

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente



DETERMINACION DE FUNCIONES DE RENDIMIENTO Y COSTO HORARIO  
DE UN COSECHADOR NOKKA 6WD, EN UNA INTERVENCION A TALA RASA  
DE Eucaliptus globulus Labill.

Por

PATRICIA ANDREA ROSA CONCHA DÖLZ

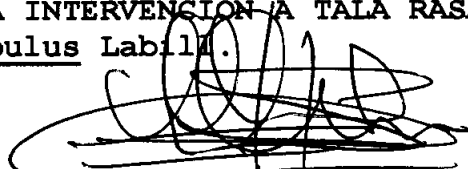
PRESENTADA PARA OPTAR  
AL TITULO DE  
INGENIERO FORESTAL.

CONCEPCION-CHILE

1997.

DETERMINACION DE FUNCIONES DE RENDIMIENTO Y COSTO HORARIO DE  
UN COSECHADOR NOKKA 6WD, EN UNA INTERVENCION A TALA RASA DE  
Eucaliptus globulus Labill.

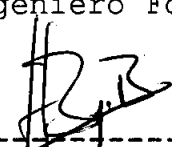
Profesor Asesor



---

Manuel Lineros Parra;  
Profesor Asistente;  
Ingeniero Forestal; Mg.Sc.

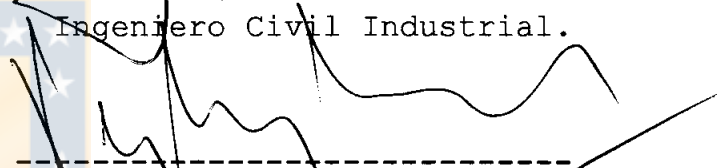
Profesor Asesor



---

Jorge Beyer Barrientos;  
Profesor Asistente;  
Ingeniero Civil Industrial.

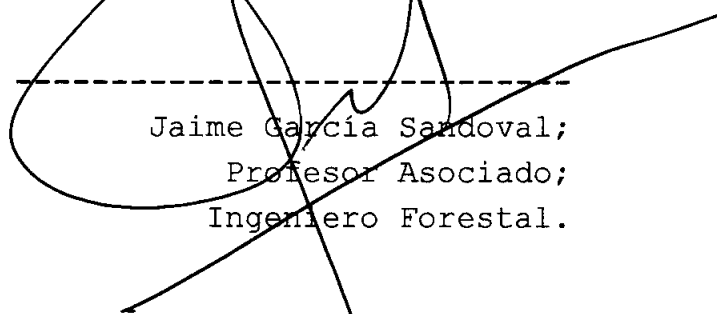
Director Departamento  
Manejo de Bosques  
y Medio Ambiente



---

Pedro Real Hermosilla;  
Profesor Asociado;  
Ingeniero Forestal; Ph.D.

Decano Facultad de  
Ciencias Forestales



---

Jaime García Sandoval;  
Profesor Asociado;  
Ingeniero Forestal.

Calificación de la memoria de título:

Manuel Lineros Parra : ochenta y ocho puntos.

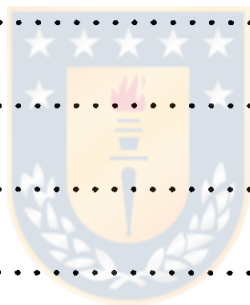
Jorge Beyer Barrientos: setenta y seis puntos.

## INDICE DE MATERIAS

CAPITULO		PAGINA
I	INTRODUCCION.....	1
II	MATERIAL Y METODO.....	4
	2.1 Materiales y equipo.....	4
	2.1.1 Materiales.....	4
	2.1.2 Equipo.....	4
	2.2 Metodología.....	5
	2.2.1 Area del estudio.....	5
	2.2.2 Descripción del área de estudio.....	6
	2.2.3 Descripción del sistema de trabajo.....	7
	2.2.4 Estudio de tiempos.....	7
	2.2.5 Tamaño de muestra.....	10
	2.2.6 Estudio de rendimiento.....	10
	2.2.7 Estudio costo horario del equipo.....	11
III	RESULTADOS Y DISCUSION.....	15
	3.1 Estudio de tiempos.....	15
	3.1.1 Tiempos fijos.....	15

## INDICE DE MATERIAS

CAPITULO		PAGINA
	3.2.2 Tiempos variables.....	17
	3.2.3 Estudio de rendimiento.....	19
	3.2.4 Estudio costo horario del equipo.....	21
IV	CONCLUSIONES.....	24
V	RESUMEN.....	25
	SUMMARY.....	26
VI	BIBLIOGRAFIA.....	27
VII	APENDICE.....	32



## INDICE DE TABLAS

TABLA N°		PAGINA
<u>En el Texto</u>		
1	Tiempos fijos promedios.....	16
2	Modelos ajustados y su estadística asociada.....	18
3	Función de regresión tiempo variable.....	19
4	Costo horario del equipo.....	22
 <u>En el Apéndice</u>		
1A	Ciclo principal Harvester Nokka 6WD.....	32
2A	Tareas secundarias Harvester Nokka 6WD.....	32
3A	Ciclo de trabajo Harvester Nokka 6WD.....	33
4A	Función de rendimiento total del equipo.....	34

## INDICE DE FIGURAS

CAPITULO	PAGINA
<u>En el Texto</u>	
1	Harvester Nokka 6WD, utilizado como cosechador a tala rasa..... 5
2	Tareas secundarias de los tiempos fijos..... 16
3	Relación existente entre rendimiento horario y DAP..... 20



## I INTRODUCCION

Las grandes superficies de bosques, a intervenir en el mediano plazo, y la creciente escasez de obra de mano ha obligado a un mayor desarrollo tecnológico y mayor rendimiento en las actividades productivas (Linerós, 1992).

