISTROS DE TERRENO, EN EL ESTUDIO DE TIEMPOS

Fecha		Hoja No.			
Lugar		Tiempo al terminar			
Altura (m.s.n.m.)		Tiempo al iniciar			
Pendiente media		Tiempo total de trabajo			
Equipo empleado		Cronometrador			
Especies forestales; dimensiones y volúmenes de las trozas; y registros de tiempos de las actividades operacionales por ciclo de trabajo.					
Ciclo No.					
Especie forestal					
Dimensiones de la troza	Diámetro mayor				
	Diámetro menor				
	Longitud (m)				
	Volumen (m3)				
Actividades Operacionales		Tiempos Registrados			
1. Viaje sin carga					
2. Carga					
3. Viaje con carga					
4. Descarga					
Sub-total					
5. Suplemento por fatiga					
5.1					
5.2					
6. Necesidades personales					
6.1					
6.2					
7. Demoras (incidentales)					
7.1					
7.2					
7.3					
Sub-total					
Tiempo total por ciclo de trabajo					
Observaciones					
.....					

DETERMINACION DE LOS COSTOS EN EL MADEREO CON BUEYES

1. Costo horario en el madereo con bueyes en plantaciones de pino radiata

1.2 Costo de la mano de obra

1.1.1 <u>Información básica</u>	<u>\$ Chilenos</u>	<u>US\$ 1/</u>
Salario mínimo	217,80	2,512
Leyes sociales (5,55%)	12,09	0,139
Vacaciones legales (5,28%)	11,50	0,133
Semana corrida (16,89%)	36,79	0,424
Días de lluvia (8,45%)	18,40	0,212
Asignación movilización (5,76%)	12,55	0,145
Total (mínimo diario):	309,13	3,565

1.1.2 Costo horario

Costo horario de trabajo del boyero considerando 7 horas de trabajo efectivo por día	44,16	0,509
---	-------	-------

1.2 Costo horario para una yunta de bueyes

1.2.1 Información básica

Valor de compra de la yunta de bueyes	60 000	692,042
Valor de compra de la cadena, ganchos y argolla ...	4 855	55,998
Valor de compra del yugo, coyundas y picana	1 000	11,534
Valor de reventa de la yunta de bueyes	60 000	692,042

Valor alimentación normal por día (un fardo de pasto diario)	130
---	-----

Valor alimentación suplementaria por día (3 kg de alimento balanceado)	44
---	----

Vida útil de los bueyes	:	6 años
Via útil de la cadena, ganchos y argollas	:	5 años
Vida útil del yugo, coyundas y picana	:	1 año
Días efectivos de trabajo al año	:	200 días
Horas de trabajo anual por yunta de bueyes	:	1 400 horas

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

1.2.2 <u>Costos fijos (horario)</u>	<u>\$ Chilenos</u>	<u>US\$</u>
Interés sobre la inversión de los bueyes y equipo accesorio: yugo, coyundas, picana, cadena, ganchos y argolla	5,64	0,065
Depreciación	1,40	0,016
Alimentación normal	18,57	0,214
Medicamentos y veterinario (5% del valor de la yunta de bueyes)	2,14	0,025
Mortalidad (5% del valor de la yunta de bueyes) ...	2,14	
Total costos fijos	29,89	0,345
1.2.3 <u>Costos variables (horario)</u>		
Alimentación especial	6,29	0,073
1.3 <u>Costos totales</u>		
Total costo horario para maderero con bueyes en plantaciones de pino radiata	<u>80,34</u>	<u>0,927</u>
2. <u>Costo horario en el maderero con bueyes en bosque nativo</u>		
2.1 <u>Costo de la mano de obra</u>		
2.1.1 <u>Información básica</u>	<u>\$ Chilenos</u>	<u>US\$</u>
Salario mensual del boyero	7 680	88,581
2.1.2 <u>Costo horario</u>		
Costo horario considerando 124 horas de trabajo mensual (6 horas por jornada de lunes a viernes y 3 horas el día sábado)	61,94	0,714
2.2 <u>Costo horario para una yunta de bueyes</u>		
2.1.1 <u>Información básica</u>		
Valor de compra de la yunta de bueyes	60 000	692,042
Valor de compra de la cadena, ganchos, argolla y gata	6 952	80,184
Valor de compra yugo, coyundas y picana	1 000	11,534
Valor de reventa de la yunta de bueyes	60 000	692,042

Vida útil del yugo, coyundas y picana	1 año
Vida útil de los bueyes	6 años
Vida útil de la cadena, ganchos, argolla y gata ...	5 años
Tiempo efectivo de trabajo al año (considerando 7 meses de madereo)	868 horas

