

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente



"ANALISIS DE LA FACTIBILIDAD DE OBTENER FUNCIONES DE
RENDIMIENTO EN FAENA DE ROCE MANUAL"

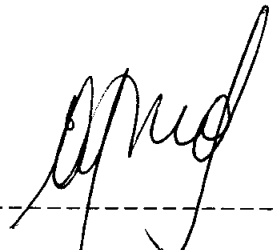
MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION - CHILE

1999

**"ANALISIS DE LA FACTIBILIDAD DE OBTENER FUNCIONES DE
RENDIMIENTOS EN FAENA DE ROCE MANUAL"**

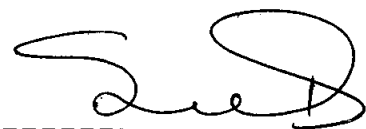
Profesor Asesor



 Elías Apud Simon
 Profesor Titular;
 Tecnólogo Médico;M.Sc,Ph.D

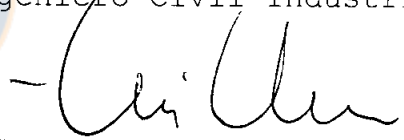
Profesor Asesor





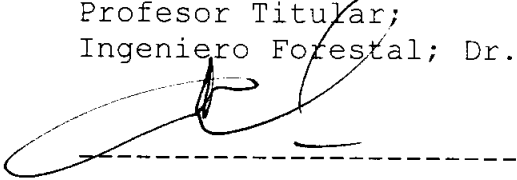
 Silvia Lagos Padilla
 Profesor Titular;
 Ingeniero Civil Industrial

Director Departamento
Manejo de Bosques y Medio Ambiente



 Jaime Millán Herrera
 Profesor Titular;
 Ingeniero Forestal; Dr.

Decano Facultad de
Ciencias Forestales



 Fernando Drake Aranda
 Profesor Asociado;
 Ingeniero Forestal.

Calificación de la memoria de título:

Elías Apud Simon: 85 puntos. (ochenta y cinco puntos)

Silvia Lagos Padilla: 85 puntos. (ochenta y cinco puntos)



A Mamá

INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I INTRODUCCION.....	1
1.1 La ciencia de la ergonomia.....	3
1.1.1 Procesos generadores de energía...	4
1.1.2 Capacidad física para trabajos dinámicos.....	8
1.1.3 Concepto de trabajo pesado.....	9
1.2 Antecedentes generales de la faena de roce.....	10
1.2.1 Descripción de la faena.....	10
1.2.2 Gasto energético.....	12
1.2.3. Riesgos de accidentes y enfermedades laborales.....	13
1.2.3.1 Sobrecarga postural.....	13
1.2.3.2 Vibración de manos o "zapateo"....	14
1.2.3.3 Riesgo de cortes y caidas.....	15
1.2.3.4 Sobrecarga mental y estrés laboral	16
1.2.4 Estado psicológico de los rozoneros	17
1.3 Antecedentes de estudios de rendimiento e información sobre clasificación de tipos de roce....	19
1.4 Objetivos.....	23
1.4.1 Objetivo general.....	23
1.4.2 Objetivos específicos.....	23
II MATERIAL Y METODO.....	25

2.1	Material.....	25
2.1.1	Area de estudio.....	25
2.1.2	Recurso humano.....	25
2.1.3	Equipo de trabajo.....	25
2.1.4	Equipo de investigación.....	26
2.2	Metodología.....	27
2.2.1	Seguimiento.....	27
2.2.2	Telemetría y multimomento.....	27
2.2.3	Estudio de tiempo.....	28
2.2.4	División del trabajo.....	28
2.2.4.1	Actividades principales.....	29
2.2.4.2	Actividades secundarias.....	29
2.2.5	Variables vegetacionales, del medio y climáticas.....	30
2.2.6	Jornada de trabajo.....	32
2.2.7	Análisis estadístico.....	32
III	RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
3.1	Estudio 1.....	33
3.2	Estudio 2.....	36
3.3	Estudio 3.....	39
3.4	Comportamiento de las funciones de rendimiento en distintas condiciones de sitio.....	42
IV	CONCLUSIONES.....	45
V	RESUMEN.....	47
VI	SUMARY.....	48

VII BIBLIOGRAFIA.....

49



INDICE DE TABLAS

TABLA N°		PAGINA
<u>En el Texto</u>		
1	Rendimientos en distintos tipos de roce, medido en jornadas por hectárea.....	20
2	Estadísticos de media, desviación estándar y coeficiente de variación según tipo de roce.	21
3	Indices de escabrosidad según rango, determinado en la nota técnica NT 22/P/84...	31
4	DAC, superficie rozada total y real, rendimiento real, cobertura y duración de la jornada de trabajo.....	34
5	Frecuencias cardíacas expresadas en latidos por minuto, según tipo de actividad.....	35
6	Número de especies totales, promedio por jornada y orden de importancia.....	35
7	DAC, superficie rozada total y real, rendimiento real, cobertura y duración de la jornada de trabajo.....	37
8	Frecuencias cardíacas expresadas en latidos por minuto, según tipo de actividad.....	38

9	Número de especies totales, promedio por jornada y orden de importancia.....	39
10	Estadísticos de la frecuencia cardíaca (F.C), capacidad cardiovascular (C.C.), rendimiento, tiempos principales, tiempos secundarios y cobertura.....	40
11	Estadísticos de la frecuencia cardíaca (F.C.), capacidad cardiovascular (C.C.), rendimiento, tiempos principales, tiempos secundarios y cobertura.....	41
12	Rendimientos reales y estimados obtenidos mediante las funciones de Apud y Valdés, de los estudios 2 y 3 en metros cuadrados por hora.....	42
13	Rendimientos reales y estimados a través de función de rendimiento universal, medida en metros cuadrados por hora.....	44

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		PAGINA
<u>En el Texto</u>		
1	Síntesis de los procesos aeróbicos de generación de energía.....	5
2	Síntesis de los procesos anaeróbicos de generación de energía.....	6
3	Trabajador en faena de roce con rozón.....	11
4	Trabajador rozando con motosierra, el operador utiliza el mismo equipo de protección que en faena de cosecha.....	12
5	Costo energético de distintas actividades forestales expresado en kilocalorías por minuto.....	13
6	Sobrepostura del tronco en el roce con motosierra.....	14
7	Material removido dificulta el desplazamiento del trabajador.....	16
8	Estado psicológico de los trabajadores forestales.....	18

9	Nivel de satisfacción de los trabajadores forestales.....	19
10	Trabajador forestal con rozón, se aprecia la ausencia de protección en las extremidades inferiores.....	27
11	Escabrosidad del terreno durante la faena de roce.....	31



I INTRODUCCION

La importancia del sector forestal en la economía del país se ve reflejada en las últimas estadísticas que lo posicionan como el segundo rubro exportador después de la gran minería del cobre, aportando alrededor del 10% del producto interno bruto en los últimos 5 años pese a las dificultades presentadas por la crisis asiática. Esto permite pensar que se volverá a tasas de plantación similares a las del pasado, sino son mayores, producto de los próximos acuerdos comerciales y nuevos destinos para nuestros productos forestales.

Este escenario tan promisorio para el sector forestal chileno, nos obliga a poseer un nivel de conocimiento suficiente para el buen manejo del recurso disponible y para el establecimiento de las nuevas plantaciones. En este segundo aspecto, la generación de nuevas masas boscosas conlleva la realización de una serie de actividades de manejo con el fin de asegurar el establecimiento de las plantas en terreno y una buena tasa de crecimiento inicial. Dentro de las actividades destinadas a la preparación del sitio para el establecimiento de una plantación se encuentra la Limpia o Roce, actividad que se desarrolla con el fin de reducir o eliminar la competencia de la vegetación natural que podría impedir el establecimiento adecuado de una plantación o afectarla de cualquier otra manera. Esta actividad se realiza en la mayoría de los casos en forma manual, cuya herramienta principal es el Rozón, aunque en pequeña medida se ha incorporado la mecanización con desbrozadoras y motosierras.

El roce forestal deriva de las limpiezas realizadas en tiempos de la colonia para la utilización de tierras para el cultivo agrícola y la ganadería, en aquellos años el fuego jugó un papel preponderante en esta actividad, pues eliminaba casi en su totalidad el material combustible, y los desechos que permanecían en el lugar eran removidos por tracción animal, dicha técnica resultaba muy efectiva en zonas densamente cubiertas de vegetación, no así, en lugares más abiertos y con discontinuidad en la cubierta vegetal. En estas áreas era necesaria la eliminación en forma manual utilizándose inicialmente para ello en un comienzo las mismas herramientas que se utilizaban en la agricultura, como sierras, cuchillones, guadañas y azadones. De estas primeras herramientas deriva el rozón, herramienta de un peso cercano a 3 kg, que consiste en una hoja de acero de 30 cm en forma de "j", la cuál posee filo en el perfil interior de ésta, unida a un mango en la misma dirección de la hoja de 130 cm aproximadamente.

