

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

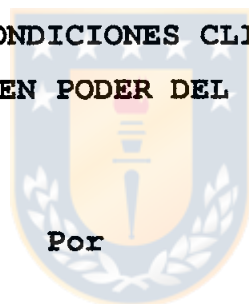
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO SILVICULTURA



EVALUACION DE LA PERDIDA DE AGUA EN PLANTAS DE *Pinus radiata* D.

Don. BAJO DISTINTAS CONDICIONES CLIMATICAS Y TIEMPO DE
PERMANENCIA EN PODER DEL PLANTADOR



HERNAN ARMANDO ARRIAGADA SALAZAR

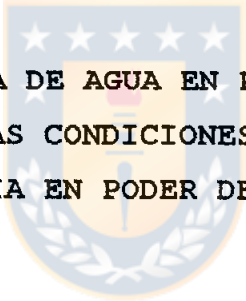
MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION-CHILE
1999

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO SILVICULTURA



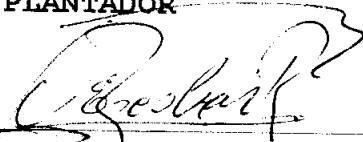
EVALUACION DE LA PERDIDA DE AGUA EN PLANTAS DE *Pinus radiata*
D. Don. BAJO DISTINTAS CONDICIONES CLIMATICAS Y TIEMPO DE
PERMANENCIA EN PODER DEL PLANTADOR

MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION-CHILE
1999

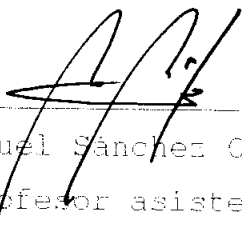
**EVALUACIÓN DE LA PÉRDIDA DE AGUA EN PLANTAS DE *Pinus radiata*
D. Don. BAJO DISTINTAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y TIEMPO DE
PERMANENCIA EN PODER DEL PLANTADOR**

Profesor Asesor



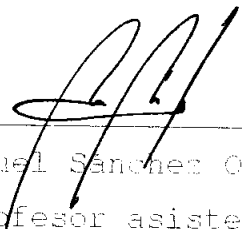
René Escobar Rodríguez
Profesor asociado
Técnico Forestal

Profesor Asesor



Manuel Sánchez Olate
Profesor asistente
Ingeniero Forestal, Dr.

Director Departamento
Silvicultura



Manuel Sánchez Olate
Profesor asistente
Ingeniero Forestal, Dr.

Decano Facultad de Ciencias
Forestales



Fernando Drake Aranda
Profesor asociado
Ingeniero Forestal

Evaluación:

Profesor René Escobar Rodríguez: Ochenta y siete Ptos.

Profesor Manuel Sánchez Olate : Ochenta y siete Ptos.

*A MI MADRE,
MI FAMILIA,
MIS AMIGOS Y*

A LA MEMORIA DE MI PADRE.



AGRADECIMIENTOS.

De todo corazón, mis sentimientos de gratitud y simpatía a todos los que me ayudaron y colaboraron de una u otra forma en el desarrollo de mi carrera profesional y de mi Memoria de título, y de forma muy especial a:

-. El Profesor Manuel Sánchez Olate y su esposa Darci Ríos, quienes me acompañaron y ayudaron de una forma impagable, en el desarrollo de mi investigación.

_. Al Profesor René Escobar Rodríguez, quien dirigió mi estudio y me aportó con su gran experiencia y colaboración desinteresada.

_. Señor Enrique Sandoval, jefe de Patrimonio de Forestal Mininco S.A., por su colaboración en la toma de datos del estudio.

-. La Empresa Forestal Mininco S.A., por el financiamiento otorgado.

ÍNDICE DE MATERIAS

CAPÍTULOS	PÁGINA
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Factores ambientales en el crecimiento de una planta.....	2
1.2 El agua en la planta.....	3
1.2.1 Factores internos que condicionan la transpiración.....	4
1.3 Balance hídrico de la planta.....	4
1.3.1 El concepto de potencial hídrico...	5
1.3.2 Medición del potencial hídrico.....	6
1.4 La pérdida de agua en plantación.....	6
II MATERIAL Y MÉTODO.....	7
2.1 Descripción y ubicación del ensayo.....	7
2.2 Determinación del muestreo.....	7
2.3 Materiales.....	8

	VI
2.4 Toma de datos.....	8
2.5 Mediciones de potencial hidrico.....	10
2.6 Diseño experimental.....	10
III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
3.1 Caracterización de las condiciones climáticas.....	11
3.2 Resultado del análisis del diseño experimental.....	12
IV CONCLUSIONES.....	19
V RESUMEN.....	20
SUMMARY.....	21
VI BIBLIOGRAFÍA.....	22
VII APÉNDICES.....	24



ÍNDICE DE TABLAS

EN EL TEXTO:

TABLA N°		PÁGINA
1	Caracterización del diseño experimental....	10
2	Caracterización de las condiciones climáticas imperantes durante el estudio...	11

EN EL APÉNDICE:

1 A	Registro del comportamiento de las variables medioambientales, para la condición climática despejado.....	26
2 A	Registro del comportamiento de las variables medioambientales, para la condición climática nublado.....	26
3 A	Registro del comportamiento de las variables medioambientales, para la condición climática lluvioso.....	26
4 A	Valores medios y desviación estándar de potencial hídrico para cada tratamiento...	28

ÍNDICE DE FIGURAS

EN EL TEXTO:

FIGURA N°		PÁGINA
1	Variación del potencial hidrico para diferentes condiciones climáticas.....	13
2	Variación del potencial hidrico según las horas del dia.....	14
3	Variación del potencial hidrico en función de la condición climática y del tiempo de permanencia.....	15
4	Variación del potencial hidrico en función del tiempo de permanencia y de las horas del dia.....	16
5	Variación del potencial hidrico en función de la condición climática y las horas del dia.....	17

EN EL APÉNDICE:

1 A	Medias aritméticas de la interacción de: condición climática, la hora del día y tiempo de permanencia.....	31
-----	--	----

I INTRODUCCIÓN

Una planta de buena calidad es aquella que alcanza los máximos niveles de supervivencia y crecimiento en un sitio en particular (Escobar, 1994). Uno de los factores más importantes que define estos niveles, es el contenido de agua en la planta.