2.1.2	<u>Costos fijos</u> (horario)	<u>\$ Chilenos</u>	<u>US\$</u>
	Interés sobre la inversión de los bueyes y equipo accesorio: yugo, coyundas, picana, cadena, ganchos, argolla y gata	9,39	0,108
	Depreciación	2,75	0,032
	Medicamentos y veterinario (5% del valor de la yunta de bueyes)	2,14	0,025
	Mortalidad (5% del valor de la yunta de bueyes) ...	2,14	0,025
	Total costos fijos	16,42	0,190
2.1.3	<u>Costos variables</u>		
	No se consideran en el estudio		
2.3	<u>Costos totales</u>		
	Total costo horario para madereo con bueyes en bosque nativo <u>1/</u>	<u>78,36</u>	<u>0,904</u>

1/ El costo total horario en bosque nativo no considera los gastos ocasionados en alimentación normal y alimentación especial.

EQUIPOS DE ARRASTRE EMPLEADOS EN EL MADEREO CON CABALLOS

Carro de arrastre Fossingen

Está formado de tiros metálicos que se unen por un balancín a la barra de tracción, la cual acciona la dirección y un dispositivo de frenos para las ruedas delanteras (véase Figura 4.1).

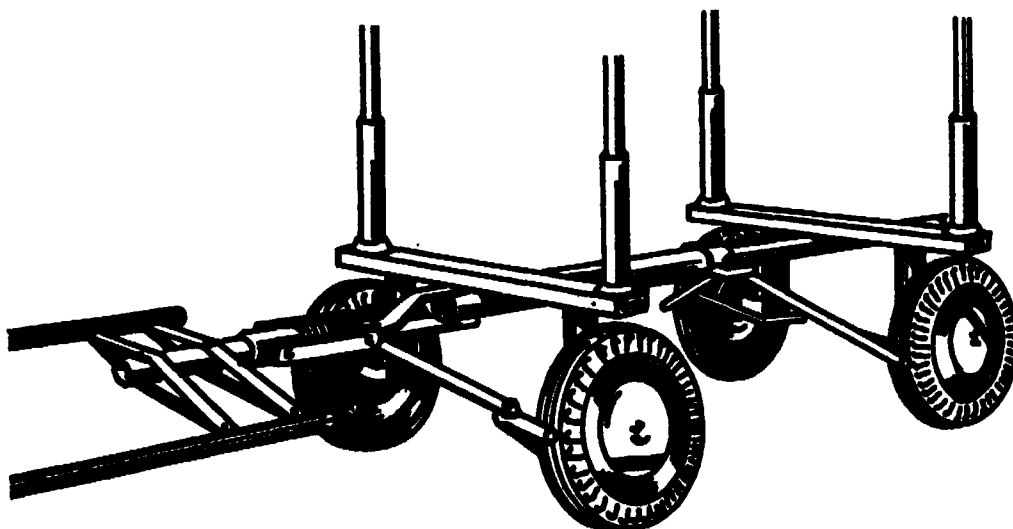


Figura 4.1 Carro de arrastre Fossingen 1/ (Suecia).

El carro propiamente dicho consta de un tren delantero y trasero unidos por una lanza tubular y ajustable para las diferentes longitudes de las trozas, permitiendo de esta manera la oscilación independiente de ambos trenes lo que da estabilidad al carro. Además consta de cuatro estacas metálicas, colocadas sobre la parte superior o chasis del carro, cada una de las cuales está integrada por dos partes de tal manera que se pueden alargar o acortar, lo que facilita la carga por el costado.

Las especificaciones técnicas son: neumáticos de 6,00 x 9; 62 cm de altura 1,30 m de ancho, 175 kg de peso; y una capacidad de 2,5 a 3 toneladas.

Trineo VSA

Consta de un eje metálico sobre el cual van unidos dos deslizadores en forma de vigas en U, que sirven de tiro al trineo; los deslizadores poseen articulación lateral y vertical (véase Figura 4.2).

1/ Fuente: Instituto Forestal de Chile.

