

Análisis de algunos elementos básicos involucrados en la producción artificial de plantas de especies nativas

Analysis of basic nursery practice in the production of seedlings of natives species

C.D.O.: 232.32

RENE ESCOBAR RODRIGUEZ

Departamento de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción,
Casilla 537, Chillán, Chile.

SUMMARY

To accomplish reforestation programs an increasing demand for native species seedling is expected in the near future. This will require a better understanding of nursery cultivation practices to improve seedling quality. A number of important cultivation practices and the way in which they affect indicators of seedling quality is reviewed. A list of potential harmful agents to seedling production is presented.

RESUMEN

Ante un eventual aumento en las tasas de producción artificial de plantas de especies nativas, se caracteriza lo que se estima una planta de alta calidad y se analizan los aspectos principales involucrados en el proceso de producción artificial que determinan los atributos de las plantas producidas en vivero. Se entrega un listado de agentes de daño detectados y que pueden constituir un factor de riesgo en futuros planes de producción masiva de especies forestales nativas en vivero.

INTRODUCCION

El establecimiento artificial de bosques —por plantación— se distingue de otros métodos de regeneración, porque el material que dará origen a una nueva masa boscosa se produce en un lugar distinto al que desea establecer el bosque. Por lo tanto, será sometido a procesos de cosecha, transporte, almacenaje y plantación que, necesariamente, le generan una serie de trastornos físicos y fisiológicos conocidos como shock de trasplante.

Es tarea del viverista preparar el material de manera tal que los trastornos producidos en la etapa cosecha-plantación sean atenuados al mínimo y así las plantas, una vez establecidas, puedan iniciar rápidamente su desarrollo. Para ello puede utilizar diferentes métodos de reproducción de plantas y distintas herramientas técnicas para lograr el objetivo deseado.

En el país desde la época de la colonia se reproducen artificialmente distintas especies exóticas y, por ello, la disponibilidad de información escrita es mayor que para las especies nativas. Estas sólo se cultivaron a escala operacional en viveros estatales entre las décadas del 50 al 70. La

información que dicha experiencia debió generar no siempre fue escrita y si lo fue no necesariamente se encuentra disponible para los usuarios.

El presente documento analiza algunos de los aspectos involucrados en la producción de plantas, los que deberán ser profundizados si se desea avanzar en el conocimiento del comportamiento de las especies nativas.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LAS PLANTAS

Concepto. El concepto de calificación de plantas establece que éstas son de buena calidad cuando logran la mayor tasa de supervivencia y crecimiento inicial en un sitio determinado (Duryea, 1985). Ello es posible si la planta ha sido preparada en vivero para soportar los factores limitantes del sitio y al suelo se le han hecho las modificaciones necesarias para asegurar un sustrato que permita un rápido establecimiento, adecuada disponibilidad de agua y permanencia libre de malezas competitivas en los primeros períodos de crecimiento.

La experiencia extranjera y nacional es coincidente en señalar que la calidad de las plantas es un

factor determinante en el comportamiento de la plantación respecto a supervivencia y crecimiento inicial (Duryea, 1984; Escobar y Peña, 1985; Guzmán, 1984; De la Maza y Urrutia, 1988; Mellado y Soto, 1974; Pérez y Silva, 1972; Ross, 1970), y que las diferencias inicialmente obtenidas, por este concepto, se mantienen o acrecientan con el tiempo (Duryea, 1984) (figura 1).

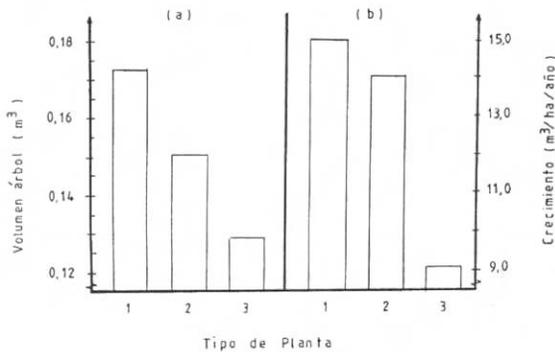


Fig. 1. Comportamiento de 3 tipos diferentes de plantas de *Pinus elliotii* a los 13 años de plantadas. Muestra diferencias de crecimiento en a) volumen/árbol y b) volumen/há (Duryea, 1984).

Field performance of three seedling grades of *Pinus elliotii* after 13 growing seasons shows differences in a) individual tree volume and b) volume growth/ha (Duryea, 1984).