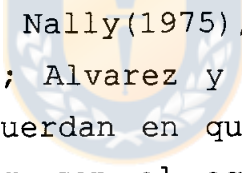
En la actualidad, el trabajo forestal está caracterizado por una creciente innovación tecnológica; la cual, gradualmente, ha ido transformando el quehacer del bosque desde las actividades manuales a las operacionales, altamente especializadas y mecanizadas.

Cabezas (1992), sostiene que la introducción de un nuevo sistema de producción, altamente mecanizado, implica una cuidadosa planificación para que ésta presente, realmente, ventajas económicas en relación a los sistemas tradicionales.

Neuenschwander (1987), afirma que deberá tenerse presente que la elección de maquinaria, más adecuada, para determinadas condiciones de trabajo está condicionada no sólo por características propias, condiciones del terreno, del bosque y disponibilidad de capital; sino además, por

los volúmenes de madera a ser extraídos anualmente, el precio por metro cúbico o tonelada y de cómo se complementa con las máquinas y equipos que realizan las otras actividades de explotación para formar un sistema eficiente.

Debido a lo anterior, es que los estudios de tiempo y rendimiento deben ser una preocupación permanente; de manera que, constituyan la base fundamental para el desarrollo de modelos de simulación y optimización (Landeros, 1996).



Benz et al.(1974); Mc Nally(1975); Overgaard (1975); Anaya y Christiansen (1986); Alvarez y Kunz (1988), citados por Vuskovic (1997), concuerdan en que los costos horarios se clasifican en relación con el equipo y la obra de mano, considerándose los siguientes componentes de costos: costos fijos, costos variables y costos de obra de mano.

Considerando que el ítem de cosecha explica gran parte de los costos de producción de madera es necesario optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles y enfocar la atención en los puntos críticos que hacen aumentar estos costos (Alvarez, 1987).



Mecanización y adopción de nuevas técnicas deben estar orientadas a aumentar la productividad de la obra de mano, acelerar la producción, disminuir la densidad de caminos y mejorar el aprovechamiento económico del bosque; posibilitando la ejecución de faenas y manteniendo la productividad dentro de costos razonables (Becker et al., 1988).

Los valores del hombre están cambiando, la sociedad obtiene muchos beneficios de los bosques y, en consecuencia, las operaciones de explotación deben adaptarse a la época y cumplir con las pautas medio-ambientales; siendo así, relevante la incorporación de nuevas investigaciones y estudios en busca del equilibrio de la relación bosque-máquina.

El objetivo de esta memoria de título fue determinar funciones de rendimiento y costo horario de un equipo Harvester Nokka 6WD, utilizado como cosechador a tala rasa, en un rodal de Eucaliptus globulus Labill.

## II MATERIAL Y METODO

### 2.1 Materiales y equipo.

**2.1.1 Materiales.** Para la toma de datos, en terreno, se utilizó: clinómetro Suunto, hipsómetro Haga, cronómetro digital Casio, forcípula, huincha y formularios. Para el procesamiento de ésta se utilizó un computador marca Hewlett packard, modelo 486; además se dispuso de catálogos técnicos y planos del rodal.

**2.1.2 Equipo.** El Harvester Nokka 6WD, proveniente de Finlandia, es un cosechador articulado de ruedas neumáticas, cuyas funciones son voltear, desramar y trozar los árboles. Sus principales características técnicas son: dirección hidráulica con radio de giro de 4,2 m, potencia de 113 HP, peso operacional 9570 kg, tracción en las seis ruedas y transmisión hidrostática; además, posee un brazo cargador extensible de 8 m, que termina con un cabezal marca Keto modelo 100, cuya espada permite un diámetro de corte inferior a 40 cm. La cabina está equipada con todos los instrumentos de medición como tacómetro, horómetro y voltímetro, entre otros; también posee un computador que registra el volumen por troza procesada (Moya, 1996).



**FIGURA 1.** Harvester Nokka 6WD, utilizado como cosechador a tala rasa.

## **2.2 Metodología.**

**2.2.1 Area del estudio.** Para la selección de ésta, fueron considerados factores como: características del equipo, características del bosque, estacionalidad, tipo de intervención y sistema de aprovechamiento (Cabezas, 1992).