En el ciclo forestal son variadas las actividades que se desarrollan, tanto silviculturales como de manejo, comenzando por el pretratamiento de las semillas, la generación de las plántulas en vivero hasta la cosecha, el transporte y embarque de los productos del bosque. En cada etapa del ciclo se ha visto la necesidad de contar con el conocimiento acerca de la naturaleza de cada actividad así como de sus rendimientos, sin embargo, sólo algunas faenas se han estudiado con mayor detenimiento y profundidad, como lo son: las podas, los raleos, la cosecha y el transporte, por tener una mayor incidencia en los costos totales de la producción, en desmedro de actividades como la fertilización, la preparación del suelo o el roce. No

obstante, hoy en día es necesario ser más eficientes en cada una de nuestras labores, pues nuestras ventajas competitivas no pueden seguir siendo sólo el menor precio de la tierra y de la mano de obra, o la eficiencia obtenida en ciertas áreas estratégicas de la producción. Esta última sentencia, justifica al parecer del autor, la necesidad de describir y analizar estudios de rendimiento en la faena de roce.

La descripción de la faena y el estudio de sus rendimientos nos llevan a interiorizarnos en una ciencia que tuvo sus orígenes en Inglaterra a mediados de este siglo.

1.1 La Ciencia de la Ergonomía.

La Ergonomía es "el estudio científico del hombre en su trabajo", por definición de la Sociedad de Ergonomía, o en otras palabras, "el estudio multidisciplinario e integrado de todos los factores que afectan el bienestar de los trabajadores y su productividad", según señala Apud(1996) como la generalidad de las diversas definiciones de este término. Cuyo objetivo se resume en la seguridad, salud y bienestar del trabajador y de su eficiencia en el trabajo.

En el sector forestal chileno, la Ergonomía lleva un par de décadas dedicada a la investigación, docencia y extensión. En estos años, la ergonomía forestal ha hecho avances importantes en la obtención de conocimiento referido a las características antropométricas, fisiológicas y psicológicas de los trabajadores, las condiciones de vida en los campamentos, rangos de gasto energético para diversos puestos de trabajo, búsqueda de tecnologías

apropiadas para faenas manuales y obtención de rendimientos de referencia.

La faena de Roce, desde un punto de vista ergonómico, es una de las faenas más difíciles de estudiar, porque, como lo señalan Apud y Valdés (1995), la carga de trabajo y los rendimientos son altamente dependientes de la vegetación predominante que se elimina. Además, encontrar unidades de rendimiento no es tan fácil como en otras actividades silvícolas, donde el objeto de trabajo son árboles o ramas, a esto hay que agregar la escabrosidad y pendiente del terreno, la mayor o menor dureza de las especies y su densidad. Sin embargo, estudios realizados por Apud, et al. (1991) concluyeron en la factibilidad de predecir rendimientos en roce en condiciones similares a las de aquel estudio, no obstante, manifiestan la necesidad de seguir investigando, perfeccionando la evaluación de la vegetación para llegar a modelos de predicción más precisos.

Como todo trabajo manual el roce es una actividad que genera un gasto energético importante, por lo cual es necesario conocer, aunque sea simplídicamente, los mecanismos que permiten al ser humano generar energía.

1.1.1 Procesos generadores de energía. El hombre, por el simple hecho de estar vivo, requiere energía. Esta puede obtenerse por dos vías: aeróbica y anaeróbica. Los procesos que conducen a la obtención de energía aeróbica se pueden resumir como sigue:

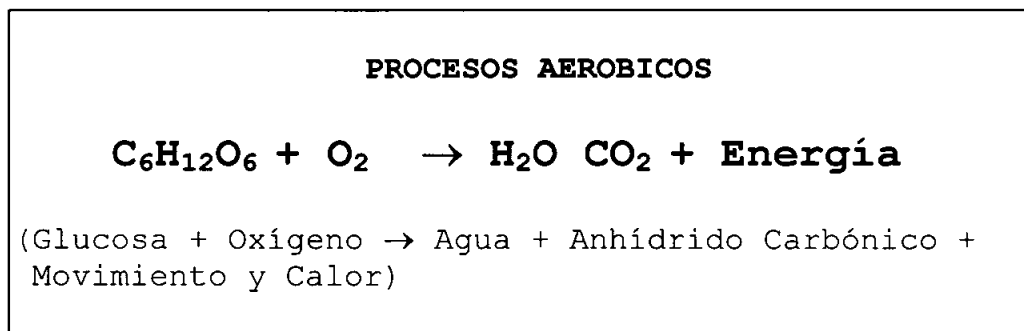


Figura 1. Síntesis de los procesos aeróbicos de generación de energía.

Este es un esquema simplificado de las numerosas reacciones que ocurren en el organismo para liberar energía durante el trabajo muscular. Sin embargo, destacan dos aspectos que son fundamentales cuando un trabajador está realizando trabajos físicos. Primero, el "combustible" para el trabajo muscular son los alimentos y estos deben ingerirse en cantidad suficiente y con una distribución adecuada. Segundo, se necesita oxígeno para transformar la energía química contenida en los alimentos en energía mecánica y calórica. El aporte de oxígeno depende de la capacidad de los sistemas respiratorio y cardiovascular, para tomar este elemento desde el aire ambiente y transportarlo hasta los músculos en trabajo.

En ejercicios suaves o moderados, el oxígeno aportado a los músculos es suficiente para obtener toda la energía en forma aeróbica. Cuando el trabajo se hace más intenso, puede llegar un punto en que el oxígeno disponible sea insuficiente y parte de la energía se libere en forma anaeróbica. Estos procesos son tan complejos como los anteriores y se pueden sintetizar de la siguiente manera:

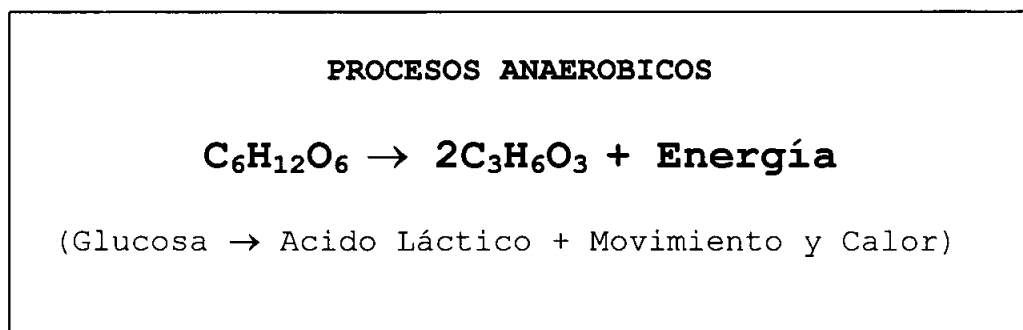


Figura 2. Síntesis de los procesos anaeróbicos de generación de energía.

Como se observa, el trabajo anaeróbico lleva a la producción de ácido láctico y su acumulación en la sangre y tejidos se asocia a fatiga muscular. Por este motivo, la mayoría de los fisiólogos actuales acepta que el trabajo se debería considerar pesado cuando el metabolismo anaeróbico comienza a contribuir significativamente en la liberación de energía. Mientras más alta es la participación de los procesos anaeróbicos, más extenuante es la actividad y más corto el período en que el trabajo se puede efectuar sin una pausa. Durante la recuperación, el metabolismo aeróbico se mantiene elevado, básicamente porque la mayor parte del ácido láctico es oxidado. Esta es la razón por la cual, cuando se realiza trabajo anaeróbico, se contrae una deuda de oxígeno, que debe ser pagada durante la recuperación.

Lo que destaca la descripción anterior es que el metabolismo energético depende de la utilización de oxígeno. Así, midiendo el consumo de oxígeno que demanda una actividad, se puede obtener una estimación indirecta del gasto de energía. Esto se debe a que un litro de

oxígeno consumido se aproxima a un gasto de energía cercano a 5 kcal, Apud (1996).

Sin embargo, existen dificultades en la medición del consumo de oxígeno en terreno con instrumentos como el Saco de Douglas o el Respirómetro de Kofranyi-Michaelis, e incluso en instrumentos de última generación como el OXILOG, los cuales generan molestias a los trabajadores cuando son evaluados.