La experiencia señala, además, que plantas con distintos atributos morfológicos y fisiológicos tienen diferente comportamiento según los factores limitantes que el sitio presente. Este fenómeno es el que ha llevado a diferentes autores a plantear que la planta debe ser preparada en vivero para sitios específicos y no tender a una producción estandarizada (Duryea, 1984; Duryea y Landis, 1984).

La calidad de las plantas se determina en función de sus propiedades morfológicas y fisiológicas, las que deben evaluarse experimentalmente en terreno para determinar su grado de correlación con los factores del sitio. Aquella(s) característica(s) de la planta más relacionada con el comportamiento de ésta en terreno definirá el esquema de manejo a seguir en vivero y el criterio de evaluación de la calidad de las plantas para un sitio específico. Los atributos que una planta tenga al momento de cosecha son el resultado del efecto de la aplicación de distintas labores culturales y de la interacción de ellas durante el proceso de producción.

Epoca de siembra. El proceso de germinación de semillas, en vivero, requiere de un contacto íntimo de ellas con el sustrato en el cual se han depositado; que éste le proporcione la cantidad de agua y oxígeno para que el proceso ocurra sin dificultad, y que el rango de temperaturas, en los primeros 2 cm de profundidad, sea lo más cercano al valor en el cual la especie sembrada logra la mayor tasa de germinación. La cantidad de agua y oxígeno necesarios en el sustrato son muy similares para una amplia gama de especies, pero éstas son mucho más específicas respecto de los requerimientos de temperatura para iniciar y terminar, eficientemente, el proceso de germinación. Algunas especies germinan bien en laboratorio con exposición a temperaturas constantes; en vivero no presentan mayores dificultades cuando los mismos valores de temperaturas se producen en los dos primeros centímetros del suelo, a las horas de mayor calor (Thompson, 1984; Lema, 1987). Por otra parte, hay especies que para germinar requieren de exposición a temperaturas alternadas; éstas presentan buen comportamiento en vivero cuando los rangos de temperaturas utilizados en laboratorio son similares a aquellos que se registran en el suelo, en las primeras horas de la mañana y a las horas de mayor calor.

Lo señalado implica que el viverista, previo a decidir cuándo sembrar, debe conocer el rango de temperaturas a la cual germina la especie que debe trabajar y en qué épocas del año esa misma temperatura se registra en los primeros centímetros del suelo del vivero. Siembras efectuadas con temperaturas inferiores a las adecuadas prolongan el proceso de germinación de la semilla. Por el contrario, siembras efectuadas con temperaturas superiores a las requeridas por la especie inhiben el proceso (Lema, 1987). En este caso, para lograr un éxito relativo en la gestión, el viverista está obligado a recurrir a medios artificiales para bajar la temperatura a los rangos deseados, fenómeno que, además de subir los costos de producción, normalmente conlleva una serie de problemas de manejo que terminan afectando la calidad del material a producir (Aguilera y Fehlandt, 1981; Escobar y Espinosa, 1988). Por ejemplo, *Quillaja saponaria* demora entre 5 y 7 días en germinar cuando la temperatura superficial del suelo, a las horas de mayor calor, es de alrededor de 21°C; el proceso se prolonga hasta 30 días cuando la temperatura no supera los 16°C y se inhibe cuando ésta supera los 27°C.

En climas templados los rangos de temperatura de germinación de una gran cantidad de especies permiten utilizar dos épocas de siembra: fines de invierno —inicios de primavera y fines de verano— e inicios de otoño.

Profundidad de siembra. Una adecuada profundidad de siembra es determinante en el período que ha de transcurrir entre siembra y emergencia. Un factor importante en ello es la interacción tamaño de semilla-textura de suelo; a menor tamaño de semilla y cuanto más pesada sea la textura del suelo, más superficial debe ser la siembra, siendo el tamaño de las semillas el factor más trascendente (Hoces, 1988). A igual profundidad de siembra y textura de suelo, las semillas más grandes germinan primero que las de menor tamaño (Escobar y Peña, 1985). En especies exóticas, que no requieran más de una temporada en vivero, se ha establecido que diferencias superiores a 21 días en la emergencia entre un tamaño y otro de semillas producen diferencias altamente significativas en crecimiento de altura y diámetro al momento de la cosecha (Escobar y Peña, 1985). Cuando la diferencia en tiempo de emergencia no supera los 7 días, las plantas al final del período se igualan en crecimiento para ambas variables.