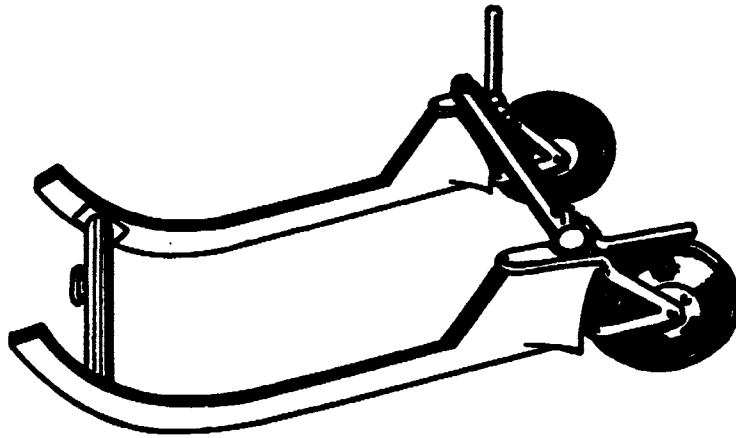


Figura 4.2 Trineo VSA (Varmalands Skogsarbetsstudier) 1/. (Suecia)

Las características técnicas del carro son: 38 cm de altura; con una luz de 30 cm a partir del suelo; 90 cm de distancia entre los deslizadores; y 78 kg de peso total.

Tenazas de madereo Domänsaxen

Consta de dos mandíbulas provistas cada una de una guarda circular de hierro redondo de 16 mm de diámetro a la cual van fijos los dientes

La tenaza posee además una cadena de 5/16 de pulgada de grosor, que pasa a través de un tubo en la unión de las dos mandíbulas y a través de un anillo ubicado en una de ellas (véase Figura 4.3).

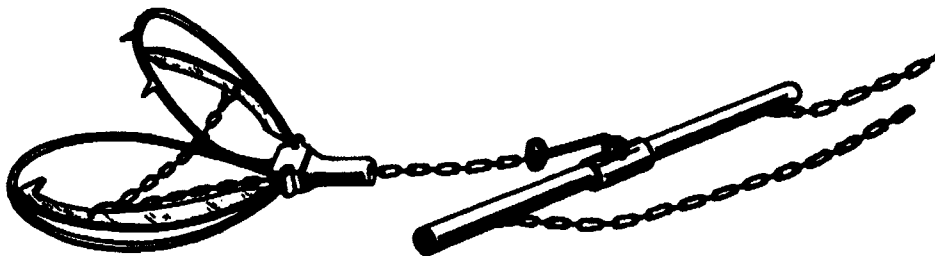


Figura 4.3 Tenaza de madereo Domänsaxen (Suecia).

La abertura máxima de la tenaza es de 60 cm con un peso aproximado de 9,8 kg. Por su diseño es apropiada para maderear trozas de diámetros grandes.

Cuadro 4-1

Ecuaciones de tiempo por metro cúbico y rendimiento en metros cúbicos por hora, en el maderero con caballos de trozas aserrables y pulpables en terrenos pendientes mediante el empleo de cadenas 1/

Clase de trozas	Rango de pendiente viaje cargado (%)	Ecuaciones 2/	
		Tiempo	Rendimiento
Aserrables	- 6 a - 15	$T = 820,97 + 13,67 x$	$R = \frac{6000}{820,97 + 13,67 x}$
Aserrables	- 16 a - 25	$T = 951,39 + 13,51 x$	$R = \frac{6000}{951,39 + 13,51 x}$
Pulpables	- 6 a - 15	$T = 1109,04 + 9,97 x$	$R = \frac{6000}{1109,04 + 9,97 x}$
Pulpables	- 16 a - 25	$T = 1341,12 + 9,11 x$	$R = \frac{6000}{1341,12 + 9,11 x}$

1/ Fuente: Soto Sepúlveda, Dionisio.

2/ T = tiempo por metro cúbico, en centésimas de minuto.

R = rendimiento, en metros cúbicos por hora.

x = distancia, en metros

Cuadro 5-1

Valores de tiempo por ciclo de trabajo, por metro cúbico; y rendimiento según la distancia y la pendiente en el maderero de trozas aserrables con buyes en plantaciones de pino radiata