El agua es el principal constituyente de la planta llegando a ser un 85-90% del protoplasma y a un 50% en cloroplastos y mitocondrias (Larcher, 1977).

Se sabe que a medida que transcurre el tiempo, la planta pierde agua en el proceso de trasplante de vivero a plantación, y este shock debe ser minimizado, ya que el comportamiento de la planta en terreno dependerá principalmente de su contenido hídrico.

Algunos procesos de las plantas son mucho más sensibles que otros, a las limitantes ambientales, por ejemplo, el estrés hídrico reduce el crecimiento de las células antes que la división celular, el crecimiento de la yema antes que el crecimiento radicular y el crecimiento cambial antes que el crecimiento en altura (Kazlowski et al., 1991).

Por estas razones es importante el estudio de la pérdida de agua de la planta, en función del tiempo que la planta permanece en poder del plantador, como varía esta según las horas del día y según las condiciones climáticas imperantes.

1.1 Factores ambientales en el crecimiento de una planta.

Dentro de los factores ambientales que limitan el crecimiento de una planta están: la luz, el agua y los nutrientes.

Los efectos de la temperatura son parcialmente ejercidos a través de los efectos en las relaciones del agua, dependiendo de la cantidad de lluvias, del clima (frío o húmedo), donde la tasa de transpiración varía dependiendo de las condiciones reinantes (Kazlowski et al., 1991).

La tasa de evaporación de agua se duplica por cada 10°C de aumento en la temperatura. No obstante, dado que la evaporación enfría la superficie de la hoja, su temperatura no aumenta tan rápidamente como el aire circundante; además, los estomas se cierran cuando la temperatura excede los 30 a 35°C.

La humedad es también importante. El agua se pierde mucho más lentamente en el aire saturado de vapor de agua (Raven et al., 1992).

La evapotranspiración integra los aspectos de precipitación, irradiación y temperatura, tres factores que afectan el crecimiento de una planta (Kazlowski et al., 1991).

La planta pierde agua por evaporación (transpiración) y en cantidades muy pequeñas en forma líquida (gutación), por ello al hablar de pérdida de agua, esta última se desprecia (Larcher, 1977).

1.2 El agua en la planta.

La cantidad de agua que requiere el proceso de fotosíntesis, constituye aproximadamente un 0,01% de la cantidad total utilizada por la planta. Una de las razones más importantes de esta baja utilización está dada por las funciones que cumple el agua, que en la mayoría de los casos son de tipo físicas (Sánchez-Díaz y Aguirreolea, 1996).

La presión de turgencia resultante del movimiento de agua hacia adentro de la célula, origina una expansión de la célula inmadura, siendo esta la principal causa del crecimiento celular y de la turgencia en la célula madura (Raven et al., 1992).

La planta necesita mantener en equilibrio su condición hídrica, para conservar un desarrollo regulado de los procesos vitales, ya que su cuerpo vegetativo se encuentra en el espacio aéreo y pierde constantemente agua por evaporación (Larcher, 1977). Además, representa una vía intermedia en el flujo del agua situada entre los altos potenciales hídricos del suelo y los más bajos de la atmósfera.

La estructura de la planta determina la heterogeneidad de las vías de circulación a lo largo del vegetal, desde su absorción por las raíces, hasta su uso en los distintos tejidos y su pérdida masiva por el proceso de transpiración (Barceló et al., 1995).

1.2.1 Factores internos que condicionan la transpiración. La intensidad de la transpiración aumenta con la radiación incidente, la acción del calor y más aún, si existen corrientes de aire seco e intenso.

Estas pérdidas de agua están reguladas por el cierre de los estomas frente a malas condiciones hídricas. La magnitud, velocidad y eficacia depende de cada especie y de las adaptaciones al hábitat (Larcher, 1977).

Desde los comienzos de la fisiología vegetal, se realizaron una serie de experimentos con plantas para conocer sus funciones y la importancia del estudio del agua.

Otras aproximaciones en las relaciones hídricas de las células vegetales se realizaron mediante el estudio y el concepto de la osmosis. Que por la ambigüedad de estas terminologías no eran aplicables en otros campos.

Hoy día los especialistas se han esforzado en expresar las relaciones hídricas de las plantas en un contexto más general en el que la osmosis es uno de los componentes que determinan el estado termodinámico del agua, expresado así por su potencial hídrico (Barceló et al., 1995).

1.3 Balance hídrico de la planta.

El balance hídrico de la planta se obtiene por diferencias entre captaciones y pérdidas de agua. El indicador más sensible del balance hídrico es el potencial hídrico, al elevar inmediatamente la tensión de succión celular por pérdida de turgencia.

Un aumento en la tensión de succión es también la reacción inmediata del vástago frente a un suministro insuficiente de agua (Larcher, 1977).

1.3.1 El concepto de potencial hídrico. La cantidad de agua presente en un sistema es, para algunos objetivos, una medida útil del estado hídrico de la planta o del suelo, pero no permite diferenciar el sentido de los intercambios hídricos entre las diferentes partes de una planta ni entre el suelo y la planta (Barceló et al., 1995).

