

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
DEPARTAMENTO SILVICULTURA

ESTUDIO DE TIEMPOS, RENDIMIENTOS Y COSTOS PARA DISTINTAS  
ALTERNATIVAS DE PREPARACION DE SUELOS EN EL SECANO INTERIOR  
DE LAS REGIONES VI, VII Y VIII.



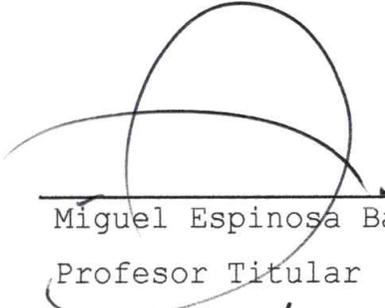
MEMORIA PARA OPTAR  
AL TITULO DE  
INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION - CHILE

2001

ESTUDIO DE TIEMPOS, RENDIMIENTOS Y COSTOS PARA DISTINTAS  
ALTERNATIVAS DE PREPARACIÓN DE SUELOS EN EL SECANO INTERIOR  
DE LAS REGIONES VI, VII Y VIII.

Profesor Asesor



---

Miguel Espinosa Bancalari  
Profesor Titular  
Ingeniero Forestal, PhD.

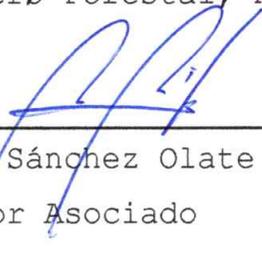
Profesor Asesor



---

Eduardo Acuña Carmona  
Ingeniero Forestal, M.Sc.

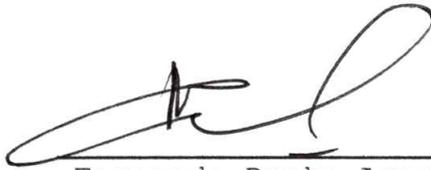
Director Departamento  
Silvicultura



---

Manuel Sánchez Olate  
Profesor Asociado  
Ingeniero Forestal, Dr.

Decano Facultad de  
Ciencias Forestales



---

Fernando Drake Aranda  
Profesor Asociado  
Ingeniero Forestal

Calificación de la memoria de título:

Miguel Espinosa Bancalari	:	Ochenta puntos
Eduardo Acuña Carmona	:	Ochenta puntos



Dedicada a mis padres,  
hermanos y familias  
que son lo más grande  
que tengo en el mundo.

Agradezco a mi padre Héctor, por su sacrificio y esfuerzo, a mi madre Fresia, la mejor de todo este planeta, por ser una mujer incomparable y entregada por entera a sus hijos, a mis hermanos Nancho, Caty y Eduardo por ser como son y a sus respectivas esposas y esposos Ana María, Gerardo y Solange.

Mi mas sincero agradecimiento a mis sobrinos Alonso, Daniel, Karina, Cristian y Carlitos, por dar alegría a mi vida en los malos momentos.

A mi amigo Claudio, por su amistad desinteresada, apoyo y confianza.

A mis buenos amigos del Hogar Freire Carlos, Ramón, Sergio e Iriti por tantos buenos momentos compartidos y su preocupación.

A mis compañeros de carrera, Alvaro, Briofit, Jean Paul y Sergio por su compañerismo y esos esforzados días y noches de estudio. A mis compañeras y amigas Jimena, Pamela y Soraya, por su simpatía y ayuda.

Agradezco también a mis profesores asesores Don Miguel Espinosa y Don Eduardo Acuña por el apoyo brindado en la realización de esta memoria.

Por último agradezco a quien estuvo y ha estado junto a mí desde siempre, porque en todo momento he encontrado en él una mano amiga en cual apoyarme, DIOS.

**INDICE DE MATERIAS**

<b>CAPITULOS</b>	<b>PAGINA</b>
I	INTRODUCCIÓN..... 1
II	METODOLOGIA..... 5
2.1	Lugar del estudio..... 5
2.2	Tratamientos estudiados..... 6
2.3	descripción del lugar del ensayo..... 6
2.4	Estudio de tiempos..... 8
2.4.1	Clasificación de los tiempos..... 8
2.4.2	Método de medición de tiempos..... 10
2.5	Maquinaria y equipos utilizados..... 10
2.5.1	Subsolado a distinta profundidad..... 10
2.5.2	Subsolado y rastraje..... 11
2.5.3	Subsolado y rastraje con rodillo..... 13
2.5.4	Hoyadura..... 13
2.6	Determinación de rendimientos..... 15
2.7	Determinación de costos..... 15
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 16
3.1	Distribución de los tiempos..... 16
3.1.1	Subsolado a distinta profundidad..... 16
3.1.2	Subsolado y rastraje..... 18
3.1.3	Subsolado, rastraje y sellado..... 20
3.1.4	Hoyadura..... 22
3.2	Rendimientos y costos..... 24

3.2.1	Subsolado a distinta profundidad.....	24
3.2.2	Subsolado con rastra.....	26
3.2.3	Subsolado con rastra y rodillo.....	27
3.2.4	Hoyadura con excavadora.....	29
IV	CONCLUSIONES.....	31
V	RESUMEN.....	33
VI	SUMMARY.....	34
VII	LITERATURA CITADA.....	35



## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA N°</b>		<b>PAGINA</b>
	<u>En el texto</u>	
1	Nombre de los predios, ubicación y empresas propietarias.....	5
2	Tratamientos estudiados, maquinaria utilizada y simbología.....	7
3	Condiciones del lugar donde se realizaron los tratamientos de preparación de suelo.....	8
4	Rendimientos, costos horarios y observados por tratamiento.....	28

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1	<i>Bulldozer</i> Caterpillar D8-k en faena de subsolado..... 11
2	<i>Bulldozer</i> Case 850-D en faena de Subsolado..... 12
3	A)Dispositivo completo de trabajo, tanto el subsolador como la rastra..... 13 B) <i>Skidder</i> con dispositivo trabajando en faena de subsolado y rastraje..... 13
4	<i>Skidder</i> con accesorios para subsolado, rastraje sellado..... 14
5	A) Máquina excavadora realizando la casilla de plantación..... 15 B) Accesorio utilizado consistente en una especie de garra llamada tridente... 15
6	Porcentaje de tiempos de actividades principales en diferentes tratamientos de subsolado..... 16

7	Porcentaje de tiempos de actividades secundarias en diferentes tratamientos de subsolado.....	18
8	Porcentaje de tiempos de actividades principales en dos tratamientos de subsolado con rastra, en diferentes suelos.....	19
9	Porcentaje de tiempos de actividades secundarias en dos tratamientos de subsolado con rastra, en diferentes suelos.....	20
10	Porcentaje de tiempo de actividades principales en tratamiento de subsolado con rastra y sellado en suelo aluvial.....	21
11	Porcentaje de tiempo de actividades secundarias en tratamiento de subsolado con rastra y sellado en suelo aluvial.....	22
12	Porcentaje de tiempo de actividades principales en tratamiento de hoyadura en suelo granítico con diferente maquinaria (excavadora Caterpillar y Komatsu).....	23

13	Porcentaje de tiempo de actividades secundarias en tratamiento de hoyadura en suelo granítico con diferente maquinaria (excavadora Caterpillar y Komatsu).....	24
14	Rendimientos para diferentes tratamientos de subsolado y tipos de suelos.....	25
15	Costos observados en los distintos tratamientos de subsolado a distintas profundidades.....	26
16	Costos observados según los costos horarios en subsolado y rastraje en distintos suelos y con diferente maquinaria.....	27
17	Costos observados en tratamientos en suelo aluvial, realizados con <i>Skidder</i> en subsolado con rastra y subsolado con rastra y rodillo.....	29
18	Costos observados de los tratamientos en suelos graníticos con excavadora Caterpillar y excavadora Komatsu.....	30

## **I INTRODUCCION**

Un suelo forestal es aquel que se ha desarrollado bajo la influencia de una cubierta forestal. En esta definición se reconoce los efectos singulares del arraigamiento profundo de los árboles, los organismos que se relacionan con la vegetación, así como la litera y la lixiviación de nutrientes favorecida por los productos de su descomposición (Pritchett, 1991).