Distancia de maderero (m)	Tiempo por ciclo 1/			Tiempo por metro cúbico 1/			Rendimiento (m ³ /hora)					
	Pendiente del terreno (%)			Pendiente del terreno (%)			Pendiente del terreno (%)					
	-25,1-30	-20,1-25	-15-20	+10+20	-25,1-30	-20,1-25	-15-20	+10+20	-25,1-30	-20,1-25	-15-20	+10+20
15	6,89	6,53	10,00	2,21	8,68	9,61	13,93	5,73	6,91	6,94	4,31	10,47
20	7,27	6,92	10,28	2,77	9,16	10,19	14,32	7,18	6,55	5,89	4,19	8,36
30	8,03	7,70	10,84	3,88	10,11	11,34	15,10	10,07	5,93	5,29	3,97	5,96
40	8,79	8,48	11,40	5,00	11,07	12,50	15,88	12,97	5,42	4,80	3,77	4,63
50	9,54	9,27	11,96	6,12	12,01	13,65	16,66	15,86	4,99	4,40	3,60	3,78
60	10,30	10,05	12,52	7,23	12,97	14,83	17,44	18,75	4,63	4,06	3,44	3,20
70	11,06	10,84	13,08	8,35	13,92	15,96	18,22	21,62	4,31	3,76	3,29	2,77
80	11,81	11,62	13,65	9,47	14,87	17,11	19,00	24,54	4,03	3,51	3,16	2,44
90	12,57	12,40	14,20		15,83	18,23	19,79		3,79	3,28	3,03	
100	13,33	13,19	14,77		16,78	19,42	20,57		3,57	3,09	2,91	
110	14,08	13,97	15,33		17,74	20,57	21,35		3,38	2,92	2,81	
120	14,84	14,75	15,89		18,69	21,73	22,13		3,21	2,76	2,71	
130	15,60	15,53	16,45		19,64	22,88	22,91		3,05	2,62	2,61	
140	16,35	16,32 2/	17,01 2/		20,59	24,04 2/	23,69 2/		2,91	2,50 2/	2,53 2/	
150	17,11	17,11 2/	17,57 2/		21,55	25,19 2/	24,47 2/		2,78	2,38 2/	2,45 2/	
160	17,87	17,89 2/	18,13 2/		22,50	26,35 2/	25,25 2/		2,67	2,27 2/	2,38 2/	

1/ Tiempo en minutos centesimales; 1 minuto centesimal = 1 minuto sexagesimal = 60 segundos sexagesimales = 100 centésimas.

2/ Valores extrapolados.

Larga promedio de maderero: de -25,1 a -30% = 0,794 m³; de -20,1 a -25% = 0,679 m³; de -15 a -20% = 0,718 m³; de +10 a +20% = 0,386 m³.

Cuadro 5--2

Costo por metro cúbico según la distancia y la pendiente en el maderero de trozas aserrables con bueyes en plantaciones de pino radiata

Distancia de maderero (m)	Costos en pesos chilenos y en dólares 1/									
	- 25,1 a - 30%		- 20,1 a - 25%		- 15 a - 20%		+ 10 a + 20%			
	\$ Chilenos	US\$	\$ Chilenos	US\$	\$ Chilenos	US\$	\$ Chilenos	US\$	\$ Chilenos	US\$
15	11,627	0,134	12,858	0,148	18,646	0,215	7,671	0,088		
20	12,265	0,142	13,641	0,157	19,169	0,221	9,608	0,111		
30	13,541	0,156	15,187	0,175	20,215	0,233	13,484	0,155		
40	14,817	0,171	16,733	0,193	21,261	0,245	17,359	0,200		
50	16,093	0,186	18,279	0,211	22,307	0,257	21,234	0,245		
60	17,369	0,200	19,825	0,229	23,353	0,269	25,109	0,290		
70	18,645	0,215	21,371	0,246	24,399	0,281	28,984	0,334		
80	19,921	0,230	22,917	0,264	25,445	0,293	32,859	0,379		
90	21,197	0,244	24,494	0,282	26,491	0,306				
100	22,473	0,259	26,009	0,300	27,537	0,318				
110	23,749	0,274	27,555	0,318	28,583	0,330				
120	25,025	0,289	29,101	0,336	29,629	0,342				
130	26,301	0,303	30,647	0,353	30,675	0,354				
140	27,577	0,318	32,193 2/	0,371 2/	31,721 2/	0,366 2/				
150	28,853	0,333	33,739 2/	0,389 2/	32,767 2/	0,378 2/				
160	30,129	0,347	35,285 2/	0,407 2/	33,813 2/	0,390 2/				

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

2/ Valores extrapolados.

Carga promedio de maderero: de - 25,1 a - 30% = 0,794 m³; de - 20,1 a - 25% = 0,679 m³; de - 15 a - 20% = 0,718 m³; de + 10 a + 20% = 0,386 m³.