**2.2.2 Descripción del área de estudio.** En temporada estival, la experimentación del cosechador Nokka 6WD se realizó en un rodal de Eucaliptus globulus Labill, sin intervención, establecido en 1983 con una superficie de 12,2 ha; presentando una densidad de 1600 arb/ha, ubicado a 20 Km al oeste de Yumbel, en la VIII región, provincia del Bio-Bio; en el predio Palinco, propiedad de la empresa Forestal Mininco S.A.

El suelo en el área de estudio corresponde a un rojo-arcilloso de la serie Collipulli, de origen volcánico; y el material parental altamente meteorizado, está formado principalmente por andesita y basalto. Es un suelo zonal, maduro, profundo y altamente meteorizado, de topografía ondulada. Su textura es arcillo-limoso en el horizonte superficial y arcillosa en el subsuelo; el pH fluctúa entre 5,6 y 5,4, siendo por lo tanto fuertemente ácido (Toro, 1985). Este suelo ha sido forestado como consecuencia de un continuo proceso erosivo, provocado por un intenso e irracional cultivo agrícola que ha generado suelos degradados, donde los horizontes genéticos superiores han desaparecido (González et al., 1983). La información climática indica que la precipitación anual en 1990 fue de 1053,9 mm, con un promedio de 1265,1 mm para el período 1990-1994. La temperatura media anual en 1990 fue de 11,8 °C, con una mínima media de 5,7 °C y una máxima media de 17,4 °C; en promedio para el período 1990-1994 la temperatura media anual fue de 12,9 °C, con una mínima media de 6,3 °C y una máxima media de 18,9 °C.

**2.2.3 Descripción del sistema de trabajo.** La evaluación del equipo se realizó en una intervención a tala rasa, donde el diámetro y altura promedio del rodal fueron 19,7 cm y 24,5 m, respectivamente. Así, el equipo evaluado trabajó en un sistema de aprovechamiento de madera corta, donde éste ingresó al bosque, dentro del cual volteó, desramó, midió y trozó los árboles. El producto extraído fue de largos 2,44 m y 4,90 m con un diámetro límite de utilización de 10 cm sin corteza y fue destinado a producción de celulosa, Fábrica Laja. El equipo pertenece a la empresa de servicios Metsächile Ltda.

#### **2.2.4 Estudio de tiempos.**

- **Medición de tiempos.** El control de los tiempos de cada componente del ciclo de trabajo se realizó con una *Lectura continua o al paso*, el que registra las fases del proceso sin detener la lectura del cronómetro, de manera que, la individualización de las observaciones se realice por diferencia de lectura (Cardiel, 1971).
- **Clasificación de los tiempos.** En general, los tiempos se pueden dividir en tres grupos, en base a la evolución que muestran, de acuerdo a la variable estudiada.

- √ Tiempos variables: Son aquellos tiempos que presentan una relación con el diámetro del árbol, y que corresponden a los tiempos de posicionamiento, volteo y procesamiento (desrame y trozado).
  - √ Tiempos fijos: Son aquellos tiempos que no dependen, directamente, de alguna variable explicatoria, y que corresponden a los tiempos de desplazamiento.
  - √ Tiempos complementarios: Son aquellos tiempos que ocasionan interrupciones o retrasos en las labores normales y que son, completamente, ajenos a ellas; y que corresponden a los tiempos de demoras (Lineros, 1992).
- **Definición de los tiempos del ciclo de trabajo.** Referido al tiempo total utilizado por el equipo en procesar un árbol. Separado por componentes en un ciclo principal y en tareas secundarias.

**Ciclo principal:**

- √ Desplazamiento del equipo: Se inicia cuando el harvester avanza y finaliza cuando éste se detiene para dar comienzo a otra actividad.
- √ Posicionamiento del árbol: Se inicia cuando el cabezal hace los movimientos necesarios para posesionar el árbol y finaliza cuando lo logra.

- √ Volteo del árbol: Se inicia cuando el cabezal activa su sistema de corta y finaliza cuando el árbol hace contacto con el suelo.
- √ Procesamiento: Se inicia cuando el árbol hace contacto con el suelo, comienza a pasar a través de los rodillos desramadores (desrame), secciona el fuste según largos deseados (trozado) y finaliza con el último corte de despunte.
- √ Planificación del operador: Se considera al tiempo, durante el cual el cosechador permanece estacionario, mientras el operador calcula su plan de acción de acuerdo al área u árbol a cortar.

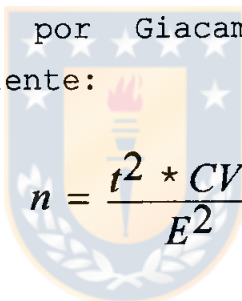
#### **Tareas secundarias:**

- √ Limpiezas: Se considera al tiempo utilizado en cosechar árboles no comerciales y sotobosque.
- √ Traslados: Son los movimientos del harvester destinados al traslado del mismo entre la zona de trabajo y el lugar de abastecimiento y mantención.
- √ Mantención: Son los tiempos destinados a asistencias mecánicas rutinarias. Incluye los abastecimientos de combustible, aceite hidráulico y de motor, engrases y servicios propios de la etapa de puesta en marcha que deben realizarse antes cumplir determinadas horas de servicio.
- √ Fallas Mecánicas: Son los tiempos que se destinan a asistencias mecánicas no rutinarias que se originan en

diferentes fallas. Se incluyen las detenciones debidas a salidas o cortes de cadena, fallas hidráulicas, otros.