Dada la importancia del suelo para las plantas, es conveniente aplicar técnicas de preparación de suelo antes de plantar, principalmente en lugares que presentan limitantes físicas para el arraigamiento y crecimiento de las plantas.

Por esto es necesario determinar las mejores alternativas de preparación de suelos, dada la gran variedad existente; como también considerar las enormes diferencias que existen en cada sector a plantar, ya sea en lo que se refiere a suelo, clima, vegetación y topografía, las cuales influyen directamente en la elección de la alternativa tecnológica a utilizar, además de las características fisiológicas y morfológicas de la especie que se va a establecer.

Las condiciones del suelo son de vital importancia en la retención del agua, la cual es imprescindible en el desarrollo de las plantas tanto en su etapa inicial como en el transcurso de su vida futura, considerándose uno de los factores críticos para las plantas. El agua es acarreada por las raíces, afecta directamente el crecimiento y

funcionamiento radicular e indirectamente la nutrición de la plántula, la aireación de la raíz, la resistencia mecánica y la temperatura del suelo (Eavis y Payne, 1969, citados por Sutherland y Foreman, 1995).

En Chile existen suelos que han sufrido un serio proceso de compactación por el manejo inadecuado que se ha hecho de ellos, principalmente en el sector agrícola. Según Honorato (1994) los principales efectos de la compactación al nivel de planta y/o manejo son disminución del vigor y de la productividad, crecimiento radical restringido y superficial, deficiencias nutricionales, escasa lixiviación de solutos y baja infiltración.

Barbero et al. (1994) señalan que la preparación de suelo tiene por objeto mejorar las condiciones de éste, aumentando la capacidad de retención de agua, facilitando la absorción de los elementos nutritivos de la raíz, facilitando el desarrollo radical tanto en profundidad como lateralmente, aumentando la infiltración del agua lluvia en el suelo, disminuyendo la escorrentía superficial y la velocidad del agua (frenando la erosión del suelo).

Además de las condiciones descritas anteriormente, Dans del Valle et al. (1999) agregan otras condiciones que se verían favorecidas con la preparación de suelos, tales como, facilitar la penetración de las plantas mediante el mullido del terreno, homogeneizar las condiciones del suelo a largo plazo, facilitar las labores de plantación y/o siembra, retrasar la competencia de la vegetación adventicia y facilitar la mineralización de la materia vegetal en descomposición.

Junto con la elección y las características del método de preparación de suelos y equipo a utilizar, se hace necesario para cada actividad en que tenga participación el ser humano, estudiar las condiciones en que ésta se realiza, ya que es la única forma de analizar y establecer posibles cambios que aumenten los rendimientos, identificando y mejorando detalles que a simple vista no serían posibles de apreciar.

El estudio de tiempos puede considerarse la base de los sistemas de producción de alto rendimiento. Es tal su relevancia, que ya en el Siglo XIX Frederick W. Taylor, considerado para muchos el padre del estudio de tiempos, proponía que los expertos debían fijar un tiempo estándar para realizar determinado trabajo, después de haber hecho los estudios de tiempos necesarios (Niebel, 1975).

El método de observaciones instantáneas o de muestreo del trabajo es una técnica estadística ideada por L.H.C. Tippett, en 1934, que se basa en el hecho de que si fuera posible observar continuamente todo un conjunto de estaciones de trabajo similares y registrar las interrupciones de todas ellas, se tendría una visión completa del tiempo productivo y del tiempo en inactividad, por cada una de las posibles causas, del conjunto de estaciones de trabajo y, por ende, el comportamiento que en promedio presenta una estación cualquiera, en el largo plazo (San Martín, 2001).

Uno de los objetivos de aplicar el estudio de tiempos a un determinado método de realizar un trabajo, es determinar cuáles movimientos son superfluos e innecesarios, en dónde

reside la anomalía de un método existente, y en qué forma esa misma tarea puede ser desarrollada en menos tiempo e invirtiendo menos esfuerzo físico.

Los costos siempre irán relacionados a los rendimientos logrados en el desarrollo de la actividad, lo cual los hace muy sensibles a éstos. Mientras mayor sean los rendimientos obtenidos en la operación, menor serán los costos involucrados. El estudio de costos es de tal importancia, que debe reflejar fielmente la situación existente y debe ser lo suficientemente flexible para permitir la evaluación en el momento oportuno, siendo el estudio de costos una herramienta efectiva para la planificación, dirección, control técnico y económico de esta actividad (Linerós, 1995, citado por Álvarez, 1997).

Dentro del marco del proyecto FONDEF D97I2004 en el cual participan importantes empresas forestales del país, junto a Fundación Chile y la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción, se estudiaron diversas alternativas de preparación de suelos, con el objetivo de determinar los rendimientos y distribución de los tiempos, la relación entre los tiempos y rendimientos de cada faena con las condiciones del lugar y establecer los costos involucrados. Este documento entrega los resultados obtenidos para cada uno de los métodos de preparación de suelos empleados.

## II METODOLOGIA

### 2.1 Lugar del estudio

El estudio se realizó en cinco predios del secano interior, pertenecientes a diferentes empresas forestales, los cuales se encuentran ubicados entre la VI y la VIII Región (Tabla 1).

**Tabla 1. Nombre de los predios, ubicación y empresas propietarias.**

<b>Predio</b>	<b>Comuna</b>	<b>Región</b>	<b>Empresa</b>
Nilahue 2	Pumanque	VI	Celco
Lotes de Pumanque	Pumanque	VI	Gafonac
Infiernillo	Pencahue	VII	Celco
Casablanca	Ninhue	VIII	Forestal Cementos Bio-Bío
Dadinco	San Nicolás	VIII	Forestal Millalemu

## 2.2 Tratamientos estudiados

Se estudiaron nueve tratamientos de preparación de suelo, los cuales difieren en profundidad de trabajo, tipo de suelo y maquinaria utilizada. A cada tratamiento le fue asignada una simbología, en la cual se identifica las características del tratamiento. Faena realizada: subsolado (S), subsolado con rastra (SR), subsolado rastra y rodillo (SRR), hoyadura (H); profundidad de trabajo de preparación de suelo: 40, 60 u 80 cm; tipo de suelo: rojo arcilloso (RA), granítico (GR), aluvial (AL) y metamórfico (MT) (Tabla 2).

## 2.3 Descripción del lugar del ensayo

Para determinar si las condiciones del lugar donde se realizó cada tratamiento, pudieran tener algún efecto en la distribución de los tiempos o rendimientos, se establecieron en cada zona de estudio parcelas de muestreo de 500 m<sup>2</sup> distribuidas al azar (de 1 a 4, dependiendo de la superficie intervenida), donde se midieron las variables:

- Pedregosidad o rocosidad: número de rocas, diámetro mayor de rocas y diámetro menor de rocas.
- Tocones: número de tocones, diámetro de tocón y altura de tocón.
- Árboles y/o arbustos: número de árboles y/o arbustos, diámetro, altura.
- Cobertura de desechos: mediante una inspección visual de desechos en el lugar.
- Pendiente: porcentaje de pendiente promedio del lugar.

**Tabla 2. Tratamientos estudiados, maquinaria utilizada y simbología.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Maquinaria utilizada</b>	<b>Simbología</b>
Subsolado <b>40</b> cm suelo <b>rojo</b> <b>arcilloso</b>	<i>Bulldozer</i> (Cat D8-K)	S40RA
Subsolado <b>60</b> cm suelo <b>granítico</b>	<i>Bulldozer</i> (Case 850-D)	S60GR
Subsolado <b>60</b> cm suelo <b>aluvial</b>	<i>Bulldozer</i> (Case 850-D)	S60AL
Subsolado <b>80</b> cm suelo <b>granítico</b>	<i>Bulldozer</i> (Cat D8-K)	S80GR
Subsolado c/ <b>rastra</b> suelo <b>metamórfico</b>	<i>Bulldozer</i> (Cat D8- K) c/ <b>rastra</b>	SRMT
Subsolado c/ <b>rastra</b> suelo <b>aluvial</b>	<i>Skidder</i> (Cat 518) con <b>rastra</b>	SRAL
Subsolado c/ <b>rastra</b> y <b>rodillo</b> suelo <b>aluvial</b> .	<i>Skidder</i> (Cat 518) con <b>rastra</b> y <b>rodillo</b>	SRRAL
<b>Hoyadura</b> suelo <b>granítico</b> c/ excavadora <b>Caterpillar</b>	Excavadora (Cat 320L)	HGRCat
<b>Hoyadura</b> suelo <b>granítico</b> c/ excavadora <b>Komatsu</b>	Excavadora (Komatsu PC200)	HGRKom