Actualmente la mayoría de los viveristas coinciden en señalar que, previo a la siembra, las semillas deben ser seleccionadas por calibre y que una profundidad adecuada de siembra, para cada tamaño, permite tener germinaciones homogéneas en vivero.

Densidad de cultivo. La densidad, entendida como el espacio vital disponible por una planta para su desarrollo en vivero, es un factor determinante en la calidad de ésta (Burschel y Martínez, 1968; Dunn *et al.*, 1972; Duryea, 1984; Salinas, 1967). Tradicionalmente se entiende a la densidad de cultivo como el número de individuos por unidad de superficie y ello puede inducir a error al usuario, por cuanto, además de lo anterior, lo importante es la distancia entre plantas, la que debe ser lo más regular posible (Duryea, 1984).

El espaciamiento entre plantas afecta el comportamiento de una serie de atributos morfológicos, tales como diámetro de cuello, peso del sistema radicular secundario, peso del tallo, área foliar, biomasa y cualidades fisiológicas, como nivel de nutrientes en el follaje y grado de lignificación de las plantas.

Los distintos suelos tienen diferente potencial de producción y, por lo tanto, diversa densidad de cultivo para una especie en particular. Cada viverista, de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas del vivero y características deseables del material a producir, debe fijar la densidad óptima de cultivo para cada especie.

Además de los aspectos de siembra señalados existen otras labores culturales, en vivero, que afectan las propiedades morfológicas y fisiológicas de las plantas, tales como riego, fertilización,

condicionamiento y manejo de la intensidad luminosa.

LABORES CULTURALES QUE AFECTAN LOS ATRIBUTOS MORFOLOGICOS Y FISIOLOGICOS DE LAS PLANTAS EN VIVERO

Comportamiento del crecimiento. Para el manejo adecuado de cada una de las labores culturales en particular y de sus interacciones es previo conocer el comportamiento respecto a crecimiento de la especie a la cual se le desea aplicar la labor cultural. Ello permitirá al viverista, por relaciones con aspectos básicos de cada labor en particular determinar por ejemplo: cuándo y cómo regar; cuándo fertilizar; en qué momento iniciar el proceso de acondicionamiento y la necesidad o no de disminuir la intensidad luminosa.

En el vivero experimental del Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción se han desarrollado trabajos exploratorios tendientes a observar el comportamiento del crecimiento en altura, diámetro de cuello y elongación de las hojas de diferentes especies nativas. Se ha podido constatar, por ejemplo, que las especies *Drimys winteri*, *Embothrium coccineum*, *Gevuina avellana*, *Laurelia sempervirens*, *Lomatia hirsuta*, *Nothofagus alpina*, *N. dombeyi*, *N. glauca*, *N. pumilio*, *N. obliqua* y *Maytenus boaria* logran las máximas tasas de crecimiento en altura y desarrollo del follaje cuando la radiación solar es más alta, para decrecer, gradualmente, en el resto del período de crecimiento. El diámetro de cuello logra tasas máximas de incremento 2 a 3 semanas más tarde. También se ha observado que algunas especies presentan un comportamiento diferente según se trate de plantas 1-0, 2-0 ó 1-1. Por ejemplo, *M. boaria*, en una segunda temporada de vivero, mantiene tasas crecientes de incremento en altura por un período más prolongado. *Persea lingue* y *Aextoxicon punctatum* logran mayores tasas de crecimiento en altura y diámetro después del período en que se producen las mayores tasas de radiación luminosa.

Manejo del riego. Conocida es la importancia del agua en los distintos procesos fisiológicos de las plantas y el lector dispone de una gran cantidad de literatura atinente al tema si desea profundizar al respecto. La información es abundante también respecto de la forma, oportunidad y cantidad de agua que se debe aplicar, artificialmente, a cultivos agrícolas u hortofrutícolas, pero es muy escasa para el cultivo específico de plantas forestales y más aún para nuestras especies nativas.

Toda persona que desee aplicar, artificialmente, agua a un cultivo, debe plantearse al menos las siguientes preguntas: ¿cómo regar?, ¿cuándo regar? y ¿cuánto regar?