- √ Instrucciones: Considera los tiempos de organización del personal y las visitas.

**2.2.5 Tamaño de muestra.** Para la determinación del tamaño de la muestra se consideró una población infinita con un muestreo aleatorio simple, para un error máximo admisible (E) de 10%, con un nivel de confianza de 95% y un coeficiente de variación (CV) obtenido de un premuestreo (Güell, 1973 citado por Giacaman, 1993). La fórmula utilizada fue la siguiente:


$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2}$$

Donde

n: Número de unidades muestrales

t: Valor t de Student.

**2.2.6 Estudio de rendimiento.** Las funciones de rendimiento se construyeron a partir de las funciones de tiempo total del cosechador. Lo anterior puede ser expresado por la siguiente relación:



$$R = \frac{f(V_{10})}{f(Tt)} * 60$$

Donde

R : Función de rendimiento, ( $m^3_{ssc}/hr$ )

$f(Tt)$  : Función de tiempo total, (min/ciclo)

\*  $f(V_{10})$  : Función de volumen, ( $m^3_{ssc}/ciclo$ )

$f(V_{10}) = - 0,0223617 + 0,0000267187 \text{ DAP}^2h$

$V_{10}$  : Volumen total sólido sin corteza, ( $m^3_{ssc}$ )

DAP : Diámetro altura pecho con corteza, (cm)

h : Altura total ( $\leq 33 \text{ m}$ )

\*

**2.2.7 Estudio costo horario del equipo.** A continuación se describe la metodología sencilla para costo horario en un sistema de cosecha forestal mecanizado, según estudios preliminares (Vuskovic, 1997).

En cuanto al tipo de depreciación utilizada para este análisis de costo, se utilizó la depreciación lineal que está de acuerdo con lo que permite la ley sobre impuesto a la renta. Dicha ley se define como el sistema en que la depreciación anual del bien corresponde a una cuota que tiende a ser constante y que se determina en proporción a la vida útil del bien (Decreto Ley N°824, Art.31°, Inc.5).

---

\* Fuente: Forestal Mininco S.A.

• **Determinación costo horario del equipo.**

**Costo de posesión:**

a) *Interés sobre la inversión media anual (IIMA)*

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

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

Donde

$V_i$  precio de adquisición CIF en dólares, más gastos de internación, desaduanamiento y otros.

$C_c$  costo de los componentes, en dólares.

$V_r$  valor residual del equipo, como porcentaje del valor original.

$N$  vida útil, en años.

$i$  tasa de interés considerada.

$H$  vida útil, en horas.

b) *Depreciación (D)*

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

c) *Seguro (S)*

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

Donde

$p$  porcentaje prima en relación al precio de adquisición.

d) *Patente (P)*

$$P = C_a / H \quad (\text{US\$}/\text{hr})$$

Donde

$C_a$  costo anual, en dólares.

$H$  número de horas anuales.

**Costo de operación:**

a) *Costo por consumo de combustible (Cco)*

$$Cco = Q * Pc \quad (US\$/hr)$$

Donde

Q consumo teórico de combustible, en litros por hora.

Pc precio unitario del litro de combustible.

b) *Costo por consumo de lubricante (Cl)*

$$Cl = [(Q_i * N_i * Pl) + (Nl * Pl_i)] / H_i \quad (US\$/hr)$$

Donde

Q<sub>i</sub> capacidad teórica del componente del cosechador, en litros.

N<sub>i</sub> número de cambios que se deben hacer en el período considerado.

Pl<sub>i</sub> precio unitario lubricante, en dólares por litro.

Nl número de litros agregados por consumo extra en el período (rellenos).

i subíndice que indica componente y tipo de lubricante utilizado.

H número de horas consideradas.

c) *Costo por consumo de grasa (Cg)*

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

Donde

Q consumo de grasa en kilos, durante el período considerado.

Pg precio del kilo de grasa, en dólares.

d) *Costo por consumo de filtros (Cf)*

$$Cf = (n_i * Pu_i) / H \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde

$n_i$  cantidad de filtros en el período considerado.

$Pu_i$  precio unitario del filtro  $i$ , en dólares.

e) *Costo de neumáticos (Cn)*

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

Donde

$Vn$  valor del juego de neumáticos, en dólares.

$H$  vida útil de neumáticos, en horas.

f) *Costo de reparaciones (Cr)*

$$Cr = 0.2625 * I / H \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde

$I$  valor de la inversión, en dólares.

$H$  período de vida útil, en horas.

g) *Costo de artículos especiales (Cae)*

$$Cae = 0.1125 * I / H \quad (\text{US\$/hr})$$

Donde

$I$  valor de la inversión, en dólares.