Los antecedentes recopilados de cada lugar donde se realizaron los tratamientos se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3. Condiciones del lugar donde se realizaron los tratamientos de preparación de suelo.**

Tratamiento	Piedras (n°/ha)	Tocones (n°/ha)	Árboles o arbustos (n°/ha)	Desechos (%)	Pendiente (%)
S40RA	60	333	0	70	5,7
S60GR	0	0	350	0	20,3
S60AL	0	0	180	0	11,7
S80GR	153	40	50	14	8,2
SRMT	0	0	80	0	8,2
SRAL	40	0	80	0	4,4
SRRAL	0	0	80	0	13,4
HGRCat	60	0	833	0	34,1
HGRKom	60	430	1390	50	41,7

## 2.4 Estudio de tiempos

### 2.4.1 Clasificación de los tiempos

Para la medición de los tiempos se dividieron las actividades en principales y secundarias, entendiéndose como actividad principal aquella que está relacionada directamente con el ciclo de trabajo, y que determina un avance físico de éste; como actividad secundaria, aquella que la mayoría de las veces se presenta con menor frecuencia que las principales y no representa un avance real de trabajo.

**Descripción de las actividades principales:**

Subsolado: La máquina se encuentra con el subsolador penetrando el suelo y avanzando en la línea.

Cambio de línea: La máquina ha terminado una línea de subsolado y se traslada para continuar en otra.

Alineación del equipo: La máquina ha perdido la alineación.

Subsolado y rastraje: La máquina esta avanzando con el subsolador y la rastra en contacto con el suelo.

Liberación de desechos: Se han acumulado desechos en la rastra, los cuales están siendo removidos.

Hoyadura: La excavadora se encuentra realizando el hoyo.

Preparación de área de trabajo: La máquina se encuentra despejando la zona donde realizará la casilla.

Desplazamiento entre líneas: La máquina esta desplazándose entre las líneas de hoyadura.

Desplazamiento en la línea: La máquina esta desplazándose en el sentido de la línea de trabajo.

**Descripción de las actividades secundarias:**

- Mantenimiento de equipo y/o herramientas.
- Reparación de equipo y/o herramientas.
- Personales (necesidades fisiológicas).
- Esperas propias del trabajo.
- Descanso o pausa en el trabajo.
- Detención por fuerza mayor no causada por el trabajo.
- Complemento o actividad de apoyo.

#### 2.4.2 Método de medición de tiempos

El método utilizado fue el de observaciones instantáneas o muestreo del trabajo (San Martín, 2001); para el registro de los tiempos, se dividió la hora de trabajo en intervalos de dos minutos, asignándole a cada actividad un código de identificación. Cada dos minutos era registrado el código de la actividad que se estaba realizando, desde el inicio y hasta el término de la jornada de trabajo (no se consideró el tiempo que el operario invertía en alimentación).

#### 2.5 Maquinaria y equipos utilizados

##### 2.5.1 Subsulado a distinta profundidad

En los tratamientos de subsulado a distinta profundidad, se utilizó un *Bulldozer* caterpillar modelo D8-K en los tratamientos S40RA y S80GR (Figura 1), y un *Bulldozer* Case modelo 850-D en los tratamientos S60GR y S60AL (Figura 2).



Figura 1. *Bulldozer* caterpillar D8-k en faena de subsulado.



Figura 2. Bulldozer Case 850-D en faena de subsolado.

### 2.5.2 Subsulado y rastraje

Este tratamiento se realizó en los predios Lotes de Pumanque y Nilahue 2 (Tabla 1), con diferente tipo de maquinaria y tipo de suelo. En el tratamiento SRAL se trabajó con un *Skidder* Cat-518 y rastra *savannah* modelo 250 (Figura 3), mientras que el tratamiento SRMT se trabajó con un *Bulldozer* Caterpillar D8-K y rastra *savannah* modelo 250.



Figura 3. A) *skidder* con dispositivo de trabajo, consistente en subsolador y rastra *Savannah*. B) *Skidder* con dispositivo trabajando en faena de subsolado y rastraje.

### 2.5.3 Subsulado y rastraje con rodillo

El subsulado con rastra y rodillo de sellado se realizó en el tratamiento SRRAL y la máquina utilizada fue un *Skidder* Cat-518, al cual además del subsolador y rastra *savannah* modelo 250, se le adhirió un rodillo de sellado (Figura 4).



**Figura 4.** *Skidder* con accesorios para subsulado, rastraje y sellado.

### 2.5.4 Hoyadura

Se llevó a efecto en los predios Infiernillo y Casablanca (Tabla 1), ambos en suelos graníticos. En el tratamiento HGRCat se utilizó una excavadora Caterpillar modelo 320L y en el tratamiento HGRKom una excavadora Komatsu modelo PC200, a las cuales se les adhiere una garra llamada tridente (Figura 5)



Figura 5. A) Máquina excavadora realizando la casilla de plantación. B) Accesorio utilizado consistente en una garra llamada tridente.

## **2.6 Determinación de rendimientos**

Para la obtención de los rendimientos, se determinó la superficie de terreno intervenida al finalizar la jornada, la que se dividió por el tiempo que se requirió para realizar el trabajo (sin considerar el tiempo utilizado por el operario para alimentarse); los rendimientos se expresan en ha por hora.

## **2.7 Determinación de costos**

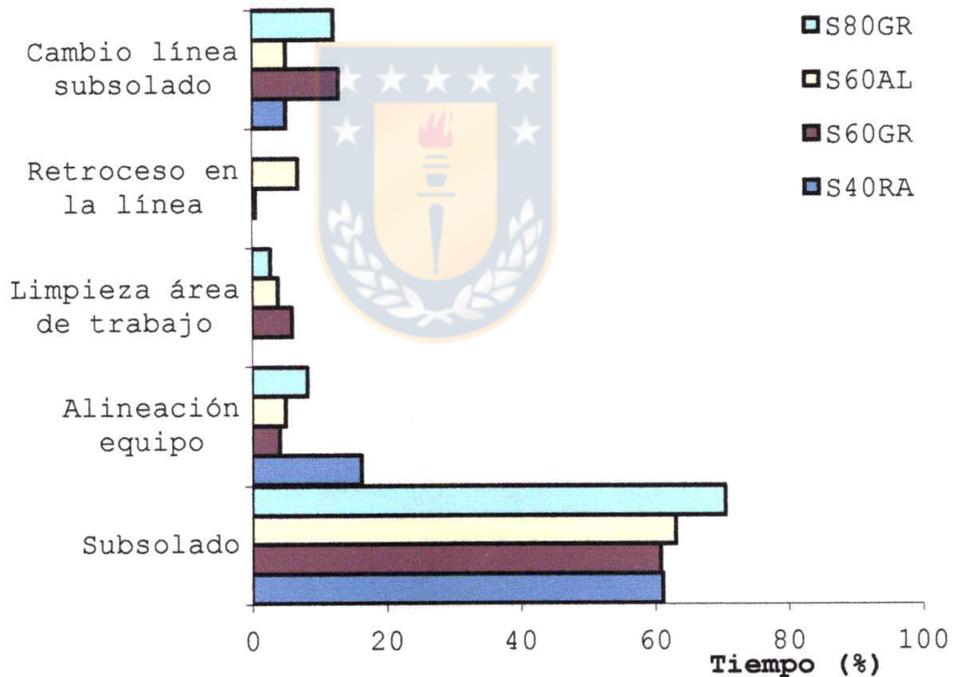
Para la determinación y comparación de los costos, se dispuso de los costos horarios de trabajo de cada máquina (\$45.000 por hora para *Bulldozer*; \$15.000 por hora para *Skidder*; \$20.000 por hora para excavadora), suministrados por las empresas de maquinaria de preparación de suelo. El tiempo que invirtió cada máquina para preparar una ha de terreno, se multiplicó por el valor horario de cada máquina para determinar el costo por ha.

### III RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1 Distribución de los tiempos

##### 4.1.1 Subsulado a distinta profundidad.

La actividad que registra los mayores porcentajes de tiempos es la de *subsulado*, representando en todos los casos valores superiores al 60%, con un rango entre 61% y 71% (Figura 6).