Cuadro 5-3

Valores de tiempo por ciclo de trabajo, por metro cúbico, y rendimiento según la distancia y la pendiente en el maderero de trozas pulpables con bueyes en plantaciones de pino radiata

Distancia de madereo (m)	Tiempo por ciclo 1/			Tiempo por metro cúbico 1/			Rendimiento (m3/hora)		
	Pendiente del terreno (%)			Pendiente del terreno (%)			Pendiente del terreno (%)		
	> - 30	- 10,1 - 20	0 - 10	> - 30	- 10,1 - 20	0 - 10	> - 30	- 10,1 - 20	0 - 10
15	4,21	3,97	3,52	7,06	6,66	5,90	8,49	9,00	10,15
20	4,57	4,32	3,86	7,67	7,24	6,47	7,83	8,29	9,27
30	5,29	5,00	4,53	8,87	8,39	7,60	6,76	7,15	7,89
40	6,01	5,69	5,20	10,08	9,55	8,73	5,95	6,28	6,87
50	6,72	6,38	5,88	11,28	10,69	9,86	5,32	5,61	6,09
60	7,44	7,06	6,55	12,49	11,85	10,99	4,80	5,06	5,46
70	8,16	7,75	7,22 2/	13,69	13,01	12,11	4,38	4,61	4,95 2/
80	8,88	8,44	7,89 2/	14,90	14,16	13,24	4,03	4,24	4,53 2/
90	9,60	9,13	8,56 2/	16,10	15,31	14,37	3,73	3,92	4,18 2/
100	10,32 2/	9,81 2/	9,24 2/	17,30	16,46	13,24	3,47 2/	3,64 2/	3,87 2/
110	11,03 2/	10,50 2/	9,91 2/	18,51	17,62	16,63	3,24 2/	3,41 2/	3,61 2/
120	11,75 2/	11,19 2/	10,58 2/	19,72	18,77	17,76	3,04 2/	3,20 2/	3,38 2/

1/ Tiempo en minutos centesimales.

2/ Valores extrapolados.

Carga promedio de maderero: 0,509 m3.

Cuadro 5-4

Costos por metro cúbico según la distancia y la pendiente en el maderero de trozas pulpables con bueyes en plantaciones de pino radiata

Distancia de maderero (m)	Costos en pesos chilenos y en dólares 1/					
	> - 30%		- 10,1 - 20%		0 - 10%	
	Chilenos	US\$	Chilenos	US\$	Chilenos	US\$
15	9,460	0,109	8,923	0,103	7,913	0,091
20	10,267	0,118	9,695	0,112	8,669	0,100
30	11,881	0,137	11,239	0,130	10,180	0,117
40	13,500	0,156	12,783	0,147	11,691	0,135
50	15,109	0,174	14,327	0,165	13,202	0,152
60	16,723	0,193	15,871	0,183	14,713	0,170
70	18,337	0,211	17,415	0,201	16,224 2/	0,187 2/
80	19,951	0,230	18,959	0,219	17,735 2/	0,205 2/
90	21,565	0,249	20,503	0,236	19,247 2/	0,222 2/
100	23,179 2/	0,267 2/	22,047 2/	0,254 2/	20,756 2/	0,239 2/
110	24,793 2/	0,286 2/	23,591 2/	0,272 2/	22,268 2/	0,257 2/
120	26,407 2/	0,305 2/	25,135 2/	0,290 2/	23,779 2/	0,274 2/

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

2/ Valores extrapolados.

Carga promedio de maderero: 0,509 m³.

Cuadro 5-5

Valores de tiempo por ciclo de trabajo, por metro cúbico y rendimiento según la distancia en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables para terrenos planos en plantaciones de pino radiata

Distancia de maderero (m)	Tiempo por ciclo 1/		Tiempo por metro cúbico 1/		Rendimiento (m3/hora)			
	Tala Rasa		Tala Rasa		Tala Rasa			
	Trozas aserrables	Trozas pulpables	Trozas aserrables	Trozas pulpables	Trozas aserrables	Trozas pulpables		
15	2,11	2,83	3,39	5,05	7,71	11,88	7,78	5,11
20	2,45	3,03	3,59	5,87	8,25	10,22	7,27	4,83
30	3,13	3,42	3,97	7,50	9,33	7,99	6,43	4,37
40	3,81	3,82	4,36	9,14	10,40	6,56	5,77	3,98
50	4,49	4,21	4,74	10,76	11,48	5,57	5,23	3,66
60	5,18	4,61	5,12	12,41	12,55	4,83	4,78	3,38
70	5,86	5,00	5,51	14,05	13,63	4,27	4,40	3,14

1/ Tiempo en minutos centesimales.

Carga promedio de maderero: a) trozas aserrables en tala rasa = 0,417 m3; b) trozas pulpables en tala rasa = 0,367 m3; c) trozas pulpables en raleos = 0,289 m3.