Como resultado de estas dificultades para medir el consumo de oxígeno, se han propuesto diferentes métodos para estimarlo a partir de otras variables simples, como el pulso arterial. De hecho, Berggren y Christensen (1950) establecen que el aumento del consumo de oxígeno en el trabajo está estrechamente relacionado con el incremento de pulso, y que "el número de pulsaciones durante el trabajo debería dar información bastante confiable acerca del costo energético", aún cuando, la relación entre ambas variables (consumo de oxígeno y frecuencia cardíaca) no es igual para todas las personas, de manera que cada sujeto debe ser calibrado para establecer su propia relación. Por otra parte, en dicha asociación influye también el tipo de ejercicio, los músculos involucrados, la temperatura ambiente y otros factores. En síntesis, bajo circunstancias muy controladas, el aumento en el número de latidos cardíacos puede ser empleado como indicador de gasto de energía, pero existen factores que alteran esta relación que, al no ser considerados, pueden conducir a error.

Hay otro aspecto tan importante como los procesos generadores de energía en el desarrollo de actividades

físicas. Este aspecto se refiere a la capacidad física de las personas para realizar trabajo.

1.1.2 Capacidad física para trabajos dinámicos. La capacidad física de trabajo no puede ser definida en forma precisa con un criterio único. Según Astrand y Rodahl (1985) los factores que condicionan la aptitud física se pueden resumir de la siguiente forma:

Procesos generadores de energía

- Aeróbicos
- Anaeróbicos

Función neuromuscular

- Fuerza
- Técnica

Factores psicológicos

- Motivación
- Tácticas



De todos estos factores, se ha demostrado en reiteradas ocasiones que la capacidad máxima de los procesos aeróbicos es un indicador confiable de la aptitud del ser humano para realizar trabajos físicos dinámicos. Actualmente, la capacidad aeróbica se acepta como un estándar internacional de referencia para estudiar la aptitud física de diversas poblaciones.

La capacidad aeróbica es sinónimo de consumo máximo de oxígeno (VO_2 max.) el cual refleja la capacidad combinada de los sistemas cardiovascular y respiratorio para obtener, transportar y entregar oxígeno a los músculos durante el

trabajo, como también la eficiencia de este tejido para metabolizar oxígeno.

Como el conocimiento de la capacidad aeróbica es importante para definir niveles de rendimiento sin que los trabajadores se fatiguen, su medición o estimación ha sido una preocupación permanente de los especialistas en el tema. La única forma de medir la capacidad aeróbica en forma directa es sometiendo al sujeto en estudio a pruebas de esfuerzo máximo. La técnica es compleja y puede involucrar problemas para personas con afecciones cardiovasculares o respiratorias. Por esta razón, la medición directa del consumo máximo de oxígeno, debe practicarse sólo en laboratorios bien equipados que cuenten con asistencia médica, por si se presenta alguna emergencia.

1.1.3. Concepto de trabajo pesado. Se ha señalado que durante el trabajo aeróbico, el aporte de oxígeno a los músculos es suficiente para obtener la energía por procesos oxidativos. En tales casos, el ácido láctico no excede los valores de reposo. Si el trabajo se hace más intenso y los procesos aeróbicos se tornan insuficientes, el organismo obtiene parte de la energía por vía anaeróbica con acumulación de ácido láctico y fatiga. El punto de esfuerzo, en el cual se produce este fenómeno, se denomina umbral anaeróbico. Por lo tanto desde un punto de vista fisiológico, se considera trabajo pesado todo aquel que supere el umbral anaeróbico. El surgimiento de la anaeróbiosis ocurre entre el 50 y el 60 % de la capacidad aeróbica. Se considera trabajo pesado todo aquel que, en promedio de una jornada, demanda una sobrecarga mayor que

el 40 % de la capacidad aeróbica de la persona, y aunque, la frecuencia cardíaca tiene limitaciones para estimar el gasto de energía, representa muy bien la carga sobre el sistema cardiovascular resultante de la combinación del trabajo muscular, del calor y otros factores. Por esta razón, hoy en día también se considera trabajo pesado todo aquel que, en promedio de una jornada, supere el 40 % del costo cardíaco relativo, que en Chile denominamos corrientemente carga cardiovascular.

1.2 Antecedentes Generales de la faena de roce.

1.2.1 Descripción de la faena. En el roce manual, todos los operarios trabajan con rozones, a excepción de uno que hace labores de motosierrista cuando las circunstancias lo requieren. En la práctica, los operarios con rozón se disponen en un frente de trabajo en el sector que indique su supervisor, en el que cada trabajador se distancie de su compañero hacia ambos lados entre 4 a 8 metros, u otra distancia que determine en terreno el supervisor, de manera de preservar al máximo la seguridad del personal. Posteriormente, y tras el barrido que realizan los operarios con rozón, pasa si es necesario, un motosierrista volteando todo el resto de vegetación que haya quedado en pie. Observar Figura 3: Faena de roce con rozón.



Figura 3. Trabajador en faena de roce con rozón.

En general, los motosierristas seleccionados serán los 3 operarios mejor capacitados de la cuadrilla para usar dicho equipo y deberán rotarse uno por día. La selección de los motosierristas correrá por cuenta del supervisor y del controlador de mediciones, y ésta deberá hacerse antes de comenzar los trabajos, quedando ésto estipulado en el registro diario de faenas. Burgos (1988). Observar Figura 4: Roce con motosierra.

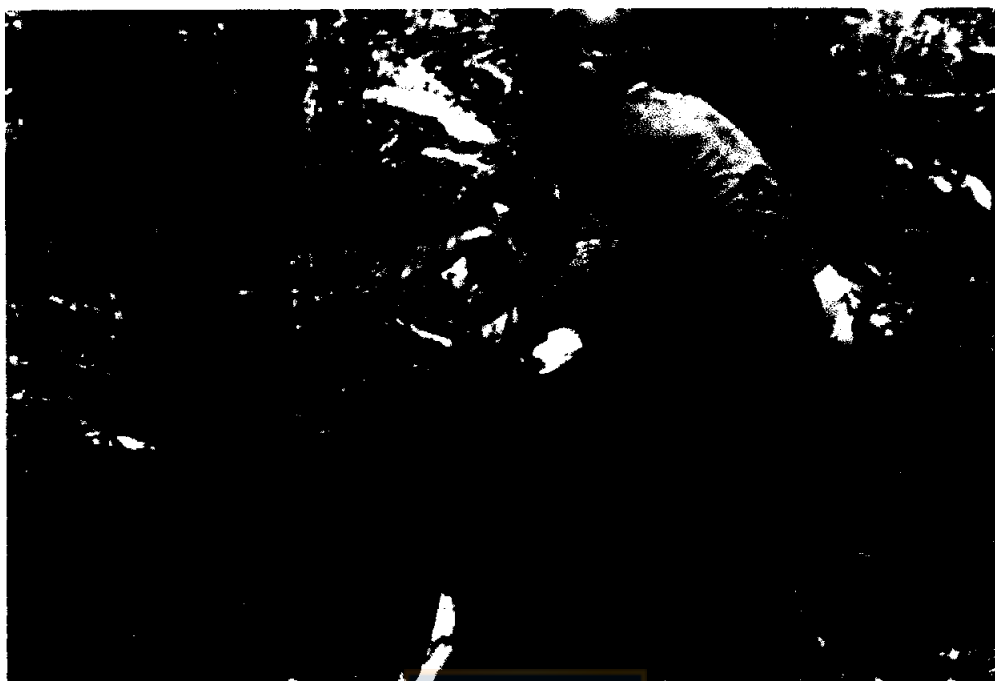


Figura 4. Trabajador rozando con motosierra, el operador utiliza el mismo equipo de protección que en faena de cosecha.

1.2.2 Gasto energético. El gasto de energía equivalente al 40 % de la capacidad aeróbica de los trabajadores forestales se aproxima a 6.0 Kilocalorías por minuto. En la Figura 5, se presentan los gastos energéticos en distintas actividades forestales. Como se puede ver en la mayoría de ellas se excede el límite de referencia, siendo el roce con rozón la tercera actividad con mayor gasto energético, alcanzando a 8,9 Kcal/min.