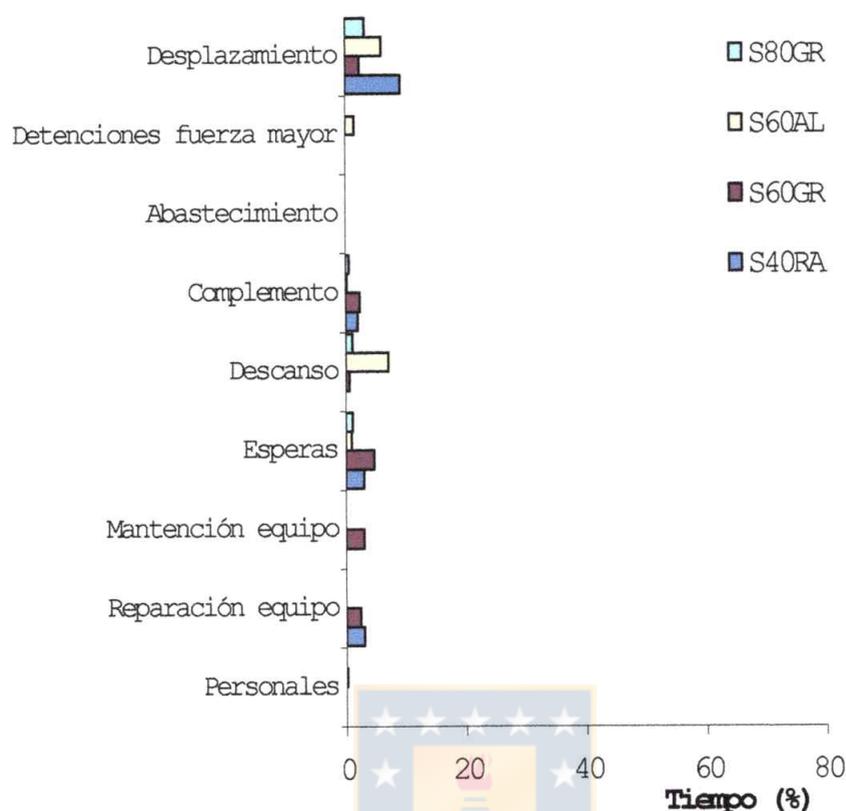
**Figura 6: Porcentaje de tiempos de actividades principales en diferentes tratamientos de subsulado en suelos granítico, aluvial y rojo arcilloso.**

Otra de las actividades principales que registra un valor relativamente alto, es *alineación del equipo* con 16,3% en el tratamiento S40RA, siendo sólo de un 8,3% en el tratamiento S80GR. Esta diferencia en *alineación de equipo* podría deberse a la presencia de un alto número de tocones (333) en el primer tratamiento y sólo 40 tocones en el segundo (Tabla 3). En los otros dos tratamientos no se registró presencia de tocones.

La actividad principal de *retroceso en la línea*, la cual indica algún inconveniente que dificulta el paso de la máquina, sólo se registró en los tratamientos S60AL con un 6,8% y un 0,6% en S60GR, que a diferencia de los tratamientos S40RA y S80GR, presentaron alta presencia de árboles y arbustos (Tabla 3).

La *limpieza del área de trabajo* presentó valores en todos los tratamientos, a excepción del S40RA, lo que podría deberse a la ausencia de árboles y arbustos en el terreno. Aunque este tratamiento registró una cobertura de desechos de 70% (Tabla 3), estos no fueron un obstáculo para el trabajo de subsolado (Figura 6).

En cuanto a las actividades secundarias, éstas sólo están presentes en algunos tratamientos, como *mantención de equipo y reparación*. La actividad de *desplazamiento* en S40RA, es la que presenta el valor mas alto con 9,2% (Figura 7). La actividad *descansos* también registra un alto valor con 7,1% en el tratamiento S60AL, debido a que la jornada de trabajo fue la más extensa de los cuatro tratamientos estudiados.

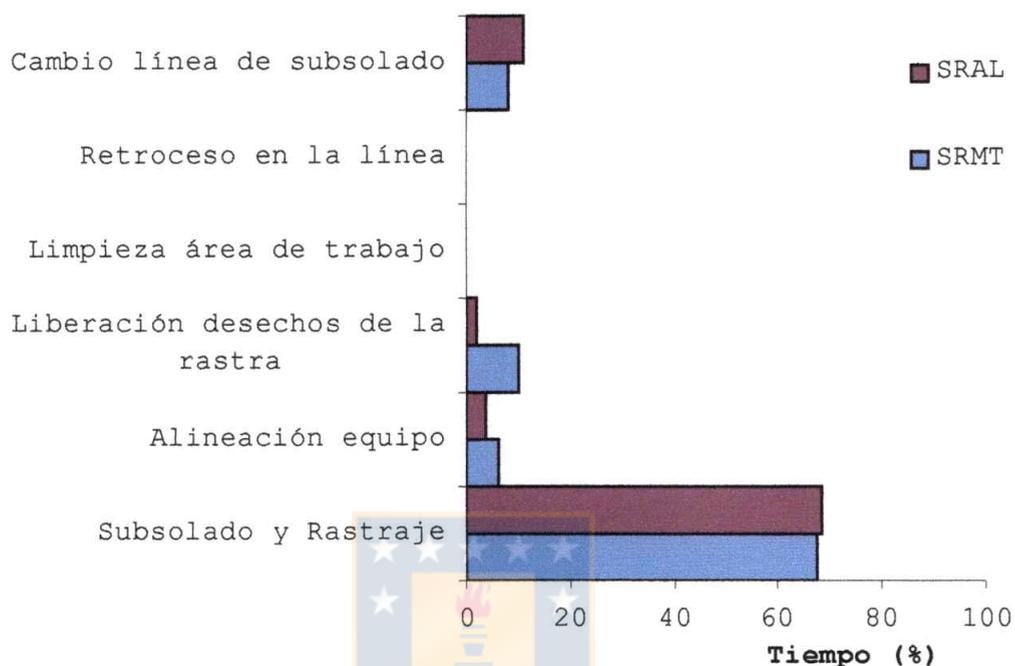


**Figura 7. Porcentaje de tiempos de actividades secundarias en diferentes tratamientos de subsolado.**

#### 4.1.2 Subsulado y rastraje

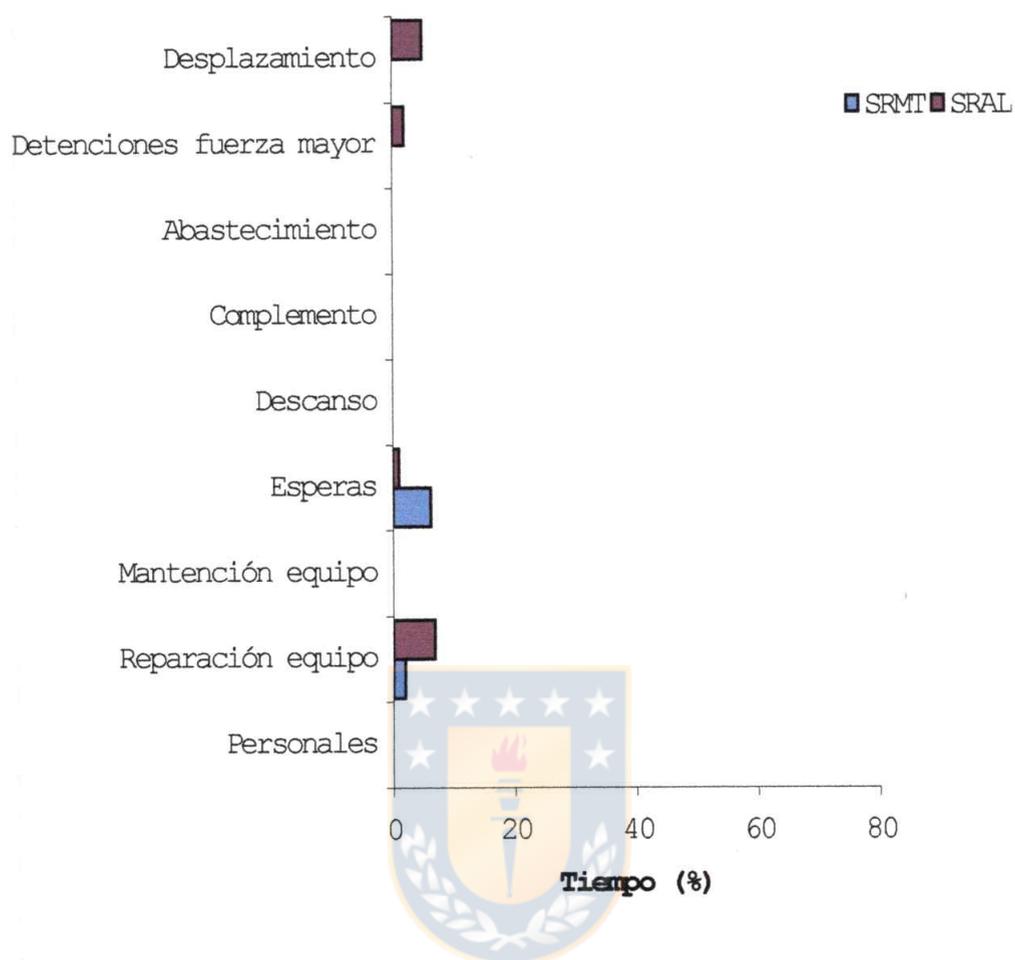
En los tratamientos de subsulado y rastraje realizados en suelo metamórfico y aluvial, se registró comportamientos similares en la distribución de los tiempos de actividades principales (Figura 8). Para la actividad de *subsulado y rastraje* se registró un 67,3% en SRMT con *Bulldozer* y un 68,3% en SRAL con *Skidder*. En *alineación del equipo*, un 6,1% en metamórfico y 4% en aluvial. Mayores diferencias se registraron en *liberación de desechos de la rastra*, con un 10,2% para SRMT y 2% para el tratamiento SRAL. No se registró actividades principales de *limpieza de área de*