La respuesta a la primera pregunta de alguna manera la tienen resuelta la mayoría de los grandes viveros que actualmente existen en el país. Utilizan riego por aspersión, que tiene una serie de ventajas comparativas respecto a otros métodos factibles de utilizar en vivero, tales como mayor eficiencia en el aprovechamiento del agua, menor requerimiento de mano de obra, menor posibilidad de dispersión de algunos hongos del suelo altamente patógenos y la posibilidad de utilizar el agua como vehículo de transporte para la aplicación de pesticidas y fertilizantes.

Los requerimientos de manejo y riego de especies vegetales están condicionados por factores del suelo, planta y atmósfera. Cada especie tiene requerimientos y rangos particulares para desarrollarse en forma óptima. Es previo, a la aplicación del agua, conocerlos para realizar una adecuada planificación del riego, de tal manera que éste permita un aprovechamiento máximo de los fertilizantes y pesticidas que se aplican al cultivo (Jara *et al.*, 1987).

Analizar detalladamente cada factor en particular y sus interacciones resulta imposible de hacer en este documento. En todo caso es necesario recordar que para determinar cuándo regar es básico conocer el grado de eficiencia, al uso del agua, que una especie tenga a distintos contenidos de humedad en el suelo. Por ejemplo, *Eucalyptus globulus* parece ser menos eficiente al uso de agua que *Pinus radiata* y *E. nitens*. También es importante conocer el uso consumo de la especie, entendido como el agua evapotranspirada más la almacenada en los tejidos (Aruta, 1982). Para algunos viveros se ha recomendado el empleo de la bandeja de evaporación del tipo A del Servicio Agrometeorológico Norteamericano, cuyo fundamento está en que la evaporación que en ella se produce es similar a la evapotranspiración que ocurre en un cultivo con 100% de cobertura, con buen estatus nutricional, sanitariamente bueno y con adecuada disponibilidad de agua en el suelo (Jara *et al.*, 1987). El producto de la lectura de la bandeja por la constante de cultivo (Kc) proporciona un valor muy aproximado del volumen de agua consumida en el suelo en un período dado de tiempo. La constante de cultivo es una escala de 0 a 1, que se asocia a distintos grados de cobertura de un cultivo (Jara *et al.*, 1987).

Con respecto al suelo, es importante conocer la capacidad de almacenaje de agua que éste tenga en un perfil determinado o humedad aprovechable, la que está determinada por la diferencia entre capacidad de campo (CC) y punto de marchitez

permanente (PMP). La relación entre humedad aprovechable y agua evaporada (lectura de bandeja) indica el número de días que ha de transcurrir para que se produzca el agotamiento del agua disponible en el suelo.

Para determinar cuánto regar, el viverista debe conocer la pluviometría del equipo y la uniformidad con que éste aplica el agua. Se estima adecuado un coeficiente de uniformidad del 80%. Otro aspecto importante para resolver cuánto regar es el tiempo que el equipo debe permanecer regando y ello está determinado por la pluviometría de éste y el déficit de agua que haya en el suelo, que depende de la evapotranspiración (Jara *et al.*, 1987).

Fertilización. El cultivo de vivero es eminentemente extractante de los nutrientes del suelo: junto con la cosecha de plantas se está extrayendo toda su producción biológica. Lo anterior obliga al viverista a agregar nutrientes al suelo para restituir lo que la planta extrae y lograr los niveles adecuados para una especie determinada.

Antes de decidir cualquier aplicación de algún elemento al suelo es previo conocer la cantidad requerida por el cultivo, la fuente más adecuada para proporcionarlo y cómo evolucionan los nutrientes en la planta para determinar cuándo aplicarlos.

La cantidad de nutrientes que un cultivo extrae está determinada por sus requerimientos específicos, disponibilidad de ellos en el sustrato, manejo del riego y densidad de cultivo, entre otros.

Distintas especies tienen diferente grado de eficiencia al aprovechamiento de un elemento determinado, según la forma en que éste se le entregue. En trabajos exploratorios se ha observado, por ejemplo, que pino radiata logra un mejor aprovechamiento del nitrógeno cuando este elemento se le proporciona en forma amoniacal que cuando se le entrega en la forma de nitrato potásico.

En estudios de fertilización interactuando con riego, para especies del género *Eucalyptus*, se ha determinado que altas frecuencias de riego disminuyen el contenido de nutrientes en el follaje y que bajas frecuencias, regando a punto de marchitez permanente, pueden afectar significativamente la eficiencia en la absorción de nutrientes en *E. globulus*, pero no en *E. nitens*.