El agua circula entre dos puntos siempre que su potencial termodinámico no sea idéntico entre dichos puntos. El potencial hídrico, utilizado por los fisiólogos deriva de esta magnitud. Constituye la resultante de fuerzas de orígenes diversos (osmótica, capilar, imbibición, turgencia, etc.) que liga el agua al suelo o a los diferentes tejidos del vegetal.

Desde el punto de vista energético, el potencial hídrico corresponde al trabajo que habría que suministrar a una unidad de masas de agua "ligada" al suelo, o a los tejidos de una planta, para llevarla de este estado de unión a un estado de referencia. Correspondiente al de agua pura (a menudo denominada "libre" por oposición a "ligada") a la misma temperatura y a la presión atmosférica (Sánchez-Díaz y Aguirreolea, 1996).

1.3.2 Medición del potencial hídrico. Para las hojas o el vástago, Schölander (1964), elaboró el método de la cámara de presión en el que el potencial de las células de las hojas se compensan externamente por una presión ejercida desde el exterior, hasta que aparece savia del xilema.

Se considera que la presión que debe aplicarse para impulsar el agua de las células foliares de nuevo al xilema, es igual al valor absoluto del potencial hídrico de las células foliares (Barceló et al., 1995).

1.4 La pérdida de agua en plantación.

Las plantas pueden presentar un estrés de trasplante y reducir su actividad fisiológica después de plantarse en un sitio. Esto se atribuye al estrés hídrico causado por el confinamiento de la raíz, el pobre contacto suelo-raíz y la baja permeabilidad de las raíces suberizadas.

Las bajas temperaturas durante la plantación en primavera pueden causar estrés hídrico en la planta y reducir o inhibir el desarrollo radicular, limitando el establecimiento de la plantación (Folk et al., 1995).

En plántulas de *Pinus radiata* a raíz desnuda existe un efecto negativo en crecimiento y supervivencia de plantas cuyo potencial hídrico es menor de $-0,5$ Mpa (Peña, 1996).

Un estudio realizado en coníferas (Facher et al., 1989, citado por Escobar, 1994), determinó que plantas expuestas 5 minutos a 21°C y viento se producen pérdidas de más del 50% del agua de la planta.

II MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Descripción y ubicación del ensayo.

El ensayo se realizó en los fundos Dimilhue y las Castellanas de propiedad de Forestal Mininco S.A., distante 100 y 50 Km hacia el noreste de la ciudad de Santa Bárbara, respectivamente.

2.2 Determinación del muestreo.

Se realizó un estudio previo en la faena de plantación del fundo Dimilhue, con el fin de determinar los rendimientos promedios de plantas plantadas, por caja y por día de un trabajador, esta etapa de muestreo tuvo una duración de cuatro días.

Los rendimientos se midieron durante toda la jornada de trabajo que comenzaba cercano a las ocho treinta de la mañana, con un número de diez trabajadores muestreados como promedio.

Los rendimientos promedios fueron de tres cajas plantadas en la mañana y cuatro cajas en la tarde, con un número de plantas por caja, que oscilaba entre sesenta y ochenta, dependiendo del volumen radicular que presentaran.

En esta fase del estudio se determinaron también las condiciones normales de manipulación de las plantas en la faena, referido al traslado, horas de comienzo y de término

de las jornadas, con el fin de que el muestreo posterior, representara las condiciones reales de faena.

Después de la visita se determinaron los rendimientos promedio y se pudieron establecer los intervalos de mediciones diarias.

2.3 Materiales.

Utilizando una Estación meteorológica portátil se determinaron las siguientes variables ambientales: temperatura, velocidad del viento y humedad relativa con valores, mínimos, máximos y medios (Apéndice 1).

2.4 Toma de datos.

Las posteriores mediciones se realizaron en el fundo las Castellanas. Predio que presentaba un suelo trumao, poco profundo en los faldeos, con alta acumulación de desechos de *Pinus radiata* D. Don producto de la reciente faena de cosecha de la plantación anterior.

La densidad de plantación fue de 800 plantas por ha, con una preparación de suelo mediante escarificado de desechos y fajeo con retroexcavadora en las zonas de mayor acumulación.

Utilizando una cámara Schölander portátil marca Eijkelkam, se realizaron mediciones de potencial hídrico a las plantas durante cuatro días en los cuales se registraron tres condiciones climáticas distintas.

- Día despejado.
- Día nublado.
- Día lluvioso.

Durante el transcurso del estudio, se registraron las mediciones de potenciales hídricos de las plantas, condiciones climáticas imperantes y horas del día en que se debía realizar la medición (Tabla 4A del apéndice 2).

Esta distribución de las mediciones permitió registrar las horas más críticas de las faenas (temperaturas más altas del día), conjugadas con la operatividad de las mediciones; es decir, que las mediciones se realizaran en intervalos de tiempo que permitieran preparar el instrumental y que una medición no se traslapara con la siguiente.

En cuanto a la metodología seguida en terreno, se procedía de la manera siguiente: Un trabajador seleccionado bajaba una caja del camión, de la cual se extraían inmediatamente 5 plantas, a las que se les medía el potencial hídrico. Posteriormente se seguía al plantador y cada 10 minutos se repetía este proceso hasta que terminaba de plantar todo el contenido de su caja.

2.5 Mediciones de potencial hídrico.

Para realizar las mediciones de potencial hídrico se trasladó a terreno la cámara Schölander, donde se trabajó de acuerdo a la metodología descrita por Peña(1996).