trabajo y retrocesos en la línea, debido a que el lugar no presentaba desechos de cosecha o tocones, sólo árboles y arbustos en pequeña cantidad (Tabla 3).



**Figura 8. Porcentaje de tiempos de actividades principales en dos tratamientos de subsulado con rastra, en diferentes suelos.**

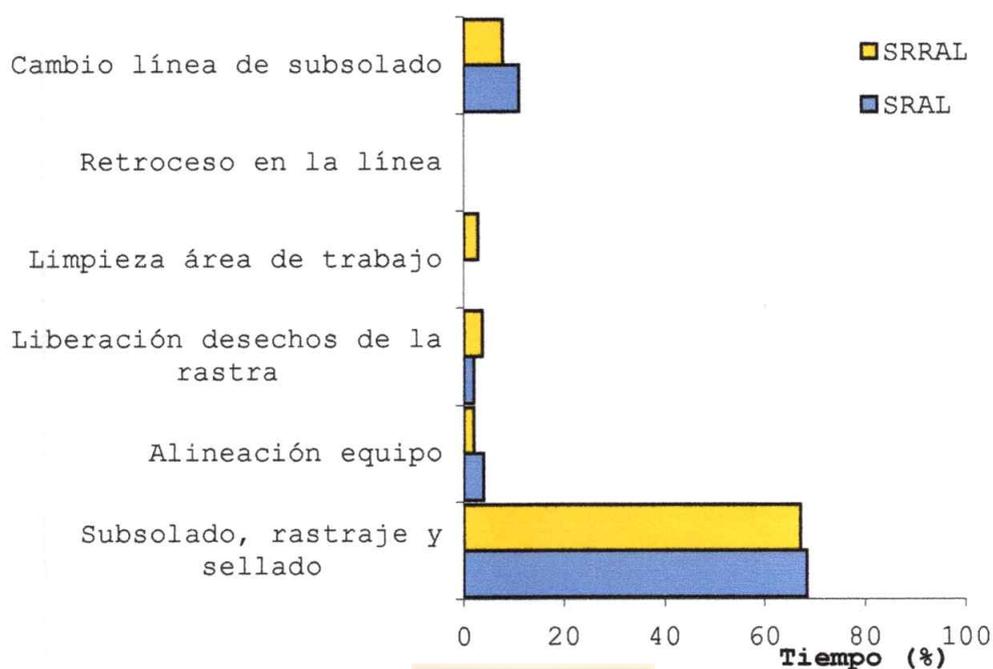
Las actividades secundarias representan el 8,2% del tiempo total de trabajo en SRMT y un 14,8% en SRAL. La actividad de *desplazamiento y reparación de equipo* constituyen el 80% de las actividades secundarias en SRAL, mientras que en SRMT la actividad con mayor representación fue *esperas* con un 76% de las actividades secundarias (Figura 9).



**Figura 9. Porcentaje de tiempos de actividades secundarias en dos tratamientos de subsolado con rastra, en diferentes suelos.**

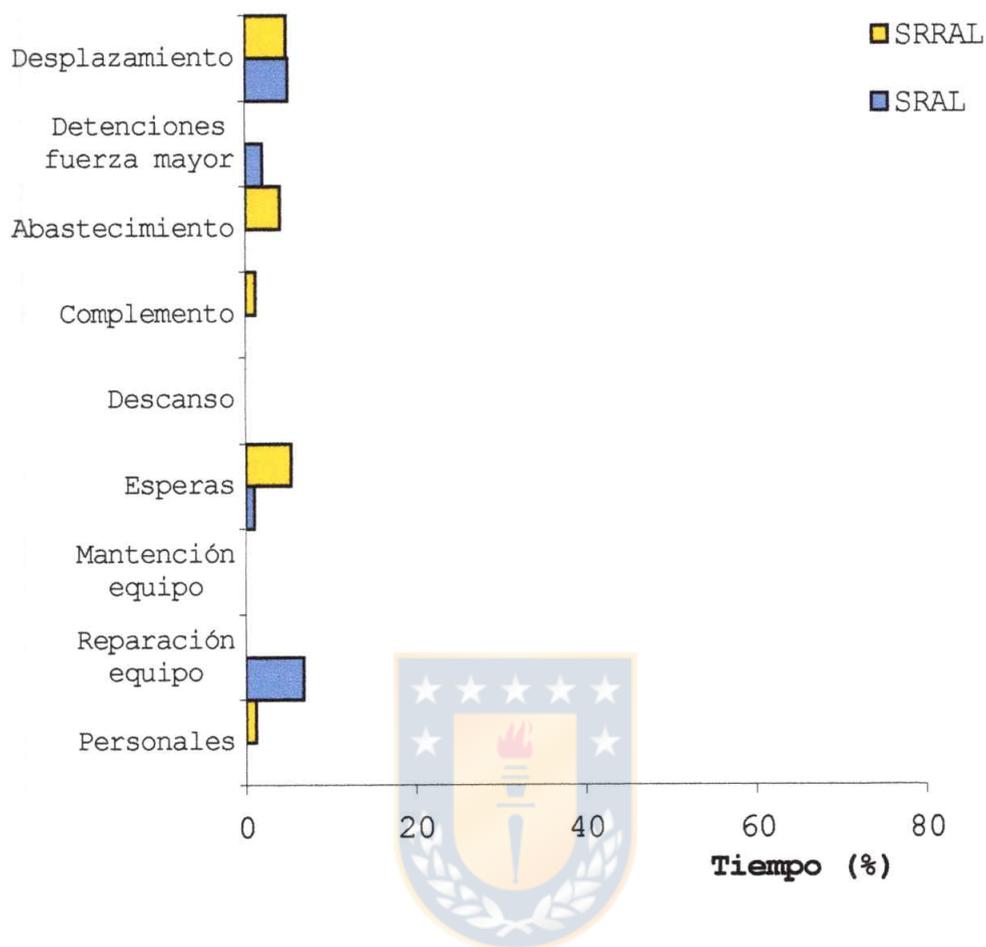
#### **4.1.3 Subsólado, rastraje y sellado**

Las actividades principales en los tratamientos con rastra y el tratamiento con rastra y rodillo, presentan una distribución similar de sus tiempos; el *subsólado, rastraje y sellado* representa un 67,1% del total en SRRAL y un 68,3 en SRAL. En *cambio de línea de subsólado* un 7,7% para el tratamiento SRRAL y un 10,9% para SRAL (Figura 10).