Cuadro 5-6

Costos por metro cúbico según la distancia en el maderero con bueyes de trozas aserrables y pulpables para terrenos planos en plantaciones de pino radiata

Distancia de maderero (m)	Costos en pesos chilenos y en dólares 1/					
	Tala Rasa			Raleos		
	Trozas aserrables		Trozas pulpables		Trozas pulpables	
	Chilenos	US\$	Chilenos	US\$	Chilenos	US\$
15	6,762	0,078	10,329	0,119	15,722	0,181
20	7,857	0,091	11,049	0,127	16,614	0,192
30	10,048	0,116	12,489	0,144	18,398	0,212
40	12,239	0,141	13,929	0,161	20,182	0,233
50	14,430	0,166	15,369	0,177	21,966	0,253
60	16,621	0,192	16,809	0,194	23,750	0,274
70	18,812	0,217	18,249	0,210	25,534	0,294

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

Carga promedio de maderero: a) trozas aserrables en tala rasa = 0,417 m³; b) trozas pulpables en tala rasa = 0,367 m³; c) trozas pulpables en raleos = 0,289 m³.

Cuadro 6-1

Valores del tiempo por ciclo de trabajo y por metro cúbico; rendimiento; y costos por metro cúbico según la distancia en pendientes del -20 a -32%, para maderero con bueyes en bosque nativo

Distancia de maderero (m)	Tiempo por ciclo 1/	Tiempo por metro cúbico 1/	Rendimiento (m3/hora)	Costos por metro cúbico	
				\$ Chilenos	US\$ 2/
40	16,51	13,91	4,31	18,167	0,210
60	17,53	14,77	4,06	19,295	0,222
80	18,57	15,64	3,84	20,423	0,235
100	19,59	16,51	3,64	21,551	0,249
120	20,61	17,37	3,46	22,679	0,262
140	21,64	18,23	3,29	23,807	0,275
160	22,67	19,10	3,14	24,935	0,288
180	23,70	19,96	3,01	26,063	0,301
200	24,72	20,83	2,88	27,191	0,314
220	25,75	21,69	2,77	28,319	0,327
240	26,77	22,56	2,66	29,442	0,340
260	27,80	23,42	2,56	30,572	0,353
280	28,83	24,28	2,47	31,703	0,366
300	29,85	25,15	2,39	32,831	0,387
320	30,88	26,01	2,31	33,960	0,392
340	31,90	26,88	2,23	35,087	0,405
360	32,93	27,74	2,16	36,215	0,418
380	33,96	28,61	2,10	37,343	0,431
400	34,98	29,47	2,04	38,471	0,444
420	36,01	30,34	1,98	39,599	0,457
440	37,03	31,20	1,92	40,727	0,470
460	38,06	32,06	1,87	41,855	0,483

1/ Tiempo en minutos centesimales.

2/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

Carga promedio de maderero: 1,187 m3.

Anexo 7

Cuadro 7-1

Valores del tiempo por ciclo de trabajo y por metro cúbico; rendimiento; y costos por metro cúbico, en el maderero del tractor agrícola en pendientes de + 0,15 a + 9,38%

Distancia de maderero (m)	Tiempo por ciclo 1/	Tiempo por metro cúbico 1/	Rendimiento (m3/hora)	Costos por metro cúbico	
				Chilenos	US\$ 2/
20	5,60	6,47	9,27	70,970	0,817
25	5,67	6,55	9,15	71,862	0,829
30	5,74	6,63	9,04	72,755	0,839
35	5,81	6,71	8,93	73,647	0,849
40	5,88	6,80	8,83	74,540	0,860
45	5,95	6,88	8,72	75,432	0,870
50	6,02	6,96	8,62	76,325	0,880
55	6,09	7,04	8,52	77,217	0,891
60	6,16	7,12	8,42	78,110	0,901
65	6,23	7,20	8,33	79,002	0,911
70	6,30	7,28	8,23	79,895	0,921

1/ Tiempo, en minutos centesimales.

2/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

Carga promedio de maderero: 0,865 m3.

DETERMINACION DE LOS COSTOS DEL TRACTOR AGRICOLA

1.	<u>Costo de la mano de obra</u> <u>1/</u>		
1.1	<u>Información básica</u>	<u>\$ Chilenos</u>	<u>US\$ 2/</u>
	Salario mensual del tractorista	14 000	161,476
	Salario mensual del estrobero	8 000	92,272
		22 000	253,748
1.2	<u>Costo horario</u>		
	Costo horario considerando 156 horas de trabajo por mes	141,03	1,627
2.	<u>Costo horario del tractor</u>		
2.1	<u>Información básica</u>		
	Valor compra del tractor	1 577 940	18 200,000
	Valor final del tractor	134 000	1 545,559
	Valor de compra del winche	60 640	669,423
	Valor final del winche	40 000	461,361
	Valor de reemplazo neumáticos delanteros	20 866	240,669
	Valor de reemplazo neumáticos traseros	84 044	969,366
	Vida útil del tractor, en años		10
	Uso anual del tractor, en horas		1 400
	Vida útil de los neumáticos, en horas		3 000
	Vida útil del gancho de acero, en años		5
	Vida útil del cable para el winche, en meses		2
2.2	<u>Costos fijos por hora</u>		
	a. Interés	77,68	0,896
	b. Depreciación	97,12	1,120
	c. Patente	2,04	0,024
	Total costos fijos	176,84	2,040

1/ El costo de la mano de obra incluye las prestaciones sociales.