Se realizó la lectura de la medición, cuando en el corte de la porción de tallo apareció la primera gota de agua. Dicha medición tuvo un valor expresado en bares (bar), el cual fue transformado a pascales (Mpa).

2.6 Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó, fue un diseño factorial, con tres factores y distintos niveles (Steel y Torrie, 1995), y el proceso estadístico de la información se realizó mediante el programa computacional "Statistical Analysis System" (SAS, Institute Inc., 1993).

Tabla 1. Caracterización del diseño experimental.

FACTORES	NIVELES
CONDICIÓN CLIMÁTICA	Despejado
	Nublado
	Lluvioso
HORA DEL DÍA	9:00
	11:00
	13:00
	16:00
TIEMPO DE PERMANENCIA EN PODER DEL PLANTADOR (min)	0
	10
	20
	30
	40

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de las condiciones climáticas.

En este estudio se pudo capturar tres condiciones climáticas caracterizadas por tres variables ambientales, como son: temperatura (C°), velocidad del viento (m/s), humedad relativa (%). A continuación (Tabla 2) se detallan los valores medios y las desviaciones estándares

Tabla 2. Caracterización de las condiciones climáticas imperantes durante el estudio.

CONDICIÓN	DESPEJADO		NUBLADO		LLUVIOSO	
	Media	D.std	Media	D.std	Media	D.std
Temperatura (c°)	10,5	4,3589	11,65	1,2793	11,25	2,9636
Humedad (%)	72,9	11,269	79,45	4,1	80,65	4,9352
Vel. Viento (m/s)	1,48	0,9754	0,87	1,1114	1,23	0,6346

En la tabla, se observa que la temperatura media máxima se alcanzó en el día nublado. En cuanto a la variabilidad de estos valores, el rango de temperaturas registrado en la condición despejado, fue más disperso. Esto se explica por las bajas temperaturas de la condición despejado producto de las heladas matinales, que mantenían temperaturas bajas durante toda la mañana, para alcanzar los valores máximos al finalizar la faena.

Con respecto a la humedad relativa ésta fue más alta en la condición climática lluviosa, seguido por la condición nublada y finalmente la condición despejada.

La velocidad del viento alcanzó valores medios máximos en la condición climática despejado y la mayor variación se presentó en la condición nublado.

3.2 Resultados del análisis del diseño experimental.

De los resultados obtenidos, se puede concluir que existe una interacción entre los tres factores: condición climática, hora del día y tiempo de permanencia en poder del plantador (Tabla 3), por esto no se pueden arrojar resultados generales a partir de los factores individuales. Debido a esto sólo se analizan los resultados de las interacciones entre los factores estudiados.

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza para los factores estudiados

Análisis de varianza					
Fuente de variación	GL	SS CUADRADOS	SS CUADRADOS MEDIOS	F CAL.	Pr > F
CLIMA	2	14,519400	7,259700	49,93	0,0001 **
HORA	3	7,753433	2,584477	17,77	0,0001 **
CLIMA*HORA	6	7,448366	1,241477	8,54	0,0001 **
MIN	4	0,676666	0,169166	1,16	0,2276 *
CLIMA*MIN	8	0,314933	0,039366	0,27	0,9749 *
HORA*MIN	12	4,209733	0,350811	2,41	0,0057 **
CLIMA*HORA*MIN	24	9,083466	0,378477	2,80	0,0001 **

** significativo al 10%, rechaza la hipótesis de igualdad de medias.

* No es significativo, acepta la hipótesis de igualdad de medias.

A continuación se presentan los resultados a partir de los siguientes gráficos explicativos.

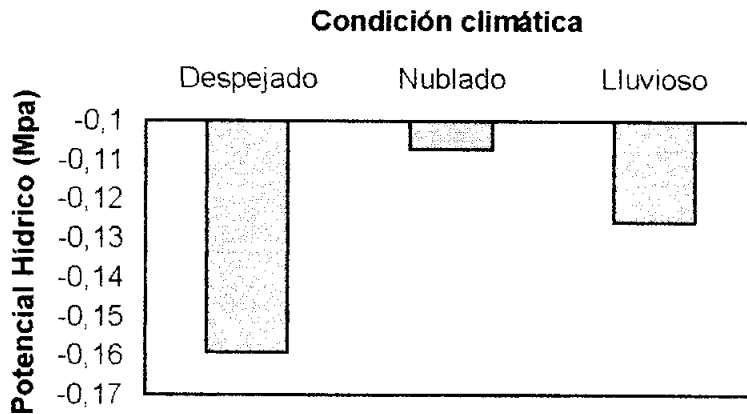


Figura 1. Variación del Potencial Hídrico para diferentes condiciones climáticas

El gráfico anterior muestra el promedio del potencial hídrico de cada condición climática. Se observa que la mayor pérdida de agua se produce en un día despejado, en el cual el Potencial hídrico alcanza el valor de $-0,16$ Mpa. Para un día nublado, se observa un potencial hídrico de $-0,106$ Mpa, siendo este valor el más alto de las tres condiciones, ya que para la condición lluviosa se registró un valor de $-0,125$ Mpa.

De esta manera la pérdida de agua en una planta está asociada a la humedad relativa, siendo mayor en un día despejado. Es importante señalar que ninguno de estos valores se encuentra en rangos críticos de pérdida de agua en la planta que pudieran afectarla en su normal

crecimiento y desarrollo, según los estudios de Peña (1996), quien señala que plantas de *Pinus radiata* D. Don que presentan potenciales hídricos inferiores a $-0,5$ Mpa, tendrían problemas de supervivencia.

La figura 2 muestra la relación que existe entre los valores de potencial hídrico para cada hora de muestreo durante el estudio.