**Figura 10. Porcentaje de tiempo de actividades principales en tratamiento de subsulado con rastra y sellado en suelo aluvial.**

En los tratamientos SRAL y SRRAL las actividades secundarias representan un 14,8% y 16,7%, respectivamente, del tiempo total de trabajo. Las actividades de *desplazamiento, abastecimiento y esperas* son un 86% de las actividades secundarias en el tratamiento SRRAL. En el tratamiento SRAL las actividades de *desplazamiento y reparación de equipo* representan un 80% de las actividades secundarias (Figura 11).

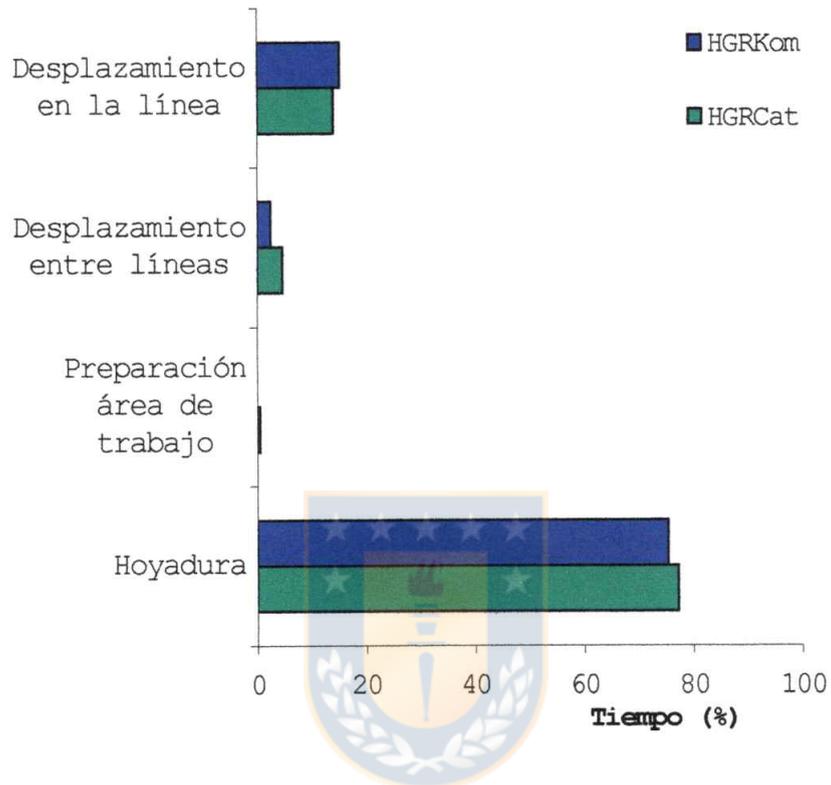


**Figura 11. Porcentaje de tiempo de actividades secundarias en tratamiento de subsolado con rastra y sellado en suelo aluvial.**

#### 4.1.4 Hoyadura

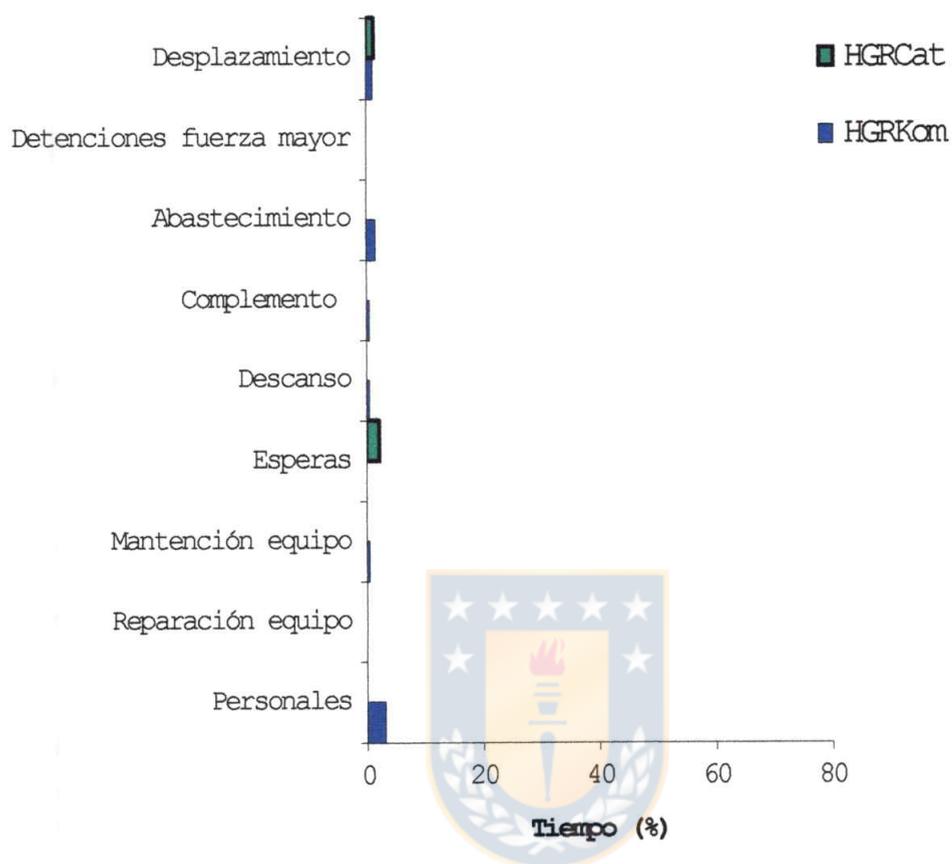
El tratamiento de hoyadura en suelo granítico realizado con máquinas excavadoras marca Caterpillar y Komatsu, no presentó mayores diferencias en la distribución de los tiempos de actividades principales. Para la actividad *hoyadura* el tratamiento HGRCat registró un 77,2% y 75,3% el tratamiento HGRKom. Las actividades de *desplazamiento en la*

*línea y entre línea* registraron porcentajes similares de tiempos entre los tratamientos (Figura 12).



**Figura 12. Porcentaje de tiempo de actividades principales en tratamiento de hoyadura en suelo granítico con diferente maquinaria (excavadora Caterpillar y Komatsu).**

En los tratamientos de hoyadura las actividades secundarias representaron el 3,7% en HGRCat y 7,1% en HGRKom del tiempo total de trabajo. La actividad de *esperas* en HGRCat con 2,3% corresponde a un 62% de las actividades secundarias y la actividad *personales* en HGRKom con 3%, a un 42%



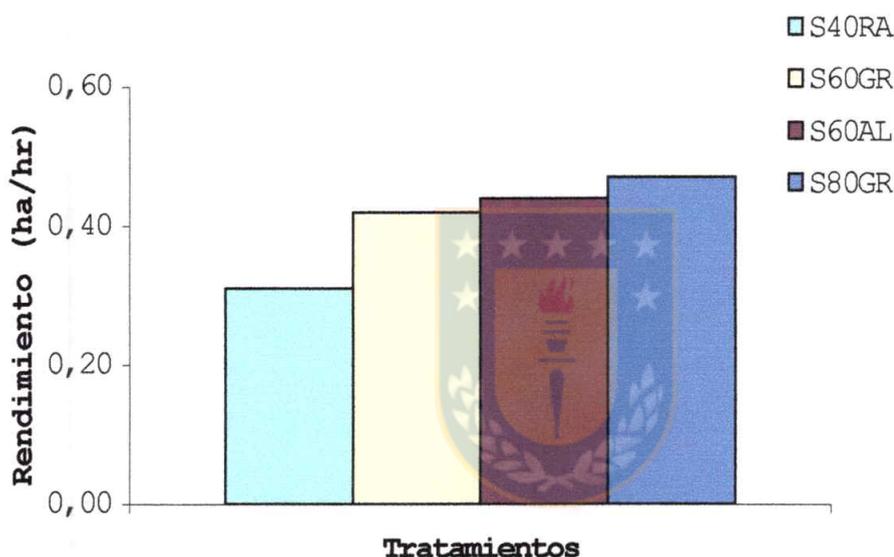
**Figura 13. Porcentaje de tiempo de actividades secundarias en tratamiento de hoyadura en suelo granítico con diferente maquinaria (excavadora Caterpillar y Komatsu).**

## **4.2 Rendimientos y costos**

### **4.2.1 Subsulado a distinta profundidad.**

El mayor rendimiento lo registró el tratamiento S80GR con 0,47 ha por hora, seguido de S60AL con 0,44 ha por hora y S60GR con 0,42 ha por hora. El más bajo rendimiento se obtuvo con el tratamiento S40RA con 0,31 ha por hora

(Figura 14). Según estos resultados, la profundidad de subsolado no tendría mayor incidencia en los rendimientos obtenidos; sin embargo, el tratamiento S40RA registró un alto número de tocones por ha (333), a diferencia de los otros tratamientos donde se encontraban en menor cantidad o ausentes, lo que explicaría el bajo rendimiento logrado (Tabla 3).