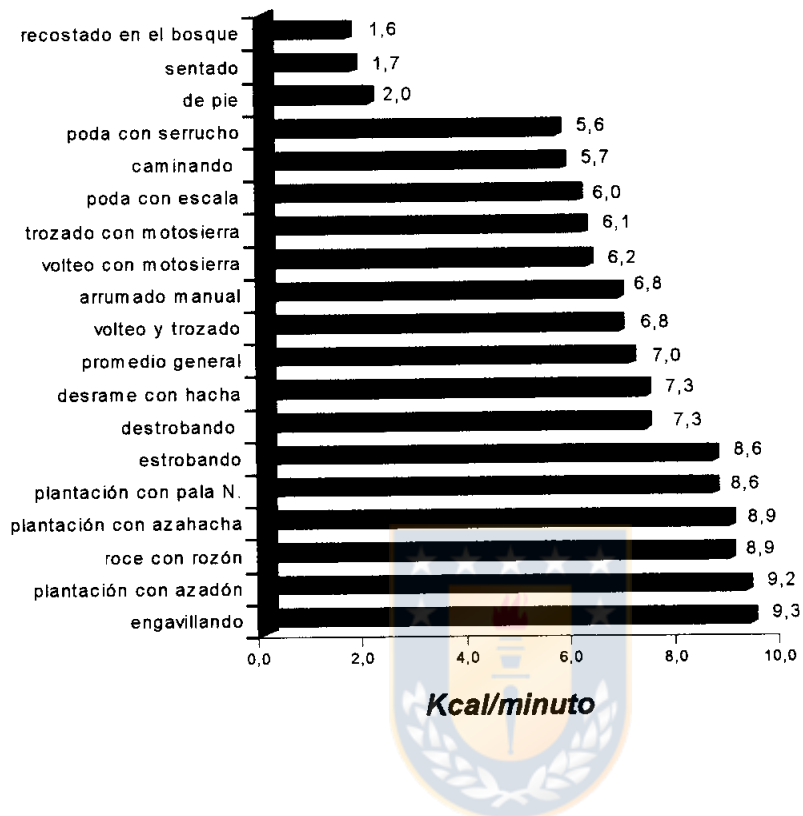


Figura 5. Costo energético de distintas actividades forestales expresado en kilocalorías por minuto. (Manual de Ergonomía Forestal, 1999)

1.2.3 Riesgos de accidentes y enfermedades laborales.

1.2.3.1 Sobrecarga postural. La postura se define como la ubicación espacial que adoptan los diferentes segmentos corporales o la posición del cuerpo como conjunto. El término sobrecarga postural, se refiere al riesgo para el sistema músculo-esquelético, que genera la posición que mantienen los diferentes segmentos durante el desarrollo de las actividades laborales o en nuestra vida cotidiana.

Respecto al roce con rozón, en su ejecución se desarrollan movimientos flexo-extensores de las extremidades superiores con rotación del tronco, considerando el roce un trabajo repetitivo, el riesgo de ocasionar lesiones de espalda baja, en la zona lumbar son altos. Más aún, cuando el trabajo se realiza con herramientas de dimensiones no adecuadas lo que obliga una sobrepostura al operario. En el roce con motosierra, ver Figura 6, hay que agregar que el operario esta obligado a sostener la motosierra a una altura aproximada de unos 50 cm del suelo para eliminar la vegetación.



Figura 6. Sobrepostura del tronco en el roce con motosierra.

1.2.3.2. Vibración de manos o "zapateo". En la ejecución del roce, se aplica una fuerza que permite realizar el corte de la vegetación, sin embargo el golpe ocasionado

genera una fuerza que es recibida en las manos del operario la que comúnmente se le llama "zapateo". Esta vibración, en forma repetitiva y sistemática, en conjunto a otras actividades de similar naturaleza, puede derivar en problemas degenerativos e irreversibles en los segmentos de mano-muñeca.

1.2.3.3. Riesgo de cortes y caídas. La probabilidad de ocasionarse cortes durante la faena no es tan alta, puesto que la herramienta de corte en su desplazamiento se aleja del cuerpo del operario, sin embargo, dependiendo de la dificultad del terreno la probabilidad de caídas es mayor, considerando que durante el avance, el material removido dificulta aun más el desplazamiento en zonas altamente cubiertas de vegetación, y producto de los cortes en ésta, se generan verdaderas estacas en el suelo las que pueden enterrarse al perder el equilibrio el trabajador. (Figura 7).



Figura 7. Material removido que dificulta el desplazamiento del trabajador.

1.2.3.4. Sobrecarga mental y estrés laboral. Los factores de sobrecarga mental más significativos de esta labor son los siguientes:

- ◆ La duración del ciclo de trabajo le impone una importante carga mental, ya que describen ciclos continuos de intervalos entre 0,5 y 1 minuto, limitando su recuperación a los momentos en que remueven desechos y se desplazan. Para alivianar el trabajo, deben realizar detenciones breves durante la jornada.

- ◆ Debe mantener un alto nivel de concentración para evitar accidentes al accionar su herramienta.

- ♦ El trabajador percibe la presión por mantener el control en el ritmo de su trabajo, en la sincronización de las actividades con sus compañeros y en la calidad exigida por el trabajo entregado. Además, la actividad le impone una carga psíquica derivada de la peligrosidad y el riesgo al operar con sus implementos de trabajo y desplazarse en terreno.

1.2.4 Estado psicológico de los rozoneros. Con el fin de contrastar la información de las exigencias mentales de cada actividad, con los efectos psicológicos que provocan en los trabajadores que realizan dichas labores, se efectuó en el Laboratorio de Ergonomía un análisis mediante la aplicación de un test proyectivo simple (Test de los Colores). Este instrumento complementa la observación en terreno y permite detectar el estado psicológico en que se encuentra cada trabajador evaluado. Fue aplicado a rozoneros, hacheros, estroberos, motosierristas, podadores, plantadores y otros.

Se identificaron tres aspectos psicológicos: fatiga mental, tensión y alteraciones del sistema nervioso. Cada uno de los cuales fue clasificado en tres niveles: bajo, medio y alto. La tensión, está asociada a las frustraciones, decepciones o limitaciones que lo mantienen en un estado de intranquilidad. La fatiga identifica a los trabajadores que se encuentran en un estado de agotamiento psicológico, en el que existe un descenso en su vitalidad y que afecta la tolerancia a nuevas demandas y exigencias. Mientras, que el factor riesgo cardíaco alude a un estado de agotamiento nervioso autónomo, existiendo la posibilidad de que se le presenten trastornos cardíacos.

Al respecto, de acuerdo a los resultados obtenidos que se observan en la Figura 8, se aprecia que casi la totalidad de los trabajadores, experimenta niveles significativos de tensión en su actividad. Los que presentan los índices más elevados son los rozneros, los podadores y los operadores de máquinas, quienes además, presentan altos índices de tensión psicológica y fatiga mental, que incluso en el caso de los rozneros, podrían comprometer el sistema nervioso autónomo (riesgo cardíaco).

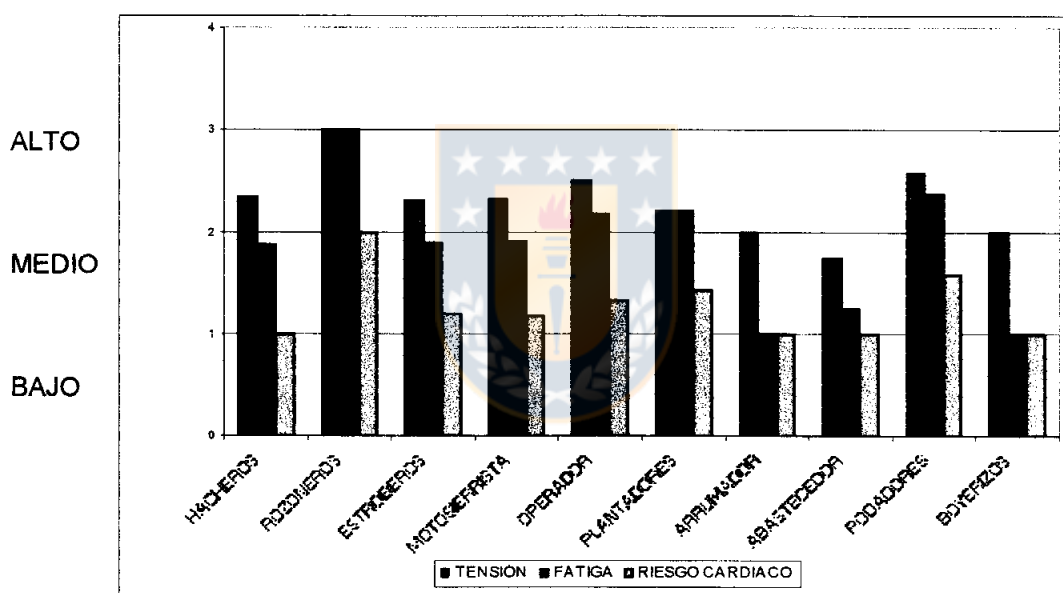


Figura 8. Estado psicológico de los trabajadores forestales (Manual de Ergonomía Forestal, 1999).

Otro factor que revela el estado psicológico de los trabajadores forestales es el de satisfacción, el cual alude al nivel de conformidad con su trabajo y las condiciones que lo rodean. Al respecto de acuerdo a la Figura 9, en general, es posible apreciar que los trabajadores analizados presentan un nivel de satisfacción

bajo, e incluso, los menos conformes, resultan ser los operadores de máquinas, los plantadores y los rozoneros.