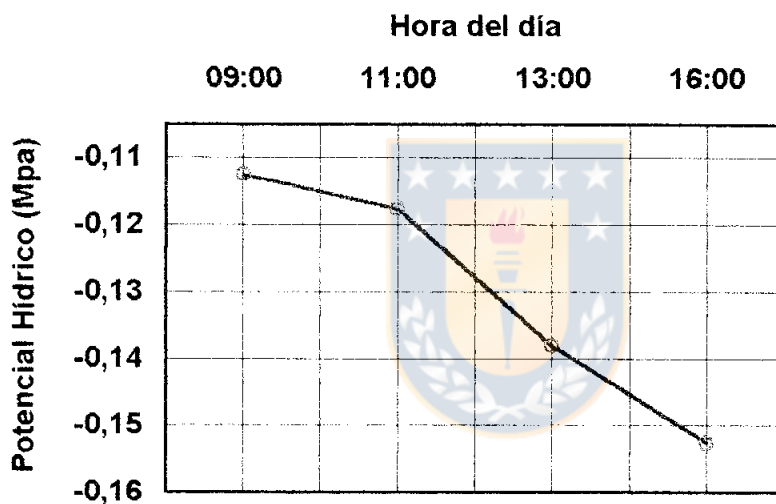


Figura 2. Variación del potencial hídrico según las horas del día.

En la figura, se observa que el potencial hídrico tiene una marcada disminución a medida que transcurre el día. Sin embargo, estas pérdidas de agua no se consideran críticas para la planta. Este comportamiento de la pérdida de agua en la planta queda explicado por el aumento de tiempo que éstas permanecen en terreno sin ser plantadas y por el continuo aumento de la temperatura durante el día (Apéndice 1).

En la figura 3 se grafica la condición climática y el tiempo de permanencia de las plantas en poder del plantador, con el objeto de apreciar el distinto comportamiento que presenta la pérdida de agua en las plantas de *Pinus radiata* D. Don.

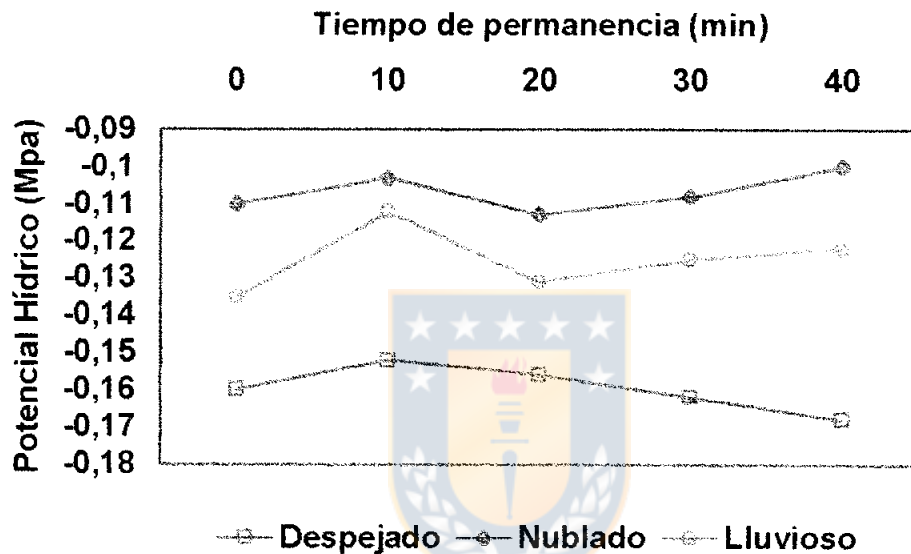


Figura 3. Variación del potencial hídrico en función de la condición climática y del tiempo de permanencia.

Los resultados muestran que no existe interacción entre la condición climática y el tiempo de permanencia de la planta en poder del plantador (Figura 3). Además, se puede observar que la condición despejada es la más acentuada en cuanto a la pérdida de agua, debido a las condiciones meteorológicas presentadas ese día (Tabla 1A del apéndice 1).

En la figura 3 se observa que, independiente de la condición climática, siempre existió un marcado aumento del

potencial hidrico en los primeros 10 minutos de permanencia de las plantas en poder del plantador. Esto se puede relacionar con la cantidad de hidrogel que traen las plantas de vivero, ya que se les aplica una dosis única sobre la caja con plantas, llegando a terreno con una mayoritaria concentración de este gel en el tercio superior de la caja, lo que implicaría una mayor hidratación de estas plantas.

La figura 4 muestra que existe una fuerte interacción entre los factores contrastados.

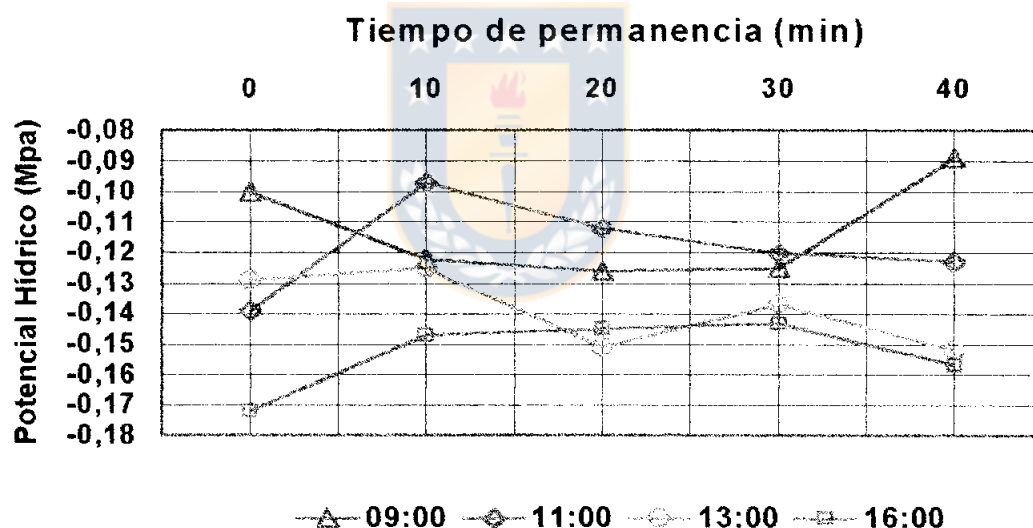


Figura 4. Variación del potencial hidrico en función del tiempo de permanencia y de las horas del día.