Para definir cuándo fertilizar se ha utilizado como metodología básica la evolución estacional de nutrientes, a través de análisis fitoquímicos periódicos de distintos tejidos de las plántulas (Chiang y Toloza, 1978; Kosche, 1977). El método señalado postula que si un elemento determinado, involucrado en crecimiento, se encuentra en mayor concentración en un tejido típico de reserva de la planta, al agregarlo, ésta no lo tomará o el aprove-

chamiento que haga de él será mínimo (González *et al.*, 1984). La metodología señalada ha permitido, además, conocer la oportunidad en que la mayoría de los elementos esenciales se encuentran en mayor concentración en el follaje de las plantas y, por lo tanto, el momento más adecuado para efectuar el muestreo para un análisis foliar (González *et al.*, 1988). También se ha podido determinar el equilibrio nutritivo óptimo de las plántulas y correlacionar evolución nutricional de éstas con crecimiento (Chiang y Toloza, 1978; Kosche, 1977), información que ha sido de vital importancia para el manejo del estatus nutricional de la producción de un vivero a través de la interacción riego-fertilización- acondicionamiento.

Acondicionamiento. El conjunto de labores que manipulan el sistema radicular de las plantas en vivero y, en algunas ocasiones, su parte aérea, es el que se denomina acondicionamiento o preparación de plantas para plantación. Autores nacionales y extranjeros han analizado, en detalle, los efectos de esta labor cultural en el comportamiento de las plantas en terreno y las modificaciones que origina en los atributos morfológicos y fisiológicos de las plantas en vivero (Bernath, 1940; Dorsser y Rook, 1972; Duryea, 1984; Escobar y González, 1987; Escobar *et al.*, 1977; Rook, 1971; Sánchez, 1987; Stoeckeler y Jones, 1957).

Después de 20 años de utilizar el acondicionamiento como herramienta rutinaria en producción artificial de plantas se puede establecer que antes de aplicarlo a escala operacional en una especie dada se debe tener claramente definido el tipo de planta que se desea obtener, de manera tal que se pueda definir exactamente el momento de inicio de la labor, esquema a utilizar y manejo de las interacciones con otras labores culturales, con el objeto de generar un material con un alto potencial de supervivencia y crecimiento inicial en un sitio determinado.

La respuesta de la planta al acondicionamiento es muy diferente, según sea la etapa de desarrollo en que ésta se encuentre al momento de iniciar el proceso. Muchas especies nativas y exóticas detienen significativamente su crecimiento en altura y diámetro cuando el acondicionamiento se inicia antes que se produzca la etapa de máximo incremento en altura. Posterior a esta etapa, una disminución significativa del crecimiento en altura ocurre pero no en diámetro, permitiendo con ello producir plantas con una mejor relación altura/diámetro.

Una alta disponibilidad de agua o nutrientes en el suelo obliga a utilizar esquemas más rigurosos en la manipulación del sistema radicular (Escobar y Rivera, 1985). Rigurosidad que puede estar dada

por la etapa de desarrollo en que se inicia el proceso, profundidad de corte de la raíz principal y frecuencia de las labores de descalce.

Distintas especies muestran diferentes reacciones a las labores de manipulación del sistema radicular. *Q. saponaria*, por ejemplo, tiende a proliferar un sistema radicular fibroso sólo en el tercio inferior de la raíz principal; *G. avellana* y *P. lingue*, en un alto porcentaje, forman un callo poderoso en la zona de corte de la raíz principal, similar al que forma *E. nitens*; *Acacia caven* y *Cryptocarya alba* tienen una alta mortalidad si la humedad del suelo no se mantiene cercana a la capacidad de campo.

Luminosidad. Una gran cantidad de viveristas utilizan semisombra en la producción de plantas de distintas especies. Esta labor cultural prescribe utilizarla para disminuir la temperatura superficial del suelo, pérdida de agua del suelo y para proteger las plántulas de algunas especies, cuyo follaje es sensible a altas intensidades luminosas en sus primeros estados de crecimiento.

La disminución artificial de la intensidad luminosa en el cultivo de vivero normalmente genera plantas con menor sistema radicular, mayor valor de la relación altura/diámetro y menor lignificación (Aguilera y Fehlandt, 1981; Lema, 1987). Además, en algunas especies se producen efectos negativos en los pesos secos de tallo y en raíces de diferentes dimensiones y mayores valores de superficie foliar específica (Escobar y Espinosa, 1988), factores que determinan que la planta sea menos resistente a situaciones de estrés hídrico.