2/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

No-11082

	<u>\$ Chilenos</u>	<u>US\$ 1/</u>
2.3 <u>Costos variables por hora</u>		
a. Reparaciones	98,59	1,137
b. Neumáticos	34,97	0,403
c. Combustible 2,5 litros/hora x \$ 35,90	89,75	1,035
d. Lubricantes, filtros y grasa		
- Aceite para la caja de cambios		
= $\frac{6 \text{ litros} \times \$ 220}{1 \text{ 400 horas}}$ =	0,94	0,011
- Aceite para el carter del motor		
= $\frac{17 \text{ litros} \times \$ 300}{120 \text{ horas}}$ =	42,50	0,490
- Aceite para el hidráulico y diferencial		
= $\frac{80 \text{ litros} \times \$ 220}{1 \text{ 400 horas}}$ =	12,57	0,145
- Filtros para el combustible		
= $\frac{2 \times \$ 180}{3 \times 156 \text{ horas}}$ =	0,77	0,009
- Filtros para el hidráulico		
= $\frac{2 \times \$ 135}{3 \times 156 \text{ horas}}$ =	0,58	0,007
e. Gancho y cable		
- 1 gancho para soportar 2 toneladas de tracción		
= $\frac{\$ 900}{5 \times 1 \text{ 400}}$ =	0,13	0,001
- Cable de 5/8" para el winche		
= $\frac{35 \text{ m} \times \$ 330}{2 \times 156 \text{ horas}}$ =	37,02	0,427
f. Mantenimiento		
= $\frac{14 \text{ 000}}{156 \text{ horas}} \times \frac{1}{4}$ =	22,44	0,259
Total costos variables	<u>340,26</u>	<u>3,925</u>
3. <u>Costos totales</u>		
Total costo horario	<u>658,13</u>	<u>7,591</u>

1/ Cambio oficial del dólar al 16 de diciembre de 1983, equivalente a 86,70 pesos chilenos.