Esta fuerte interacción se debe al comportamiento errático de la pérdida de agua, según la hora del día, el tiempo de

permanencia que se registró en este estudio y bajo las condiciones climáticas imperantes. El comportamiento de la pérdida de agua está influenciado por la extracción de las plantas de la caja, debido a que a medida que se va vaciando, las plantas van quedando menos expuestas y a su vez han estado mayor tiempo protegidas de la exposición directa, coincidiendo con los resultados de Peña (1995).

La figura 5 nos muestra que existe una tendencia similar en cuanto a la pérdida de agua en función de las horas del día, excepto a las 11:00 hrs, donde no se registra una variación notoria. La mayor disminución del potencial hídrico en la condición despejado, ocurre desde las 11:00 hrs. acrecentándose en la tarde. En la condición lluviosa la pérdida de agua tiene un comportamiento ascendente poco exagerado.

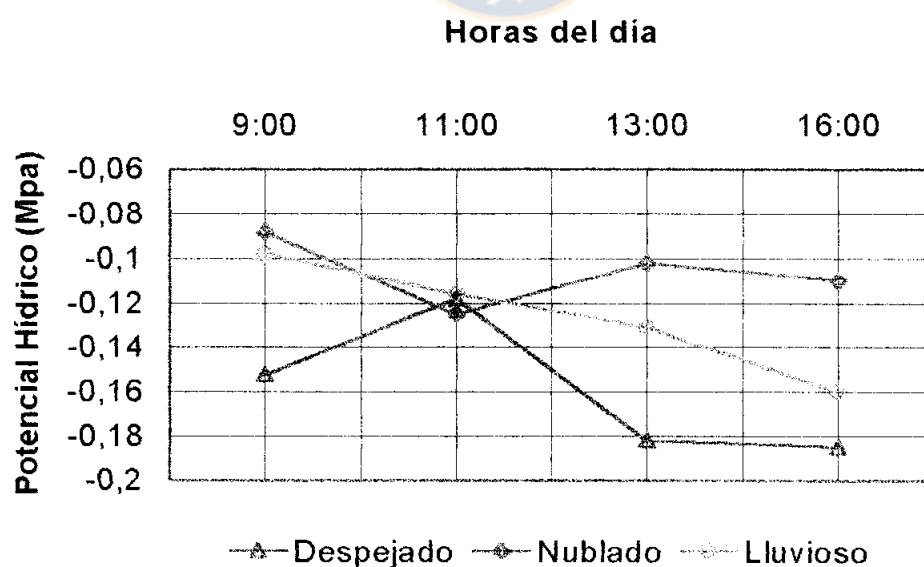


Figura 5. Variación del potencial hídrico en función de la condición climática y las horas del día.

Según Sánchez-Díaz y Aguirreolea (1993), cuando las plantas presentan rangos de plena turgencia, la fotosíntesis y respiración no son afectadas. Esta situación sería la observada en este estudio, de acuerdo a las condiciones ambientales registradas en terreno.

Según la pauta que define rangos de potencial hídrico para *Pinus radiata* D. Don (Forest Research Institute, 1988), las plantas tendrán una condición óptima por presentar potenciales hídricos mayores a $-0,5$ Mpa.

Los resultados muestran que a pesar de existir interacciones significativas para los factores estudiados, a nivel biológico, no presentan mayor riesgo para el establecimiento y desarrollo de las plantas de *Pinus radiata* D. Don, debido a que los potenciales hídricos no llegan a valores de riesgo, ni aún, en las condiciones más críticas de este ensayo.

Estos resultados son válidos para las condiciones climáticas estudiadas y para plantas de *Pinus radiata* D. Don cosechadas el día anterior a ser plantadas y con un tiempo de permanencia de 15 horas en los camiones.

IV. CONCLUSIONES

1.- En plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. la interacción: condición climática, horas del día y tiempo de permanencia de las plantas en poder del plantador, afecta la pérdida de agua de éstas.

2.- La pérdida de agua no alcanza niveles críticos que impliquen un daño biológico para las plantas.



V RESUMEN

Se realizó un estudio a petición de Forestal Mininco S.A, en los fundos Dimilhue y las Castellanas, cercano a la ciudad de Santa Bárbara, en el cual se efectuaban faenas de reforestación.

Los objetivos fueron determinar la influencia de las condiciones climáticas en la pérdida de agua, la influencia de las horas del día y del tiempo de permanencia de las plantas en poder del plantador.

Durante la faena se registraron los potenciales hidricos de plantas de *Pinus radiata* D. Don, estos se analizaron mediante un diseño experimental factorial con tres factores y distintos niveles.

Los resultados mostraron que para las condiciones de este estudio, el nivel alcanzado en la pérdida de agua de plantas de *Pinus radiata* D. Don, no constituye riesgo para el normal crecimiento, desarrollo y supervivencia de éstas.