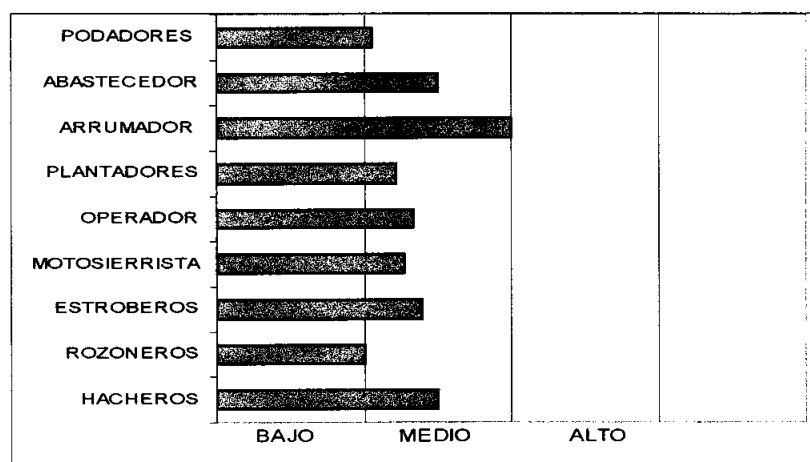


Figura 9. Nivel de satisfacción de los trabajadores forestales.

1.3 Antecedentes de estudios de rendimiento e información sobre clasificación de tipos de roce.

En la década de los ochenta se realizan los primeros estudios ergonómicos y de rendimiento en faena de roce, generándose una primera clasificación (presentada en la Nota Técnica 22/P/84) según intensidad de roce medida por la cantidad de jornadas de trabajo requeridas para despejar una hectárea de terreno. Sin embargo, a continuación se presentarán un estudio que presenta algunas discrepancias con la clasificación de la Nota Técnica y otro que generó una función de rendimiento para la faena.

El primer estudio se realizó donde predominaba preferentemente matorral nativo y eucalyptus. En la Tabla

1, se observan los rendimientos expresados en jornadas por hectárea en distintos tipos de roce y los rendimientos estimados en la NT 22/P/84.

Tabla 1. Rendimientos en distintos tipos de roce, medidos en jornadas por hectárea.

Tipo de roce	Rendimiento (jornadas/ hectárea)	Rendimiento * (jornadas/ hectárea)
Liviano	5,0	3
Liviano	3,8	3
Liviano	2,8	3
Liviano	2,5	3
Moderado	5,6	6
Moderado	6,1	6
Moderado	8,5	6
Moderado	6,1	6
Moder. Fuerte	5,8	9 a 10
Moder. Fuerte	7,5	9 a 10
Moder. Fuerte	5,7	9 a 10

* Rendimientos estimados por tipo de roce en NT22/P/84.

Como se observa en la Tabla 1, los rendimientos obtenidos para roce Liviano y Moderado presentaron cierta equivalencia con los rendimientos de referencia de la NT22/P/84. No así, para el roce Moderado Fuerte al que se le asigna un rendimiento de 9 a 10 jornadas por hectárea, presentando un rendimiento real entre 5,7 y 7,5 jornadas por hectárea. En la Tabla 2, se muestran los estadísticos de la media, desviación estándar y coeficiente de variación

de los rendimientos mostrados en la Tabla 1 en metros cuadrados por hora, observándose que en roce Moderado Fuerte se obtuvo en promedio un mayor rendimiento por hectárea que para roce Moderado. Lo que en otras palabras significa, que esos roces clasificados como roce Moderado Fuerte en realidad corresponden a roces Moderados.

Tabla 2. Estadísticos de media, desviación estándar y coeficiente de variación según tipo de roce.

Tipo roce	Liviano	Moderado	Mod. Fuerte
Media (m ² /hr)	381,33	195,01	200,49
D.E.	113,01	33,12	29,35
C.V. (%)	29,63	16,98	14,63

Teniendo en consideración las dificultades para establecer rendimientos de referencia en roce, Apud y Valdés (1995), comunicaron los resultados de otro estudio realizado en una condición de trabajo difícil en que la especie predominante fue quila. El rendimiento promedio alcanzó a 84,1 m²/hora, presentando una alta desviación estándar, ya que el coeficiente de variación fue de 39,3%. En relación al perímetro rozado la tendencia fue similar. Así mismo, la frecuencia cardíaca promedio de la jornada alcanzo a 107,5 latidos por minuto y expresada como carga cardiovascular a 37%. En otras palabras, el roce se realizó con un nivel de carga física exigente pero los trabajadores no sobrepasaron límites que pudieran producir fatiga excesiva.

En este estudio se observó un nivel muy parejo en la intensidad del esfuerzo desplegado, ya que la desviación

estándar para la frecuencia cardíaca del roce alcanzó a 2,2 latidos por minuto. La aplicación del grupo a su actividad fue muy significativa, con un porcentaje de tiempo dedicado al roce de 91,6% de la jornada.

Del análisis de la información se desprende que, aunque los trabajadores rozaron con esfuerzos y tiempos muy parejos, los rendimientos individuales fueron muy variables. Desde el punto de vista del establecimiento de tratos es perfectamente posible señalar que estos podrían basarse en un rendimiento medio de 84 m²/hora. No obstante, el rango osciló entre 40,2 y 135 m²/hora lo que es muy amplio y, sin duda, por los antecedentes de tiempo y carga física, lo que influyó fueron las diferencias en el grado de dificultad que encontraron los rozadores en las jornadas de evaluación.

Como parte del análisis se realizó una regresión paso a paso para determinar la posibilidad de predecir el rendimiento. Se encontró la siguiente función:

$$\text{RENDIMIENTO (M2/HORA)} = 84,6 + 4,59 \text{ CC} - 2,06 \text{ ED}$$

Donde :

CC = % carga cardiovascular

ED = % especie dominante (quila)

El error estándar de la estimación alcanzó a 13,7 m²/hora, lo que equivale a un error de estimación de 16,3%. Este resultado refleja algo habitual, el rendimiento es función del esfuerzo físico desplegado por los trabajadores y de la dificultad que les impone el trabajo. La mayor o menor

presencia de quila tuvo una importancia fundamental en el rendimiento. Esto destaca un problema que es básico en cualquier estimación de rendimiento en roce: la especie dominante gravita en forma importante en el rendimiento final. Por ejemplo, el rendimiento individual más alto alcanzó a 135 m²/hora. En ese caso, la quila ocupaba sólo el 66% de la superficie rozada. Lo opuesto, el rendimiento individual más bajo fue de 40,2 m²/hora con una superficie cubierta por 87% de quila. En ambos casos la carga física y el tiempo dedicado a la actividad principal fueron muy similares.

En resumen, se observa que el estado del conocimiento en la faena de roce no es lo suficientemente preciso para establecer rendimientos de referencia con cierta exactitud. La pregunta que surge entonces es la siguiente ¿será posible encontrar una función de rendimiento universal para el roce, pese a las distintas condiciones de sitio?.

La respuesta a esta pregunta fue la inspiradora necesaria para desarrollar el presente trabajo.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general. Determinar si es posible proponer funciones que estimen el rendimiento en faenas de roce.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Establecer la carga física impuesta a los trabajadores en distintas condiciones de sitio para la faena de roce.

- Establecer los rendimientos que se obtienen en distintas condiciones de sitio para faenas de roce.
- Individualizar las variables que tienen mayor preponderancia en los rendimientos obtenidos.
- Analizar la factibilidad de obtener y validar una función de rendimiento de carácter universal para el roce.



II MATERIAL Y METODO

2.1 Material.

2.1.1 Areas de estudio. Los estudios comprendidos en este trabajo han sido desarrollados por el Laboratorio de Ergonomía de la Universidad de Concepción en conjunto con empresas forestales de importancia en el sector forestal.

Estudio 1 Predio ubicado en el sector precordillerano de la VIII región, a 60 km al oriente de la ciudad de Talca. $35^{\circ} 35' 07''$ Latitud Sur y $71^{\circ} 08' 10''$ Longitud Oeste.

Estudio 2 Predios ubicados en sector de Cordillera de la Costa de la IX región, Comuna de Toltén, Sector Cautín Sur. Entre los $39^{\circ} 07'$ de latitud Sur y los $72^{\circ} 59'$ de Longitud Oeste.

Estudio 3 Predio ubicado a 8 km al Noroeste de Quilleco, Sector Canteras.

2.1.2 Recurso humano. Los trabajadores evaluados en los estudios pertenecían a empresas de servicios forestales o a cuadrillas experimentales. La selección de los trabajadores se realizó de acuerdo a los criterios vigentes en Chile, según recomendaciones de Apud et al. (1993).