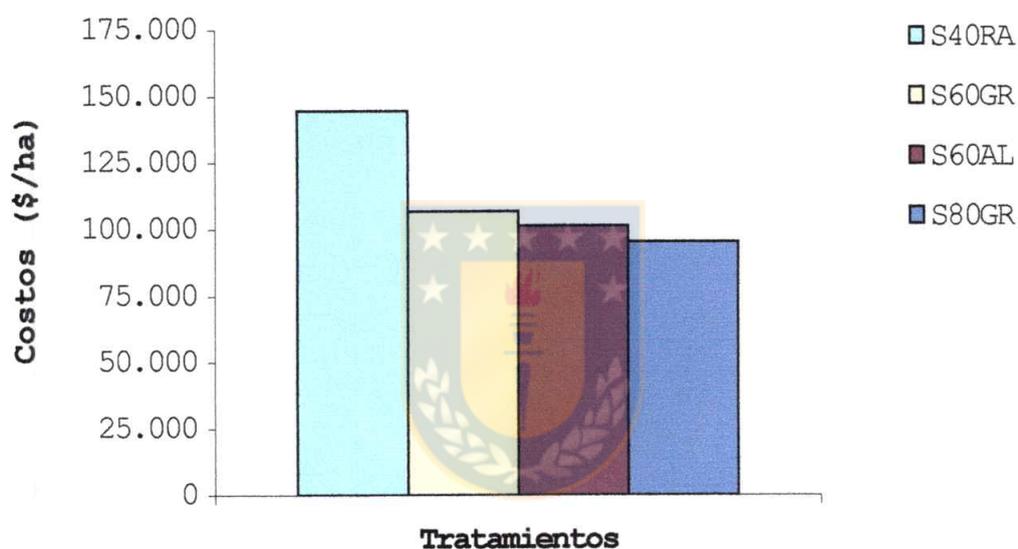


**Figura 14. Rendimientos para diferentes tratamientos de subsolado y tipos de suelos.**

El tratamiento S80GR registra los mayores rendimientos, y a la vez presenta las menores cantidades de árboles y arbustos por ha (50) y baja presencia de tocones (40), lo que implica un impedimento menor al paso de la máquina y al cuidado que debe prestar el operario. En la distribución de los tiempos la actividad principal de *subsolado* fue 14% mayor que en S40RA y a diferencia de los otros tratamientos

no presentó actividades de *retroceso en la línea y limpieza de área de trabajo*, lo que también incide en el rendimiento obtenido.

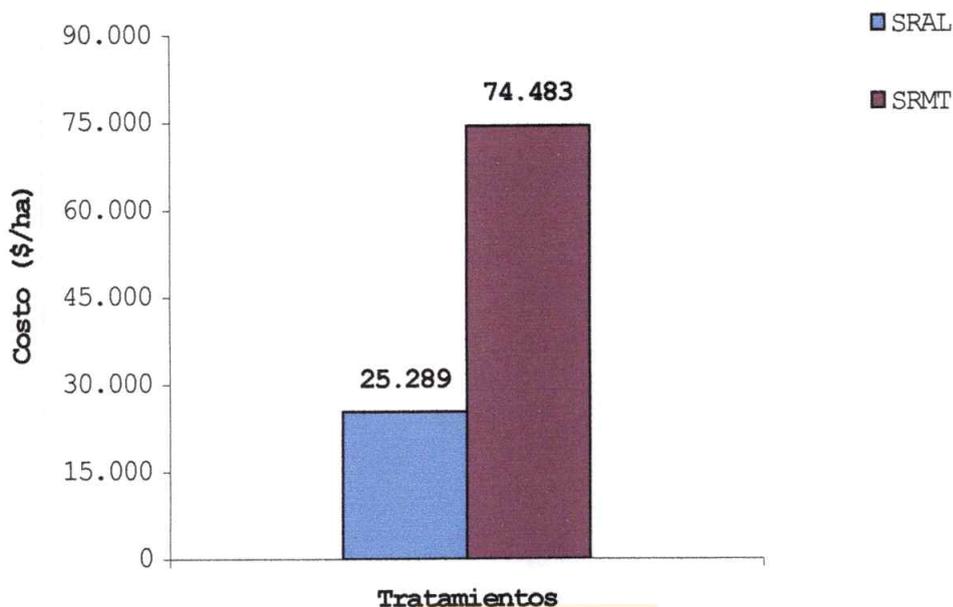
En consecuencia, los costos mas bajos se registraron en S80GR con \$95.231 por ha, y los mas altos en S40RA con \$144.640 por ha, un 34% mayor (Figura 15).



**Figura 15. Costos en los distintos tratamientos de subsolado a distintas profundidades.**

#### **4.2.2 Subsulado con rastra**

Los tratamientos SRAL y SRMT alcanzaron rendimientos de 0,59 y 0,60 ha por hora, respectivamente. Sin embargo, en los costos existe gran diferencia, ya que el costo horario de un *Skidder* es inferior al *Bulldozer*. El costo de SRAL fue de \$25.289 por ha, 66% menor que el SRMT, que fue de \$74.483 por ha (Figura 16).



**Figura 16. Costos según los costos horarios en subsolado y rastraje en distintos suelos y con diferente maquinaria.**

#### **4.2.3 Subsulado con rastra y rodillo**

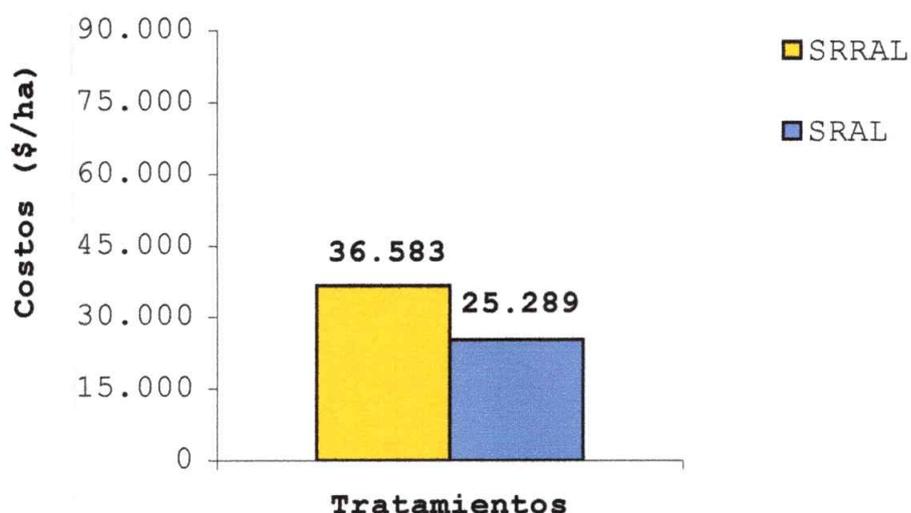
Los tratamientos SRRAL y SRAL registraron rendimientos de 0,41 y 0,59 ha por hora, respectivamente, aunque las condiciones del lugar eran muy similares. La mayor pendiente en SRRAL podría explicar, en parte, esta diferencia (Tabla 3). No se tiene información sobre la velocidad de trabajo de las máquinas, la cual podría ser una variable a considerar en la explicación de los rendimientos.

El costo horario de las máquinas es el mismo para los tratamientos SRRAL y SRAL (Tabla 4), obteniéndose costos de

\$25.289 por ha en SRAL, 30% menor que en SRRAL que fue de \$36.583 por ha (Figura 17).