Estos resultados son válidos para las condiciones climáticas estudiadas y para plantas de *Pinus radiata* D. Don cosechadas el día anterior a ser plantadas y con un tiempo de permanencia de 15 horas en los camiones.

SUMMARY

Forestal Mininco S.A asked to make a study in fundo Dimilhue and fundo las Castellanas, near the city of Santa Bárbara, in wich work of reforestation were made.

The aims were to determine the influence of the weather conditions in the los of water, the influence of the hours of the day and permanence of the time of the plants in the planter's hands.

During the work, the hydric potentials of the plants of *Pinus radiata* D. Don, were registered, these were analized by a experimental factorial design with three factors and different levels.

The results showed that for the conditions of this study, the level reached in the lost of water of the plants of *Pinus radiata* D. Don, do not make a risk for the normal growing, development and survival of these.

These results are worth for the studied weather conditions and for the plants of *Pinus radiata* D. Don, Gathered the day before to be planted, and with a permanence time of 15 hours in the trucks.

VI BIBLIOGRAFÍA.

1. Barceló, J., Nicolás, G., Sabater, B. y Sánchez, R. 1995. Fisiología Vegetal, ciencia y técnica. Editorial Pirámide, S.A. Madrid. España.
2. Escobar, R. 1994. La planta ideal. Exposición Silvotecnica IV. Forestal Mininco S.A y Fundación Chile. (Ed). Noviembre, 1994. Concepción, Chile.
3. Folk, R., Grossnickle, S. y Russell, J. 1995. Gas exchange, water relations and morphology of yellow-cedar Seedling and Stecklings Before Planting and During Field Establishment. New For. 9:1-20.
4. Kazlowski, T., Kramer, P. y Pallardy, S. 1991. The Physiological ecology of Woody plants. Academic press, inc. California. U.S.A.
5. Larcher, W. 1977. Ecofisiología Vegetal. Ediciones Omega. S.A. Barcelona, España.
6. New Zealand Forest Research Institute. 1988. Seedling quality and seedling specifications of radiata pine. What's New in forest Research nº 171.
7. Peña, I. 1995. Potencial hídrico foliar desde extracción a plantación del *Pinus radiata* D. Don a raíz desnuda. Publicación de resultados. Forestal Mininco S.A.

8. Peña, I. 1996. Potencial de crecimiento radicular de plantas de *Pinus radiata* D. Don. con diferentes potenciales hídricos. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción, Chile.
9. Raven, P., Evert, R. y Eichhorn, S. 1992. Movimientos del agua y solutos en las plantas. Biología de las plantas. Ediciones Reverté. Barcelona, España.
10. Sánchez - Díaz, M. y Aguirreolea, J. 1996. Relaciones Hídricas. Pp. 49-90. En: Arcon - Bieto, J. Talon, M. 1993. Fisiología y Bioquímica vegetal. Interamericana. McGraw - Hill. Madrid, España.
11. Schölander, H., Hammel, E., Hemmingsen y Bradstreet, E. 1964. Hydrostatic pressure and osmotic potential in leaves of mangroves and some other plants. *Proc. N.A.S.* 52: 119-125.
12. Steel, R. y Torrie, J. 1998. Bioestadística Principios y procedimientos. Mc Graw-Hill. México D.F. México.
13. Statistical Analysis System. SAS Institute INC. (1993). SAS/ETS User's guide, versión 6. Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA.

VII APÉNDICE



A large, semi-transparent watermark of a university crest is centered on the page. The crest features a shield with a central emblem, flanked by laurel branches, and topped with a crown. The text "APÉNDICE 1." is overlaid on the top part of the crest.

★APÉNDICE★1.

" Caracterización★de las condiciones climáticas
imperantes durante el estudio".

Tabla 1A. Registro del comportamiento de las variables medioambientales, para la condición climática despejado.

CONDICIÓN	DESPEJADO			
	Mínimo	Medio	Máximo	D.std
Temperatura (c°)	4	10,5	16	4,3589
Humedad (%)	48	72,9	90	11,269
Vel. Viento (m/s)	0,2	1,48	6	0,9754

Tabla 2A. Registro del comportamiento de las variables medioambientales, para la condición climática nublado.

CONDICIÓN	NUBLADO			
	Mínimo	Medio	Máximo	D.std
Temperatura (c°)	9	11,65	14	1,2793
Humedad (%)	70	79,45	89	4,1
Vel. Viento (m/s)	0,2	0,87	4,5	1,1114

Tabla 3A. Registro del comportamiento de las variables medioambientales, para la condición climática lluvioso.

CONDICIÓN	LLUVIOSO			
	Mínimo	Medio	Máximo	D.std
Temperatura (c°)	6	10,2	16	1,8475
Humedad (%)	69	78,3	94	0,8083
Vel. Viento (m/s)	0,2	1,23	5,5	0,6813

APÉNDICE 2.

"Valores medios, desviación estándar de potencial hidrico para cada condición climática, hora del día y tiempo de permanencia de la planta en poder del plantador."



Tabla 4A: Valores medios y desviación estándar de potencial hídrico para cada tratamiento.