2.1.3 Equipo de trabajo. Las herramientas y equipo utilizado básicamente fue el siguiente:

- Rozones
- Motosierras
- Rastrillos

2.1.4 Equipo de investigación. Para la recopilación de información en terreno, se requirió de los siguientes materiales e instrumentos:

- Brújula Suunto
- Cronómetro
- Formularios de tiempo, telemetría y variables vegetacionales
- Hipsómetro Suunto
- Huincha de distancia
- Pie de metro
- Reloj digital y banda torácica





Figura 10. Trabajador forestal con rozón, se aprecia la ausencia de protección en las extremidades inferiores.

2.2 Metodología.

2.2.1 Seguimiento. Al comenzar la faena, se inician las mediciones de tiempo y telemetría, de variables vegetacionales, del medio y climáticas requeridas. Ver formulario de registro en anexo 1.

2.2.2 Telemetría y multimomento. Las mediciones se realizarán con reloj digital y banda torácica, en terreno sólo se registrará la actividad realizada por el operario cada 1 minuto y posteriormente se agregará la frecuencia cardíaca correspondiente obtenida de los listados computacionales.

Con la información obtenida y a través de relaciones funcionales de tipo fisiológico, es posible obtener el esfuerzo físico que los operarios realizan, asociado a cada actividad efectuada durante el periodo de evaluación, así como lo señalan Valdés, et al. (1991). Además se determinará si la faena puede ser considerada como trabajo pesado o no, a través del porcentaje de Carga Cardiovascular de las actividades en estudio. Su expresión matemática es la siguiente:

$$\%C.C. = \frac{FC_{\text{trabajo}} - FC_{\text{reposo}}}{FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{reposo}}} * 100$$

FC trabajo: frecuencia cardíaca durante la realización del trabajo.

FC reposo: frecuencia cardíaca en estado de reposo.

FC máxima: frecuencia cardíaca máxima estimada en $(220 - \text{Edad del operario})$.

2.2.3 Estudio de tiempo. Junto a la telemetría se medirá con cronómetro el tiempo continuo de cada una de las actividades en que se divide la faena, permitiendo con esto, determinar la distribución del tiempo y la importancia que cada actividad tiene en la jornada de trabajo. Apud, et al. (1991).

2.2.4 División del trabajo. Para efectos de poder realizar un seguimiento confiable del ciclo normal de trabajo, éste ha sido dividido en las siguientes actividades principales y secundarias:

2.2.4.1 Actividades Principales.

Actividad	Descripción
Roce :	Corte de la vegetación.
Apilado:	Acumulación de desechos.
Desplazamiento:	Tiempo ocupado en desplazarse a otro frente de trabajo.

2.2.4.2 Actividades Secundarias.

Actividad	Descripción
Materiales:	Mantenimiento y reparación de equipo y herramientas.
Personal:	Tiempo dedicado exclusivamente a actividades fisiológicas del trabajador.
Detenciones:	Esperas, pausas y descansos realizados durante la normal ejecución de la faena (Ej.: El operario hace una pausa esperando a sus compañeros, o sencillamente se detiene a descansar teniendo todo su equipo en buen estado).
Generales:	Todo imprevisto que interrumpa temporalmente el ciclo normal de trabajo, estando todos los recursos aptos. Corresponden a tiempos cortos de no más de 5 a 10 minutos de duración.

Otros: Todo imprevisto que interrumpe temporal o permanentemente las mediciones durante la jornada (Ej.: lluvia, falla de cronómetros, accidentes, etc.). En general son tiempos largos, mayores a 10 minutos de duración.

2.2.5 Variables vegetacionales, del medio y climáticas.

Como una forma de relacionar el esfuerzo físico con el rendimiento durante la ejecución del roce, se medirá la superficie trabajada durante la jornada, a cada operario sujeto a medición. Para ello se delimitará el perímetro rozado, usando huincha de distancia y brújula Suunto, midiendo rumbo y distancia tantas veces como sea necesario. Una vez delimitado y realizado las poligonales, se trazará la diagonal más larga del sector rozado, y cada 1 metro se medirá el diámetro a la altura del corte con pie de metro en centímetros y la especie que corresponde a la medición efectuada.

Las variables del medio que se registrarán son: la pendiente, a través de un hipsómetro Suunto cada vez que sufra una variación importante durante el desplazamiento del operario y el índice de escabrosidad que corresponde al cociente entre el tiempo de desplazamiento de una distancia conocida en un terreno plano sin obstáculos, con el de un terreno con diversos grados de dificultad. Como referencia se mencionan los rangos de escabrosidad utilizados por Apud, et al. (1991):

Tabla 3. Indices de escabrosidad según rango, determinado en la nota técnica NT 22/P/84.

Escabrosidad	Rango
Alta	0,01 - 0,33
Media	0,34 - 0,66
Baja	0,67 - 1,00



Figura 11. Escabrosidad del terreno durante la faena de roce.

Las variables climáticas serán observadas y registradas cada 30 minutos durante la jornada de trabajo. Estas son las siguientes:

- Temperatura en °C.
- Humedad relativa, en porcentaje.

2.2.6 Jornada de trabajo. Se definirá como jornada de trabajo a aquel tiempo que comprende desde el inicio de las labores por la mañana en el área de estudio hasta que se terminan por la tarde, descontando el tiempo correspondiente a colación. Aún cuando se procurará realizar mediciones para jornadas de 8 horas de trabajo efectivo, no se descarta la toma de datos en jornadas fraccionadas o con menos horas de trabajo, con el objeto de aumentar la base muestral.

2.2.7 Análisis estadístico. Con las variables obtenidas de telemetría y multimomento, del estudio de tiempo, variables vegetacionales y del medio, se procederá a un análisis de correlación con el objetivo de determinar las variables de mayor asociación individual con el rendimiento. Posteriormente se realizará un análisis de regresión múltiple paso a paso para determinar la posibilidad de predecir rendimientos para cada estudio en particular.

III RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Estudio 1.

El presente estudio se realizó en una condición vegetacional donde predominaban especies arbustivas como Maqui, Zarzamora y Quila, acompañadas de Ulmo, Lingue y Laurel, por lo que se consideró una condición de sitio mediana.

Puede observarse en la Tabla 4. el diámetro a la altura del corte medido en centímetros, la superficie rozada total y real medida en metros cuadrados por jornada, el rendimiento real medido en metros cuadrados por hora, el porcentaje de cobertura y la duración de la jornada. Existe un rendimiento promedio de 132,4 m²/hr, con una desviación estándar de 24,12 (C.V.=18,44%), lo que muestra cierta variabilidad de los rendimientos en cada jornada de trabajo.

Tabla 4. DAC, superficie rozada total y real, rendimiento real, cobertura y duración de la jornada de trabajo.

Jornada	DAC (cm)	Superficie Rozada		Rendim. Real (m ² /hr)	Cobertura (%)	Durac. Jornada (hr)
		Total (m ² /jor)	Real (m ² /jor)			
		1	(31)4,8			
2	(69)3,9	1993,7	1236,1	154,5	62	8,0
3	(45)4,3	1750,0	1207,5	145,5	69	8,3
4	(64)3,5	1420,0	1164,4	145,6	82	8,0
5	(47)1,5	1699,3	968,6	121,1	57	8,0
6	(45)1,8	2570,6	1336,7	167,1	52	8,0
7	(26)1,0	1721,8	964,2	119,0	56	8,1
8	(36)2,3	1105,6	785,0	100,6	71	7,8

() = N° de observaciones

Media	(363)2,8	1796,8	1066,1	132,4	61,3	8,1
D.E.	1,4177	443,1444	196,6027	24,1279	12,6914	0,1512
CV(%)	49,09	24,66	18,44	18,23	20,72	1,88

En cuanto a la frecuencia cardíaca, durante las actividades principales se obtuvo 99 lat/min, que expresado como carga cardiovascular es de 31 %, lo que significa que la faena no es un trabajo pesado en estas condiciones. La desviación estándar de la frecuencia cardíaca fue del orden de 8 latidos por minuto, lo que no implica gran variación de esta variable.

Tabla 5. Frecuencias cardíacas expresadas en latidos por minuto, según tipo de actividad.

	Act. Princ. (lat/min)	Act. Secun. (lat/min)	Tot. Jornada (lat/min)
Media	99	83	96
D.E.	8,68	9,48	8,21
C.V. (%)	8,79	11,46	8,53

La distribución de tiempos presentada indica una buena utilización del tiempo de la jornada, dedicándose en promedio sobre el 88% a actividades principales y el resto a las secundarias.

En cuanto a la vegetación se determinó las especies presentes y la cantidad de vegetación existente, encontrándose que las especies predominantes fueron Maqui (45%), Zarzamora (28%) y Quila (15%), acompañadas por Ulmo, Lingue, Laurel y otras. Con una densidad vegetacional de 300 unidades en su conjunto.

Tabla 6. Número de especies totales, promedio por jornada y orden de importancia.