### III RESULTADOS Y DISCUSION.

#### 3.1 Estudio de tiempos.

**3.1.1 Tiempos fijos.** En la tabla 1 se presenta cada ítem de tiempo fijo promedio obtenido por el cosechador Nokka 6WD en intervención tala rasa, bajo un sistema de aprovechamiento de madera corta.

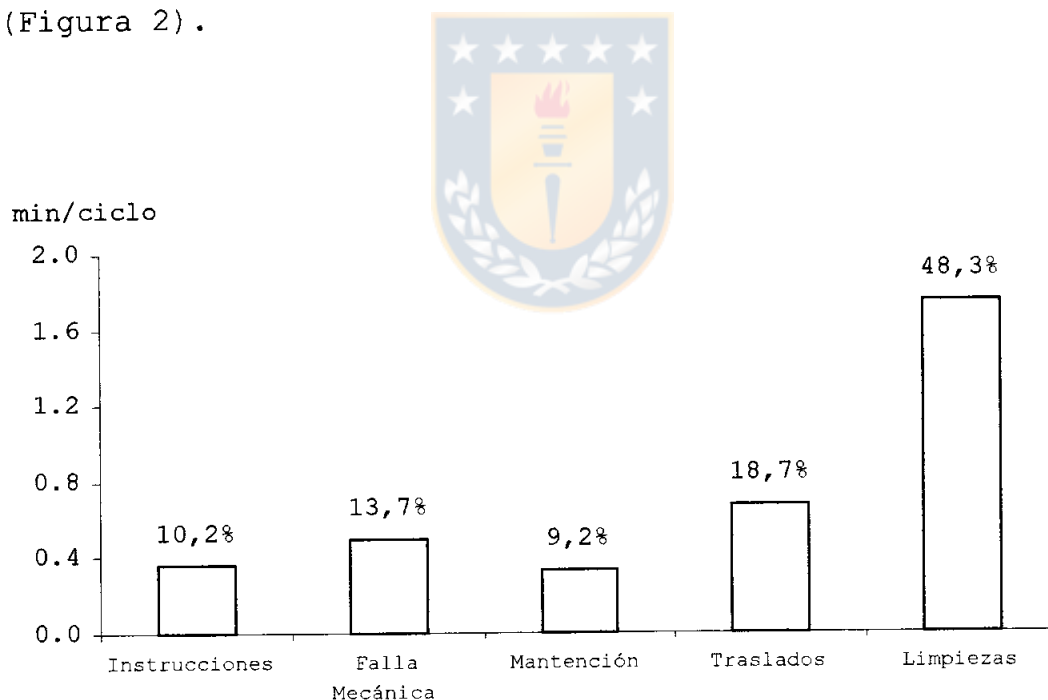
TABLA 1. Tiempos fijos promedios.

Item	Tiempos fijos (min/ciclo)	Distribución (%)
Desplazamiento	0,14	3,7
Planificación	0,03	0,8
Tareas secundarias	3,60	95,5
Total	3,77	100,0

De la tabla anterior se desprende que la magnitud de los tiempos fijos corresponde a 3,77 minutos por ciclo promedio de trabajo, del equipo en estudio.

Al realizar un análisis parcializado de los tiempos fijos definidos en esta intervención, los tiempos efectivos de desplazamiento y planificación representan un 3,7 % y un 0,8 %, respectivamente. Sin embargo, las tareas secundarias constituyen el ítem más significativo destacándose con un 95,5 % del total; lo cual se explica, a través, de los distintos tiempos no efectivos que componen las tareas secundarias (Tabla 2A).

Y para cuantificar la distribución de cada uno de los tiempos promedios no efectivos que conforman las tareas secundarias, se presenta el siguiente diagrama de barras (Figura 2).



**FIGURA 2.** Tareas secundarias de los tiempos fijos.

Donde el mayor porcentaje de tiempo fijo fue empleado en las limpiezas (48,3%) que realiza el equipo, explicado principalmente por la falta de manejo que presentó el rodal implicando el volteo de árboles no comerciales, y despeje de sotobosque; además, de la acumulación de ramas acumuladas en el cabezal que no son posibles de eliminar con movimientos propios del mismo, obligando al operador a realizar la acción.

El ítem traslados (18,7 %) considera el tiempo empleado en trasladar diariamente, el equipo desde el lugar de trabajo hasta un punto en el cual pueda permanecer en forma segura. Adicionalmente, se incluyen los traslados del equipo por sus propios medios cuando se presenta un cambio en el frente de trabajo dentro del mismo predio. Esto concuerda con el estudio realizado por Landeros (1996).

De las fallas mecánicas registradas (13,7 %), las más corrientes fueron las rupturas de mangueras en el sistema hidráulico y las salidas de cadena de la espada de corte, explicadas por maniobras inconvenientes, por desgaste de material u otro agente fortuito. Este resultado es similar al encontrado por Jamieson (1995), quien afirma que la mayor desventaja del equipo reside en el aumento de tiempos muertos causados por problemas de espadas y cadenas.

**3.2.2 Tiempos variables.** En la tabla 2, se presentan los modelos probados para tiempo variable con sus principales estimadores estadísticos.