Factores			Potencial hídrico (Mpa)	
CLIMA	HORA	TIEMPO	Media	Desviacion Std.
D	H9	G 1:0	0,1320	0,0460
D	H9	G 2:10	0,1720	0,0701
D	H9	G 3:20	0,1800	0,0374
D	H9	G 4:30	0,1560	0,0456
D	H9	G 5:40	0,1200	0,0316
D	H11	G 1:0	0,1720	0,0540
D	H11	G 2:10	0,0720	0,0413
D	H11	G 3:20	1,0000	0,0600
D	H11	G 4:30	0,1160	0,0329
D	H11	G 5:40	0,1240	0,0590
D	H13	G 1:0	0,1480	0,0576
D	H13	G 2:10	0,1520	0,0335
D	H13	G 3:20	0,1840	0,0329
D	H13	G 4:30	0,1880	0,0450
D	H13	G 5:40	0,2400	0,0648
D	H16	G 1:0	0,1900	0,0970
D	H16	G 2:10	0,2120	0,0110
D	H16	G 3:20	0,1600	0,0424
D	H16	G 4:30	0,1880	0,0687
D	H16	G 5:40	0,1880	0,0363
N	H9	G 1:0	0,0800	0,0145
N	H9	G 2:10	0,0920	0,0110
N	H9	G 3:20	0,0960	0,0319
N	H9	G 4:30	0,1120	0,0128
N	H9	G 5:40	0,0640	0,0089
N	H11	G 1:0	0,1560	0,0385
N	H11	G 2:10	0,1120	0,0415
N	H11	G 3:20	0,1240	0,0385
N	H11	G 4:30	0,1000	0,0316
N	H11	G 5:40	0,1320	0,0540

N	H13	G_1:0	0,1040	0,0167
N	H13	G_2:10	0,1040	0,0261
N	H13	G_3:20	0,1200	0,0200
N	H13	G_4:30	0,1000	0,0141
N	H13	G_5:40	0,0840	0,0167
N	H16	G_1:0	0,1000	0,0200
N	H16	G_2:10	0,1040	0,0089
N	H16	G_3:20	0,1120	0,0363
N	H16	G_4:30	0,1160	0,0167
N	H16	G_5:40	0,1200	0,0678
L	H9	G_1:0	0,0880	0,0228
L	H9	G_2:10	0,1000	0,0245
L	H9	G_3:20	0,1040	0,0219
L	H9	G_4:30	0,1080	0,0179
L	H9	G_5:40	0,0840	0,0167
L	H11	G_1:0	0,0880	0,0228
L	H11	G_2:10	0,1080	0,0228
L	H11	G_3:20	0,1120	0,0228
L	H11	G_4:30	0,1440	0,0329
L	H11	G_5:40	0,1120	0,0110
L	H13	G_1:0	0,1360	0,0219
L	H13	G_2:10	0,1160	0,0167
L	H13	G_3:20	0,1480	0,0415
L	H13	G_4:30	0,1240	0,0537
L	H13	G_5:40	0,1320	0,0228
L	H16	G_1:0	0,2280	0,0480
L	H16	G_2:10	0,1240	0,0261
L	H16	G_3:20	0,1600	0,0316
L	H16	G_4:30	0,1240	0,0167
L	H16	G_5:40	0,1640	0,0038
Media y desviación total			0,1305	0,0516

Despejado: D.

Nublado : N.

Lluvioso : L.

Hora: H.

Tiempo de permanencia: G (min)

APÉNDICE 3.

"Gráfico de medias aritméticas de la interacción de la condición climática, la hora del día y tiempo de permanencia de las plantas de *Pinus radiata* D. Don en poder del plantador



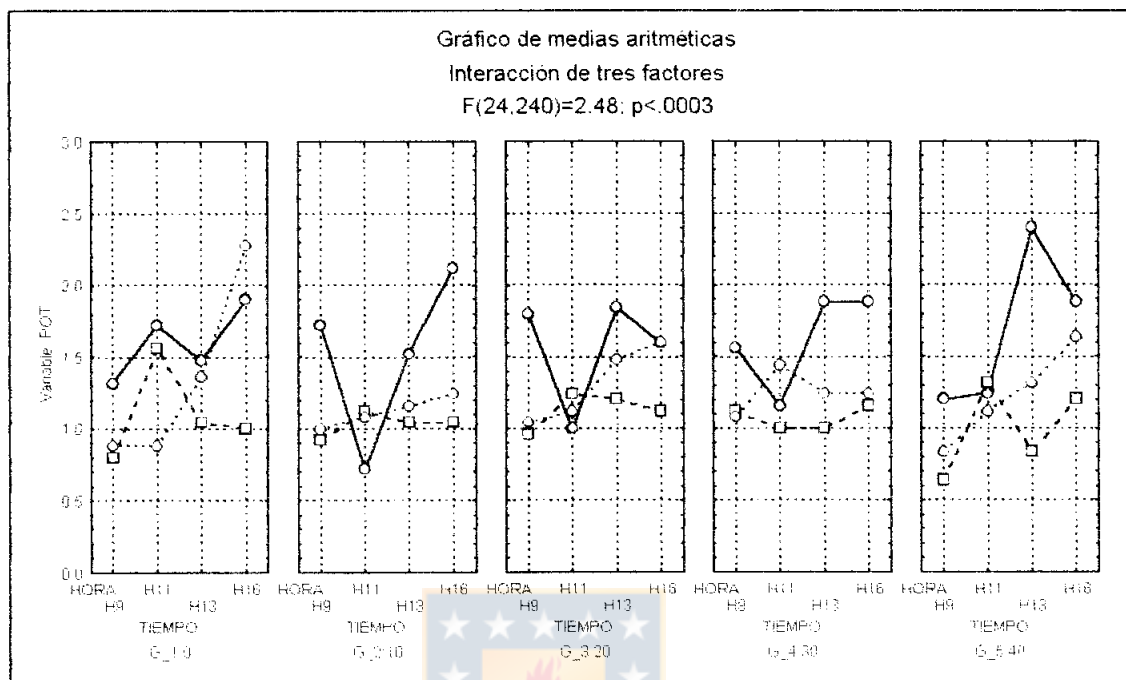


Figura 1A: Medias aritméticas de la interacción de: condición climática, hora del día y tiempo de permanencia.