	Quila	Maqui	Zarzamora	Laurel	Ulmo	Lingue
	n°	n°	n°	n°	n°	N°
Total	46	136	85	5	14	10
Media	5,79	17,00	10,63	0,63	1,75	1,25
Orden Impor.	3°	1°	2°	6°	4°	5°

	Avellano	Murtilla	Michay
	n°	n°	n°
Total	2	3	1
Media	0,25	0,38	0,13
Orden Impor.	8°	7°	9°

Nota: El Orden de Importancia es descendente, es decir, la especie más numerosa ocupa el primer lugar.

Debido a la reducida base muestral ($N = 7$), en este estudio no se generó una función de rendimiento para él, sin embargo, en el análisis de correlación se determinaron las variables de mayor relación con los rendimientos. Estas son las siguientes: frecuencia cardíaca durante roce (-0,685), Frecuencia cardíaca total jornada (-0,707), presencia Ulmo (0,918), presencia Lingue (0,954).

3.2 Estudio 2.

Al igual que el estudio anterior, este se realizó con predominancia de especies nativas de tipo arbustivas y arbóreas. Considerandose una condición de sitio mediana.

En la Tabla 7, se aprecia el diámetro a la altura del corte medido en centímetros, la superficie rozada total y real medida en metros cuadrados por jornada, el rendimiento real medido en metros cuadrados por hora, el porcentaje de cobertura y la duración de la jornada.

Aquí se observó un rendimiento promedio de 115,62 m²/hr, con una dispersión de importancia reflejada en su

desviación estándar de 33,04 (C.V.=28,57), encontrándose en tres ocasiones rendimientos muy inferiores al conjunto de las observaciones.

Tabla 7. DAC, superficie rozada total y real, rendimiento real, cobertura y duración de la jornada de trabajo.

Jor.	DAC (cm)	Superficie Rozada		Rendim. Real (m ² /hr)	Cobertura (%)	Duración jornada (hr)
		Total (m ² /jor)	Real (m ² /jor)			
1	(15) 5,0	1293,7	970,2	132,9	75	7,3
2	(6) 3,7	1693,7	1185,5	152	70	7,8
3	(16) 4,2	1981,2	990,6	132,1	50	7,5
4	(34) 2,3	1612,5	1128,7	136	70	8,3
5	(56) 1,8	1375	962,5	120,3	70	8
6	(37) 2,4	756,2	529,3	67	70	7,9
7	(37) 1,6	1187,5	950	118,8	80	8
8	(35) 3,4	1487,5	818,1	102,3	55	8
9	(16) 4,9	1662,5	1163,7	141,9	70	8,2
10	(26) 4,0	1668,7	1084,6	140,8	65	7,7
11	(25) 4,7	956,2	573,7	72,6	60	7,9
12	(27) 0,8	1350	810	111	60	7,3
13	(16) 1,4	781,2	312,4	44	40	7,1
14	(30) 1,1	1812,5	1087,5	147	60	7,4

() = N° de observaciones

Media	(361) 3,	1401,31	897,63	115,62	63,93	7,74
D.E.	1,3903	376,4240	262,5351	33,0422	10,5936	0,3673
C.V. %	44,99	26,8	29,24	28,57	16,57	4,74

En esta oportunidad se obtuvo una carga cardiovascular de 40,8%, obtenida de la frecuencia cardíaca media de 111

lat/min que se presenta en la Tabla 8 para las actividades principales. Indicando que podría definirse, en estas condiciones de trabajo, la faena de roce como trabajo pesado.

Tabla 8. Frecuencias cardíacas expresadas en latidos por minuto, según tipo de actividad.

	Act. Princ. (lat/min)	Act. Secun. (lat/min)	Tot. Jornada (lat/min)
Media	111	91,9	109,93
D.E.	12,416	14,3	12,66
C.V. (%)	11,18	15,56	11,52

Existe un importante porcentaje de tiempo destinado a las actividades principales, cercano al 94,5 %, lo que podría explicar en cierta medida la mayor frecuencia cardíaca encontrada.

Se observo un aumento en la composición de especies presentes, pero concentradas principalmente en Zarzamora (25%), Mayo (21%), Lingue (20%) y Roble(12%), estas dos últimas de maderas más duras que el resto y por ende, de más difícil extracción, sumando en conjunto 270 de las 345 unidades existentes (Observar Tabla 9).

Tabla 9. Número de especies totales, promedio por jornada y orden de importancia.

	Roble	Lingue	Mayo	Mosqueta	Peumo	Quillay	Maqui
	n°	n°	n°	n°	n°	n°	n°
Total	41	71	73	15	18	0	20
Media	2,93	5,07	5,21	1,07	1,29	00	1,43
Orden Impor.	4°	3°	2°	7°	6°	14°	5°

	Litre	Radal	Avellano	Zarzamora	Temo	Canelo	Retamilla
	n°	N°	n°	n°	n°	n°	n°
Total	2	5	5	85	5	3	2
Media	0,14	0,36	0,36	6,07	0,36	0,21	0,14
Orden Impor.	12°	8°	8°	1°	8°	11°	12°

Nota: El Orden de Importancia es descendente, es decir, la especie más numerosa ocupa el primer lugar.

El análisis estadístico formuló la siguiente función de rendimiento para esta condición de trabajo: (N= 14)

$$\text{Rendimiento (m}^2\text{/hr)} = 625,278 - 5,39 * \% \text{ TP}$$

Indicadores Estadísticos:

$$R = 0,677; R^2 = 0,458; \text{Error estándar} = 25,322 \text{ m}^2\text{/hr}; P < 0,0001$$

donde:

% TP = Porcentaje de actividades principales.

3.3 Estudio 3.

En este último estudio se evaluó el roce en un sector cuya especie predominante fue el pichi. Por ser esta especie más

fácil de extraer que las de los otros estudios, fue considerada una condición de sitio fácil.

En la Tabla 10, se muestran los rendimientos individuales por jornada y los estadísticos del análisis del roce: la media, desviación estándar y coeficiente de variación de la frecuencia cardíaca medida en latidos por minuto, de la carga cardiovascular medida en porcentaje, del rendimiento en metros cuadrados por hora, y de los porcentajes de tiempos principales, secundarios y porcentaje de cobertura.

Tabla 10. Rendimientos individuales y estadísticos de la frecuencia cardíaca (F.C.), capacidad cardiovascular (C.C.), rendimiento, tiempos principales, tiempos secundarios y cobertura.

Jorn.	F.C. (lat/min)	C.C. (%)	Rendim. (m²/hr)	T.princ. (%)	T.secun. (%)	Cobertura (%)
1	106	36	470	83	17	45
2	103	34	431	80	20	56
3	102	33	506	87	14	48
4	127	56	470	79	21	48
5	112	43	515	77	23	54
6	115	40	512	80	20	47
Media	110,80	40,31	484,02	80,89	19,10	49,70
D.E.	9,41	8,54	32,95	3,521	3,18	4,32
C.V.	0,085	0,21	0,068	0,043	0,166	0,087

Se aprecia una cobertura promedio de un 50%. Con una carga cardiovascular de 40,31% lo que indica que debe ser

considerado trabajo pesado, aunque sea una condición de sitio fácil. Se observa también una buena utilización del tiempo de trabajo en actividades principales del orden del 80%. En cuanto al rendimiento se obtuvo en promedio 484,02 m²/hr.

Se realizó un procedimiento estadístico de regresión paso a paso obteniéndose la siguiente función de rendimiento:

Función de rendimiento : (N=28)

$$R \text{ (m}^2\text{/hr)} = 269,99 + 4,99 * \%CC - 4,74 * \%COB + 3,38 * \%TP$$

Indicadores Estadísticos:

$$R = 0,714; R^2 = 0,509; \text{Error estándar} = 79,48; P < 0,0001$$

donde:

R = rendimiento (m²/hr)
 CC = capacidad cardiovascular (lat/min)
 COB = cobertura (%)
 TP = tiempos principales (%)

3.4 Comportamiento de las funciones de rendimiento en distintas condiciones de sitio.

Los estudios analizados han entregado variada información acerca de la naturaleza de la faena, obteniéndose algunas funciones de rendimiento (estudios 2 y 3) para condiciones de sitio mediana y fácil, las cuales sería interesante conocer su comportamiento para diferentes condiciones de sitio. A continuación se presentará una tabla que muestra las estimaciones obtenidas a través de las funciones anteriormente mencionadas y la función obtenida por Apud y Valdés (1995).

Tabla 11. Rendimientos reales y estimados obtenidos mediante las funciones de Apud y Valdés, de los estudios 2 (mediana) y 3 (fácil) en metros cuadrados por hora.