**TABLA 2.** Modelos ajustados y su estadística asociada.

N°	Modelo	R <sup>2</sup>	EEE	F	n
1	$Tv = e^{(a + b \text{ DAP})}$	0,96	11,3	266,0	14
2	$Tv = a * \text{DAP}^b$	0,95	11,8	242,0	14
3	$Tv = a + b \ln \text{DAP}$	0,89	17,8	99,8	14
4	$Tv = a + b \text{ DAP}$	0,95	12,3	221,6	14

De acuerdo al análisis estadístico, se concluye que las funciones de tiempo variable ajustadas presentan una buena correlación entre el tiempo variable y el DAP a un nivel de confianza del 95 %, oscilando el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) entre 0,89 y 0,96.

El error estándar de la estimación (EEE), con respecto a la media, osciló entre 11,3 y 17,8 %. Los valores obtenidos indican que el valor promedio predicho por la regresión presenta una baja variación en cada nivel de la variable explicatoria, siendo el modelo 3 aquel que registra la menor precisión de la estimación.

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

El modelo 1, representado por una función de tipo exponencial, confirmado por su estadística asociada, fue el más apropiado para predecir el tiempo variable. No



obstante, cabe destacar que todos los modelos fueron significativos.

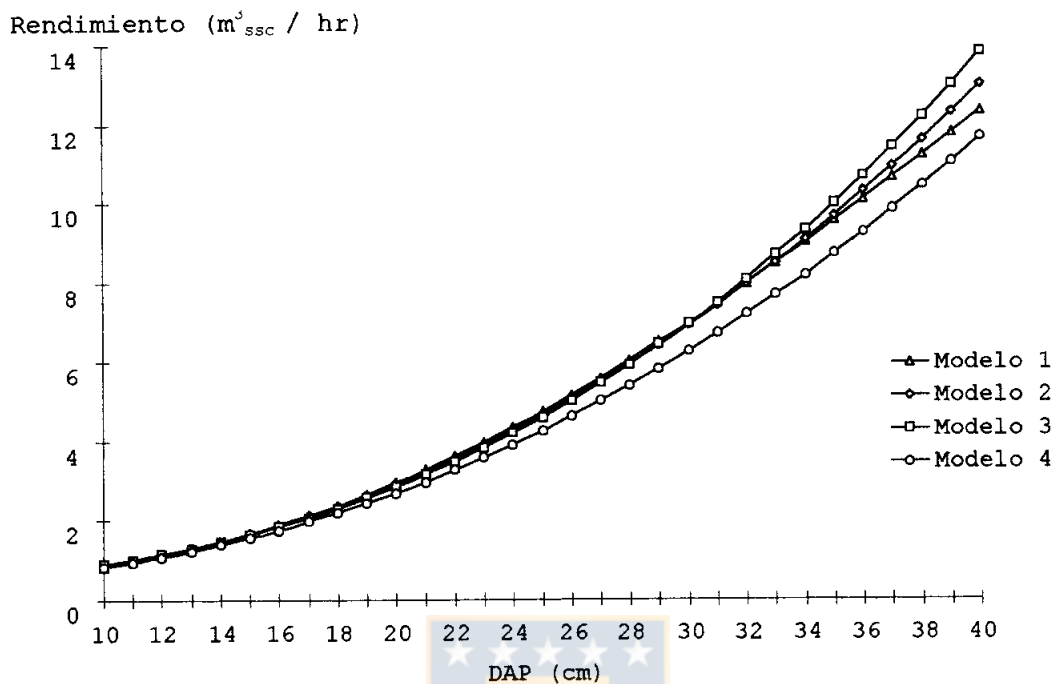
A continuación se presentan en la tabla 3 las funciones de regresión del tiempo variable con sus parámetros:

**TABLA 3.** Función de regresión tiempo variable.

N° Modelo	Función	a	b
1	$Tv = e^{(a + b \text{ DAP})}$	0,9568	0,0492
2	$Tv = a * \text{DAP}^b$	-3,4254	1,1847
3	$Tv = a + b \ln \text{DAP}$	-2,8250	1,3589
4	$Tv = a + b \text{ DAP}$	-0,2057	0,0672

**3.2.3 Estudio de rendimiento.** De acuerdo al volumen estimado en cada ciclo de trabajo, tiempos fijos y funciones de tiempo variable se determinaron las funciones de rendimiento (Tabla 4A).

Sin embargo, para cualificar el comportamiento de los modelos se relacionó el rendimiento horario en función del DAP (Figura 3).



**FIGURA 3.** Relación existente entre rendimiento horario y DAP.

Del gráfico se deduce que el rendimiento horario incrementa cuando el DAP aumenta, lo cual se traduce en la disminución de tiempos no efectivos.

En general, son diversos los factores que inciden en el rendimiento horario del cosechador, dentro de ellos el sistema de cosecha empleado. Falloon (1991), citado por Jiménez (1997), sostiene que la tendencia actual es utilizar equipos de múltiples funciones diseñados, específicamente, para los distintos sistemas de aprovechamiento en el bosque.