**Tabla 4. Rendimientos, costos horarios y caculados por tratamiento.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (ha/hr)</b>	<b>Costo horario (\$/hr)</b>	<b>Costo calculado (\$/ha)</b>
S40RA	0,31	45.000	144.640
S60GR	0,42	45.000	106.695
S60AL	0,44	45.000	101.196
S80GR	0,47	45.000	95.231
SRMT	0,59	45.000	74.483
SRAL	0,60	15.000	25.289
SRRAL	0,41	15.000	36.583
HGRCat	0,27	20.000	73.574
HGRKom	0,16	20.000	121.667



**Figura 17. Costos en tratamientos en suelo aluvial, realizados con *Skidder* en subsolado con rastra y subsolado con rastra y rodillo.**

#### **4.2.4 Hoyadura con excavadora**

El tratamiento HGRCat registró un rendimiento de 0,27 ha por hora, superior en un 40,7% al HGRKom con 0,16 ha por hora. Diferencia que se atribuye a las condiciones más favorables del terreno, sin tocones, menor presencia de árboles y arbustos y menor pendiente (Tabla 3).

El tratamiento HGRKom alcanzó un costo de \$121.667 por ha, 40% mayor que el costo alcanzado por HGRCat, que fue de \$73.574 por ha (Figura 18).

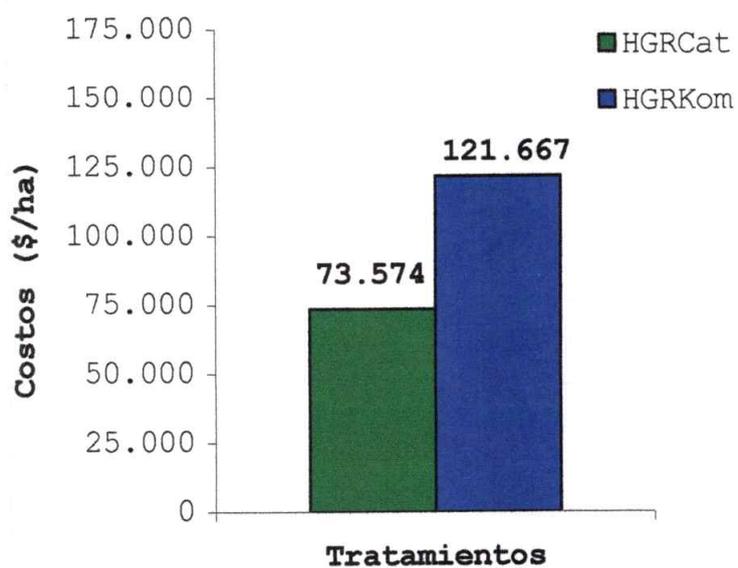


Figura 18. Costos de los tratamientos en suelos graníticos con excavadora Caterpillar y excavadora Komatsu.



#### IV CONCLUSIONES

1. En la distribución de los tiempos de los tratamientos de subsolado a distinta profundidad, la actividad principal de subsolado es la que presenta mayores porcentajes de tiempos, superando en todos los tratamientos el 60% (independiente de la profundidad o condiciones del terreno).
2. En los tratamientos de subsolado a distintas profundidades los rendimientos y la distribución de los tiempos de las actividades principales se ven afectados por la presencia de tocones, árboles y arbustos en el terreno.
3. El uso de *Bulldozer* y *Skidder* en los tratamientos SRMT y SRAL, respectivamente, no presentó variación en la distribución de los tiempos de actividades principales, para condiciones similares del lugar de trabajo.
4. A condiciones similares de terreno, el uso de rodillo de sellado no registró variación en la distribución de las actividades principales entre los tratamientos SRRAL y SRAL.
5. En los tratamientos de hoyadura, la distribución de los tiempos de actividades principales no presentó variación, pese a las diferencias existentes en las condiciones del área de trabajo.

6. El tratamiento S80GR obtuvo los más altos rendimientos debido a condiciones de terreno favorables, lo que permite un trabajo más continuo y el S40RA obtuvo el más bajo rendimiento debido a la alta presencia de tocones en el lugar de trabajo.
7. En los tratamientos de subsolado, el mayor costo observado lo registró el S40RA y el más bajo el S80GR.
8. En los tratamientos SRAL y SRMT, no se registró diferencia en cuanto a los rendimientos obtenidos; sin embargo, el costo observado en el tratamiento SRAL es mas bajo, debido al inferior costo horario del *Skidder* con respecto al *Bulldozer*.
9. El uso de rodillo de sellado influiría en el menor rendimiento logrado en el tratamiento SRRAL, con respecto al SRAL, realizado en similares condiciones e igual máquina.
10. Los rendimientos en tratamientos de hoyadura con máquina excavadora, presentan diferencias dependiendo de las condiciones del lugar a trabajar, como tocones y árboles, además de las diferencias en las pendientes existentes entre los tratamientos; a mayor pendiente, menores son los rendimientos.

## V RESUMEN

Se estudiaron los rendimientos y costos de nueve tratamientos de preparación de suelos en cinco predios del secano interior entre las regiones VI y VIII, bajo diferentes condiciones de sitio y maquinaria, empleando en la medición de tiempos el método de observaciones instantáneas o muestreo del trabajo.

En los tratamientos de subsolado, la presencia de tocones, árboles y arbustos influye en la distribución de los tiempos y rendimientos. El subsolado a 80 cm en suelo granítico registró el más alto rendimiento con 0,47 ha por hora y el subsolado a 40 cm en suelo rojo arcilloso el rendimiento más bajo, con 0,31 ha por hora.

El uso de *Bulldozer* y *Skidder* en subsolado con rastra no presentó variaciones en la distribución de tiempos y rendimientos a similares condiciones de lugar. Los mayores costos por ha con *Bulldozer* se explican por el superior costo horario de esta máquina.

Las diferencias en las condiciones del lugar, no afectó la distribución de los tiempos en los tratamientos de hoyadura. La hoyadura con excavadora Caterpillar registró rendimientos de 0,27 ha por hora, con costos un 60% más bajos que la hoyadura con excavadora Komatsu.

## VI SUMMARY

The performance and cost of nine treatments of soil preparation were studied in five estates of the interior dry region between regions VI and VIII, under different site and machinery conditions, using the instant observation method of work sampling, for time measurement.

In the subsoiling treatments, the presence of stumps, trees and bushes influences the time and performance distribution. Subsoiling at 80 cm in granitic soil registered the highest performance with 0,47 ha per hour and the subsoiling at 40 cm in red clay soil the lowest, with 0,31 ha per hour.

The use of *Bulldozer* and *Skidder* in the subsoiling with rake did not show variations in the time and performance distributions in similar site conditions. The higher costs per ha with *Bulldozer* are explained by the higher cost per hour of this machine.

Differences in the conditions, did not affect the time distribution of the hole making treatments. The hole making with a Caterpillar excavator registered performances of 0,27 ha per hour, with 60% lower costs than the hole making with the Komatsu excavator.

## VII LITERATURA CITADA

**ALVAREZ, T. 1997.** Determinación de tiempos, rendimientos y costos de una faena de carguío con grúa Prentice T-180D. Memoria de título, Fac. Cs. Forestales, Depto. Manejo de Bosques y Medio Ambiente. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

**BARBERO, A., G. CATALÁN Y F. GONZÁLEZ. 1994.** Manual de forestación en tierras agrícolas. MAPA. Publicaciones del YRIDA. Madrid, España.

**DANS DEL VALLE, F, F. FERNÁNDEZ Y A. ROMERO. 1999.** Manual de selvicultura del pino radiata en Galicia. <http://agrobyte.lugo.usc.es/agrobyte/publicaciones/pinoradiata/indice.html>.

**HONORATO, R. 1994.** Manual de edafología. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

**NIEBEL, B. W. 1975.** Ingeniería industrial: estudio de tiempos y movimientos. Representaciones y servicios de ingeniería S.A. México.

**PRITCHETT, W. L. 1991.** Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. Limusa. México.

**SAN MARTÍN, R. Y H. REINOSO. 2001.** Ingeniería industrial clásica: el estudio del trabajo. Proyecto de desarrollo de la docencia, Depto. Ingeniería Industrial. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

**SUTHERLAND, B. and F. FOREMAN. 1995.** Guide to the use of mechanical site preparation equipment in northwestern Ontario. Canadian Forest Service - Sault Ste. Marie. Natural Resources Canada. Sault Ste. Marie, Ontario.