Estudio	Rendimiento	Ren. Estim.	Ren. Estim.	Ren. Estm.
Condición	Real	Función	Función	Función
	Medio	Apud y Valdés	Estudio 2	Estudio 3
	(m²/hr)	Difícil	Mediana	Fácil
		(m²/hr)	(m²/hr)	(m²/hr)
Difícil	84,1	85,92	131,55	376,49
Mediana	132,4	100,61	150,96	431,56
Mediana	115,62	140,18	115,92	489,96
Fácil	484,02	167,24	189,28	508,96

Las estimaciones hechas por la función del estudio 2 (Condición Mediana) concluyeron lo siguiente: para el estudio 1 (Condición Mediana) fue de 150,96 m²/hr, el cual se aproxima al rendimiento real de 132,4 m²/hr, debiéndose esto a que ambos estudios poseían una composición vegetal muy similar. No así ocurrió con las estimaciones para el resto de los estudios, los cuales presentaban una composición de especies diferente.

Los resultados obtenidos por la función del estudio 3 (Condición Fácil), señalan una completa discrepancia con los rendimientos reales de los otros estudios, lo mismo ocurre con las estimaciones hechas con la función de Apud y Valdés (Condición Difícil). Puede deberse esto a que ambos estudios se desarrollaron en sitios de condición vegetal muy diferentes. En uno, la especie dominante fue Pichi, de relativa facilidad de extracción por lo cual

se presentaron altos rendimientos por hora, y en el otro fue la Quila de mayor dificultad para eliminarla.

Posteriormente se procedió a confeccionar una posible función de rendimiento de carácter universal con las bases de datos de todos los estudios, originando la siguiente función: (N=28)

$$\text{RENDIMIENTO (M2/HR)} = 1722,448 + 0,379 * FC - 15,006 * TP - 3,567 * COB$$

Indicadores Estadísticos:

R= 0,781; R²= 0,610; Error estándar= 102,239; P< 0,0001

donde:

FC = frecuencia cardíaca (lat/min)

TP = % de tiempo dedicado a actividades principales

COB = % de cobertura

Los resultados obtenidos con esta nueva función, están indicados en la tabla siguiente.

Tabla 12. Rendimientos reales y estimados a través de función de rendimiento universal, medida en metros cuadrados por hora.

Estudio	Rendimiento real medio (m2/hr)	Rendimiento estimado Función Universal (m2/hr)
Apud y Valdés	84,1	96,86
Estudio 1	132,4	219,65
Estudio 2	115,62	118,01
Estudio 3	484,02	373,325

El comportamiento de la posible función de rendimiento universal refleja que para estimaciones de la misma condición de sitio, como lo son los Estudios 1 y 2 (condición mediana), estima disimilmente, solamente en el Estudio 2 presenta una buena estimación (118,01 m²/hr) respecto al rendimiento real (115,62 m²/hr).

Podría pensarse que este resultado sólo es explicado debido a que aquel estudio aportó la mitad de la base muestral para el análisis, sin embargo, la estimación hecha para el estudio de Apud y Valdés, el cual no participó en la base muestral, y que además es de condición de sitio diferente (condición difícil), fue de 96,86 m²/hr bastante cercano al rendimiento real de 84,1 m²/hr.

Si consignamos también, la subestimación obtenida para la condición de sitio fácil del Estudio 3, del orden de 111 m²/hr, la única conclusión que podemos señalar, a la luz de los resultados obtenidos en este trabajo, es que una función universal, siempre podrá tender a estimar de mejor manera una de las condiciones de sitio más extremas, pero no ambas a la vez, por lo cual su uso en forma generalizada para cualquier condición de sitio puede inducirnos a errores de estimación importantes.

IV CONCLUSIONES

1.- La faena de roce es una actividad que se encuentra en el límite de ser considerado trabajo pesado, por la carga física que presenta, se observó que las cargas cardiovasculares promedian los 38 a 42 %, dependiendo de las condiciones de sitio que se presenten.

2.- Existe una buena utilización del tiempo de trabajo, cercano al 85% dedicado a actividades principales.

3.- Los rendimientos son altamente dependientes de la vegetación existente, tanto de su cobertura como de su composición.

4.- Es posible obtener funciones de rendimiento para condiciones de sitio específicas que estimen en buena forma los rendimientos reales, pese a la alta desviación estándar encontrada en los rendimientos individuales de los trabajadores.

5.- Pueden utilizarse funciones de rendimiento de condiciones de sitio específicas para sectores con condiciones de sitio similares, principalmente referido a la misma composición de especies.

6.- Las funciones de rendimiento obtenidas en condiciones de sitio difícil (en porcentaje de cobertura y dureza de las especies a extraer) no estiman en buena forma los rendimientos que se presentan en sitios de condiciones más favorables y viceversa.

7.- Obtener una única función de rendimiento universal, es muy improbable, más bien debieran poderse generar funciones de rendimiento según la composición de especies presentes.



V RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el fin de determinar si es posible proponer funciones que estimen el rendimiento en faenas de roce. Para ello se establecieron las cargas físicas impuestas a los trabajadores en distintas condiciones de sitio y los rendimientos obtenidos, individualizando las variables que tienen mayor preponderancia en éstos.

Luego, se realizó un análisis de regresión múltiple que derivó en la obtención de dos funciones de rendimiento para diferentes condiciones de sitio. Dichas funciones fueron analizadas con el objeto de determinar su utilidad en la predicción de rendimientos en condiciones diferentes. Posteriormente se estudió la factibilidad de obtener y validar una función de rendimiento de carácter universal para el roce.

De lo anterior se concluyó que, la faena de roce es una actividad que se encuentra en el límite de ser considerado trabajo pesado dependiendo de la dificultad de la condición del sitio. Los rendimientos son altamente dependientes de la vegetación existente, tanto de su cobertura como de su composición. Es posible obtener funciones de rendimiento para condiciones de sitio específicas que estimen en buena forma los rendimientos reales de condiciones similares, no así, para condiciones vegetacionales muy diferentes y la obtención de una única función de rendimiento de carácter universal, es muy improbable, más bien debieran poderse generar funciones de rendimiento para determinadas condiciones de carácter local.

VI SUMMARY

The present work was carried out with the purpose of determining if it is possible to propose functions that estimate the yield in tasks of clear land. For they settled down it the physical loads imposed the workers in different place conditions and the yields, individualizing the variables that have bigger preponderance in the obtained yields.

Then, he was carried out an analysis of multiple regression that derive in the obtaining of two yield functions for different place conditions. This functions were analyzed in order to determining their utility in the prediction of yields under different conditions. Later on you study the feasibility of to obtain and to validate a function of yield of universal character for the clear land.

Of the above-mentioned you concludes that, the task of clear land is an activity that is in the limit of being considered heavy work depending on the difficulty of the condition of the place. The yiels are highly dependent of the existent vegetation, so much of their covering as of their composition. It is possible to obtain yield functions for specific place conditions that estimate in good form the real yields of similar conditions, I did not seize, for conditions very different vegetacionales. The obtaining of an only function of yield of universal character, is very unlikely, rather they should can to generate yield functions for certain conditions of local character.

VII BIBLIOGRAFIA

Apud, E.; Gutierrez, M.; Lagos, S.; Maureira, F.; Meyer, F. 1999. "Manual de Ergonomía Forestal". Proyecto FONDEF D96/1108, Universidad de Concepción - Fundación Chile, Concepción.

Apud, E. 1996. "Temas de Ergonomía". Ed.: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción.

Apud, E.; Valdés, S. 1995. "Ergonomics in forestry: the Chilean case". Geneva, International Labour Office.

Apud, E.; Chiang, M.; Gutiérrez, M.; Maureira, F. 1993. Criterios de aptitud física y psicológica para la selección de trabajadores forestales y criterios ergonómicos para la selección de maquinarias, Grupo de Producción Forestal, Informe No. 8, Ed.: Fundación Chile, Concepción.

Apud, E.; Jara, A.; Vega, J. 1991. Estudio técnico-ergonómico en una faena de roce, Informe Técnico No. 4, Forestal Millalemu, Chillán.

Astrand, P.O. and Rodahl, K. 1985. "Textbook of work Physiology". Ed.: Mc Graw Hill Book Company, New York.

Berggren, G. y Christensen, E. H. 1950. "Heart rate and body temperature as indices of metabolic rate during work".

Burgos, R. 1988. Estudio de rendimiento y ergonómico en faena de roce y construcción de cortafuegos perimetrales, Area Técnica, Unidad de Proyectos Forestales, Forestal Celco, Constitución.

Valdés, S.; Apud, E.; Vega, J. 1991. Metodologías de estudios técnico-ergonómicos, Nota Técnica NT/005/SGT/11/91, Forestal Millalemu, Chillán.

Vega, J. 1984. NT/22/P/84. Forestal Celco, Constitución.