Es así como Gingras (1990), afirma que en Canadá se está favoreciendo el uso de cosechadores más pequeños como el Denis D-55 (equivalente al Nokka 6WD), dado que favorece los traslados tanto al interior como al exterior del rodal. Además, destaca que las mayores ventajas de estos equipos son maximizar el rendimiento dentro del rodal y minimizar las perturbaciones al suelo.

**3.2.4 Estudio costo horario del equipo.** De acuerdo a los costos de los diferentes ítems estimados y registrados, en base a terreno e información del fabricante, a continuación se presentan los resultados obtenidos según aplicación de metodología.



**TABLA 4.** Costo horario del equipo.

Item	Costo (US\$/hr)	Costo (%)
Costo de Posesión		
Interés sobre la inversión media anual	1,44	4,0
Depreciación	16,54	46,1
Seguro	0,25	0,7
Patente	0,00	0,0
Costo de Operación		
Costo consumo de combustible	2,82	7,9
Costo consumo de lubricante	2,22	6,2
Costo consumo de grasa	0,67	1,9
Costo consumo de filtros	1,65	4,6
Costo de neumáticos	0,56	1,6
Costo de reparación	6,67	18,6
Costo de artículos especiales	2,86	8,0
Total	35,88	100,0

US\$= \$410.

Este equipo no paga ningún tipo de patente para su operación, por lo que para este análisis, sólo se menciona con valor 0,00 US\$/hr.-

Dentro de los costos de posesión, la depreciación obtuvo la mayor incidencia en el costo horario con 16,54 US\$/hr, representando así un 46,1 % del costo horario total. En los costos de operación el mayor valor fue representado por el costo de reparación, el que corresponde al 18,6 % del costo horario total, explicado por la restricción de mercado en Chile y la especificidad de los repuestos.

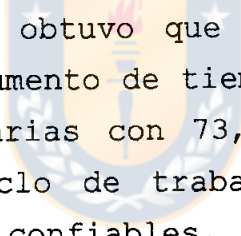


#### IV CONCLUSIONES

- 1.El mayor porcentaje de tiempo fijo fue empleado en limpiezas realizadas por el equipo con un 35,6 % del total; explicado, principalmente, por la falta de manejo que presentó el rodal implicando el volteo de árboles no comerciales y despeje de sotobosque.
- 2.La representación del modelo 1 por medio de su variable explicatoria DAP resultó ser el más apropiado para predecir el tiempo variable dada su simplicidad y su estadística asociada.
- 3.Todos los modelos obtenidos basados, principalmente, en el DAP como variable explicatoria, resultaron confiables para predecir rendimiento.
- 4.La representación de las funciones de rendimiento obtenidas para el cosechador, según modelos, mostraron que el rendimiento horario aumenta al observarse incrementos en el DAP.
- 5.El costo horario fue de 35,88 dólares explicado por sus costos de posesión, donde la depreciación obtuvo la mayor incidencia con un 46,1 % del costo horario total, basándose en la alta inversión del equipo; y por sus costos de operación, donde el mayor valor fue representado por el costo de reparación con un 18,6 %, basándose en la restricción de mercado en Chile y la especificidad de los repuestos.

## V RESUMEN

En un rodal de Eucaliptus globulus Labill de 14 años, ubicado en el predio Palinco de propiedad de Forestal Mininco S.A., en la octava región, se determinaron funciones de rendimiento y costo horario de un cosechador Nokka 6WD. Para ello, el equipo tuvo que proceder al volteo, desrame y trozado de todos los árboles, bajo un sistema de aprovechamiento de madera corta.



De los resultados se obtuvo que la mayor desventaja del equipo reside en el aumento de tiempos muertos, registrados en las tareas secundarias con 73,8 % del tiempo promedio utilizado en cada ciclo de trabajo. Además, los modelos obtenidos resultaron confiables, basados en el DAP como variable explicatoria, para predecir rendimiento de acuerdo a su estadística asociada.

En cuanto al costo horario, éste se determinó en base a fórmulas previamente establecidas alcanzando un valor de 35,88 US\$/hr.

**SUMMARY**

In a stand of *Eucaliptus globulus* Labill with 14-year-old, located in Palinco landed property of Forestal Mininco S.A. in eighth region, were determined functions of yield and cost of a harvester Nokka 6WD. For this; from processing, it had to the felling, delimiting and cutting all the trees, under a harvester system of pulpwood logging.

From the results was gotten that the most disadvantage of the harvester Nokka 6WD resides in the increase of dead times, registered in the secondary works with 73,8 % of the time average utilized in each cycle of work. Also, the gotten models resulted reliable, based an the DAP like variable independent, for to predict yield according to their associate statistics.

As for the cost per hour, this was determined in base to previously established formulas showing a value of 35,88 dollars per hour.