104 + 20

124

ESTUDIOS FAO: MONTES

1. Manual sobre contratos de aprovechamiento de bosques en tierras públicas, 1977 (E* F* S*)
2. Planificación de carreteras forestales y sistemas de aprovechamiento, 1978 (E* F* I*)
3. Lista mundial de escuelas forestales, 1977 (E/F/I*)
- 3 Rev. 1. - Lista mundial de escuelas forestales, 1981 (E/F/I*)
4. La demanda, la oferta y el comercio de pasta y papel en el mundo
Vol. 1, 1977 (E* F* I*)
Vol. 2, 1978 (E* F* I*)
5. La comercialización de las maderas tropicales en América del Sur, 1978 (E* I*)
6. National parks planning, 1978 (E*** F* I*)
7. Actividades forestales en el desarrollo de comunidades locales, 1978 (E* F* I*)
8. Técnica de establecimiento de plantaciones forestales, 1978 (A*** C* E* F* I*)
9. Las astillas de madera: su producción y transporte, 1978 (C* E* I*)
10. Evaluación de los costos de extracción a partir de inventarios forestales en los trópicos, 1979
1. - Principios y metodología (E* F* I*)
2. - Recolección de datos y cálculos (E* F* I*)
11. Savanna afforestation in Africa, 1978 (F* I*)
12. China: forestry support for agriculture, 1978 (I*)
13. Precios de productos forestales, 1979 (E/F/I*)
14. Mountain forest roads and harvesting, 1979 (I*)
- 14 Rev. 1. - Logging and transport in steep terrain, 1985 (I*)
15. AGRIS forestal: catálogo mundial de los servicios de información y documentación, 1979 (E/F/I*)
16. China: integrated wood processing industries, 1979 (E*** F* I*)
17. Análisis económico de proyectos forestales, 1979 (E* F* I*)
- 17 Sup. 1. - Análisis económico de proyectos forestales: estudios monográficos, 1981 (E* I*)
- 17 Sup. 2. - Economic analysis of forestry projects: readings, 1980 (I*)
18. Precios de productos forestales 1960-1978, 1979 (E/F/I*)
19. Pulp and paper-making properties of fast growing plantation wood species
Vol. 1, 1980 (I*)
Vol. 2, 1980 (I*)
- 20/1. Mejora genética de árboles forestales, 1980 (E* F* I*)
- 20/2. A guide to forest seed handling, 1985 (I*)
21. Suelos de las regiones tropicales húmedas de tierras bajas - efectos causados por las especies de crecimiento rápido, 1984 (E* F* I*)
- 22/1. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento
Vol. 1 - Estimación del volumen, 1980 (E* F* I*)
- 22/2. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento
Vol. 2 - Predicción del rendimiento, 1980 (E* F* I*)
23. Precios de productos forestales 1961-1980, 1981 (E/F/I*)
24. Cable logging systems, 1981 (I*)
25. Public forestry administration in Latin America, 1981 (I*)
26. La silvicultura y el desarrollo rural, 1981 (E* F* I*)
27. Manual of forest inventory, 1981 (F* I*)
28. Aserraderos pequeños y medianos en los países en desarrollo, 1982 (E* I*)
29. Productos forestales: oferta y demanda mundial 1990 y 2000, 1982 (E* I*)
30. Los recursos forestales tropicales, 1982 (E/F/I*)
31. Appropriate technology in forestry, 1982 (I*)
32. Clasificación y definiciones de los productos forestales, 1982 (A/E/F/I*)
33. La explotación maderera de bosques de montaña, 1984 (E* I*)
34. Especies frutales forestales, 1982 (E* F* I*)
35. Forestry in China, 1982 (I*)
36. Tecnología básica en operaciones forestales, 1983 (E* F* I*)
37. Conservación y desarrollo de los recursos forestales tropicales, 1983 (E* I*)
38. Precios de productos forestales 1962-1981, 1982 (E/F/I*)
39. Frame saw manual, 1982 (I*)
40. Circular saw manual, 1983 (I*)
41. Métodos simples para fabricar carbón vegetal, 1983 (E* F* I*)
42. Disponibilidades de leña en los países en desarrollo, 1983 (E* F* I*)
43. Forest revenue systems in developing countries, 1983 (I*)
- 44/1. Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos, 1984 (E* F* I*)
- 44/2. Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos, 1985 (E* F* I*)
45. Establishing pulp and paper mills, 1983 (I*)
46. Precios de productos forestales 1963-1982, 1983 (E/F/I*)
47. Technical forestry education-design and implementation, 1984 (I*)
48. Evaluación de tierras con fines forestales, 1985 (E* I*)
49. Extracción de trozas mediante bueyes y tractores agrícolas, 1984 (E*)
50. Changes in shifting cultivation in Africa, 1984 (F* I*)
- 50/1. Changes in shifting cultivation in Africa - Seven case-studies, 1985 (I*)
- 51/1. Etudes sur les volumes et la productivité des peuplements forestiers tropicaux
1. - Information forestières sèches, 1984 (F*)
- 52/1. Cost estimating in sawmilling industries: guidelines, 1984 (I*)
- 52/2. Field manual on cost estimation in sawmilling industries, 1985 (I*)
53. Ordenación intensiva de montes para uso múltiple en Kerala, 1985 (E* I*)
54. Planificación del desarrollo forestal, 1984 (E*)
55. Ordenación forestal de los trópicos para uso múltiple e intensivo, 1985 (E* F* I*)
56. Breeding poplars for disease resistance, 1985 (I*)
57. La madera de coco, 1985 (E* I*)
58. Sawdoctoring manual, 1985 (I*)
59. The ecological effects of eucalyptus, 1985 (I*)
60. Monitoring and evaluation of participatory forestry projects, 1985 (I*)
61. Precios de productos forestales 1965-1984, 1985 (E/F/I*)
62. Lista mundial de instituciones que realizan investigaciones sobre bosques y productos forestales, 1985 (E/F/I*)
63. Industrial charcoal making, 1985 (I*)
64. Tree growing by rural people, 1985 (I*)
65. Forest legislation in selected African countries, 1986 (I* F*)
66. Forestry extension organization, 1986 (I*)
67. Some medicinal forest plants of Africa and Latin America, 1986 (I*)
68. Appropriate forest industries, 1986 (I*)
69. Management of forestry industries, 1986 (I*)
70. Terminología del control de incendios en tierras incultas, 1986 (E/F/I*)

Disponibilidad: Mayo de 1986

A	-	Arabe	*	Disponible
C	-	Chino	**	Agotado
E	-	Español	***	En preparación
F	-	Francés		
I	-	Inglés		

Los Cuadernos Técnicos de la FAO pueden obtenerse en los puntos de venta autorizados de la FAO, o directamente en la Sección de Distribución y Ventas, FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.