**VI BIBLIOGRAFIA**

1. Alvarez, S. 1987. Apoyo al análisis de costos de faenas de explotación forestal. Jornada taller sobre explotaciones forestales. Forestal Mininco S.A., Forestal Río Vergara S.A., Servicios Forestales Escuadrón Ltda. Volúmenes I y II, Concepción, Chile.
2. Becker, G.J. y Alvarez J.M. 1988. Proyecto FMC 220CA tala rasa invierno. Forestal Mininco S.A. Programa de Inventario y Desarrollo en Cosecha y Transporte. Concepción, Chile.
3. Cabezas, W. 1992. Experimentación máquina trineumática Bell-220 modelo T, en diferentes sistemas de aprovechamiento. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agronómicas, Veterinarias y Forestales. Chillán, Chile.
4. Cardiel, 1971. Tiempos y Tareas. Limusa Wiley S.A. México.

5. Enero, V.G. 1975. Utilización del tractor forestal articulado en faenas de maderero en bosque nativo y plantaciones. Tesis de Grado. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
  
6. Giacaman, A. 1993. Estudio de tiempos, rendimientos y tensiones de cables para una torre de maderero Urus I-UNI en tala rasa. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente. Concepción, Chile.
  
7. Gingras, J. 1990. La mécanisation verte. Opérations Forestières et de Scierie. Québec, Canadá, mai/juin 1990 Vol.25 N°3.
  
8. González, G.; González, C.; Millán, J. y Escobar, R. 1983. Estudio de fertilización en plantaciones de Pinus radiata; primeros resultados. Santiago, Chile, Corporación Nacional Forestal, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Documento de trabajo N° 51. 159 pp.

9. Jamieson, S. 1995. Tirer le maximum de deux immenses chablis. Opérations Forestières et de Scierie. Québec, Canadá, septembre 1995 Vol.30 N°3.
10. Jimenez, A. 1997. Daño causado por harvester-forwarder sobre los árboles remanentes en raleo comercial de Pinus radiata D.Don. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente. Concepción, Chile.
11. Landeros, R. 1996. Tiempos y rendimientos de los equipos Timberjack Harvester 608 y Forwarder 1010, en intervención de raleo selectivo. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente. Concepción, Chile.
12. Lineros, M. 1992. Sistemas mecanizados de la cosecha forestal. Boletín Extensión N°53. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Chillán, Chile.

13. Lineros, M.1992. Cátedra Utilización de Bosques. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Bosques y Medio Ambiente. Concepción, Chile.
14. Moya, C.1996. Evaluación de la compactación causada por harvester y forwarder sobre un suelo arenoso en raleo comercial de Pinus radiata D.Don. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente. Concepción, Chile.
15. Nieto, R. y Soria, J. 1990. Motores y maquinaria forestal. Madrid, España.
16. Ostle, B. 1968. Estadística aplicada : técnicas de la estadística moderna y donde aplicarlas. Editorial Limusa-Wiley, S.A. México.
17. SAS Institute Inc. 1985. SAS® User' s Guide Statistics, Version Edition 5. Cary, NC: SAS Institute Inc. 956 pp.

18. Toro, J. 1985. Incremento de la productividad de las plantaciones de Forvesa. Forestal Río Vergara S.A. Sin editar. 65 pp.
  
19. Vuskovic, D. 1997. Metodología sencilla para costos horarios en un sistema de cosecha forestal mecanizado. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente. Concepción, Chile.



## VII APENDICE

TABLA 1A. Ciclo principal Harvester Nokka 6WD.

Item	Tiempos (min/ciclo)	Distribución (%)
Desplazamiento	0,14	11,1
Posicionamiento	0,12	9,6
Volteo	0,15	11,5
Procesamiento	0,84	65,3
Planificación	0,03	2,5
Total	1,28	100,0

TABLA 2A. Tareas secundarias Harvester Nokka 6WD.

Item	Tiempos (min/ciclo)	Distribución (%)
Instrucciones	0,37	10,1
Falla Mecánica	0,49	13,7
Mantenición	0,33	9,2
Traslados	0,67	18,7
Limpiezas	1,74	48,3
Total	3,60	100,0

**TABLA 3A.** Ciclo de trabajo Harvester Nokka 6WD.

Item	Tiempos (min/ciclo)	Distribución (%)
Ciclo principal		
Desplazamiento	0,14	2,9
Posicionamiento	0,12	2,5
Volteo	0,15	3,0
Procesamiento	0,84	17,1
Planificación	0,03	0,7
Sub-total	1,28	26,2
Tareas secundarias		
Instrucciones	0,37	7,5
Falla Mecánica	0,49	10,1
Mantenición	0,33	6,8
Traslados	0,67	13,8
Limpiezas	1,74	35,6
Sub-total	3,60	73,8
Total	4,88	100,0

**TABLA 4A.** Función de rendimiento Harvester Nokka 6WD.

MODELO N°	FUNCION
1	$R = \frac{-1.341702 + 0.001603122DAP^2h}{3.77 + e^{-0.9020 + 0.0492DAP}}$
2	$R = \frac{-1.341702 + 0.001603122DAP^2h}{3.77 + 0.0325DAP^{1.1847}}$
3	$R = \frac{-1.341702 + 0.001603122DAP^2h}{0.9449 + 1.3589 \ln DAP}$
4	$R = \frac{-1.341702 + 0.001603122DAP^2h}{3.5643 + 0.0672DAP}$