Trabajos exploratorios realizados en el vivero experimental de la Universidad de Concepción, con diferentes especies del género *Nothofagus*, han mostrado que la producción a plena luz genera plántulas más equilibradas que cuando se producen con una disminución de un 50% de la intensidad luminosa. Para las condiciones de luminosidad de Chillán es necesario utilizar semisombra en la producción de *A. punctatum* y *C. alba*, para atenuar daño por sol al follaje, disminuir la intensidad de daño por *Macrophomina phaseolina* y estimular el crecimiento en altura.

Plagas y enfermedades en vivero. En el país no existen estudios que analicen el comportamiento de las especies nativas respecto de los distintos agentes de caída de plántulas en vivero. Se desconoce la tolerancia de las distintas especies a los diversos fungicidas que se utilizan para el control de esta enfermedad. Por otra parte, se reconoce que Chile es un país con uno de los potenciales más altos de daño por "dumping-off" en el mundo, situación que le otorga características muy espe-

ciales a su control (González, 1989*). Situación similar a lo anterior ocurre cuando se analiza el problema de control químico de malezas en vivero.

En el Centro de Recolección y Diagnóstico de la Universidad de Concepción se ha detectado una diversidad de problemas causados por hongos en

distintas especies creciendo en vivero (tabla 1) y pulgones en *Q. saponaria*.

Los antecedentes aportados por el Centro de Recolección y Diagnóstico son una evidencia del potencial de problemas sanitarios que deberán enfrentar los viveristas en la producción de plantas de especies nativas.

TABLA 1

Agente de daño y especies nativas afectadas en vivero*.

Damage agent and native species affected in the nursery.

Agente de daño	Especies
Dumping-off	<i>Nothofagus dombeyi</i> , <i>Eucryphia glutinosa</i> , <i>N. glauca</i> , <i>Laurelia sempervirens</i> , <i>N. pumilio</i> , <i>Persea lingue</i> , <i>Embothrium coccineum</i> , <i>N. antarctica</i> , <i>Aextoxicon punctatum</i> , <i>Quillaja saponaria</i> , <i>Lomatia hirsuta</i> , <i>N. alpina</i> , <i>N. obliqua</i> , <i>Laurelia philippiana</i> , <i>Eucryphia cordifolia</i> .
<i>Cytospora</i> sp.	<i>N. alpina</i> .
<i>M. phaseolina</i>	Todos los de caída más <i>Araucaria araucana</i> , <i>Gevuina avellana</i> , <i>Drimys winteri</i> , <i>Acacia caven</i> , <i>Schinus pilygamus</i> , <i>Lithraea caustica</i> , <i>Legrandia coccinea</i> , <i>Maytenus boaria</i> , <i>Aristolelia chilensis</i> , <i>Sophora mycrophylla</i> , <i>S. macrocarpa</i> , <i>N. alessandrii</i> .
<i>Oidium</i> sp.	<i>N. alpina</i> , <i>E. coccineum</i> , <i>M. boaria</i> , <i>S. polygamus</i> .
<i>Pestalotia</i> sp.	<i>N. alpina</i> .
<i>Phomopsis</i> sp.	<i>N. alpina</i> , <i>N. obliqua</i> .
<i>Phyllosticta</i> sp.	<i>G. avellana</i> .
<i>Pytophthora</i> sp.	<i>G. avellana</i> , <i>N. alpina</i> , <i>N. alessandrii</i> .

* Centro Regional de Recolección y Diagnóstico Universidad de Chile, Chillán.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores Gastón González V. y Miguel Espinosa B., por los antecedentes que aportaran al trabajo y su participación en la revisión.

* Gastón González V., Universidad de Concepción, Departamento de Ciencias Forestales, Chillán; comunicación personal.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, L. y FEHLANDT, A. 1981. *Desarrollo inicial de Nothofagus alpina (Poepp. et Endt) Oerst., Nothofagus obliqua (Mirb.) Bl. y Nothofagus dombeyi (Mirb.) Bl. bajo tres grados de sombra*. Tesis. Fac. Ing. Forestal, Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile, 101 pp.
- ARUTA, F. 1983. *Determinación de uso consumo de viveros de Pinus radiata D. Don*. Tesis. Depto. Ing. Forestal, Univ. de Concepción, Chillán, Chile, 51 pp.
- BERNATH, E. 1940. "El cultivo del pino, el álamo y el *Eucalyptus*", *Zig-Zag*, S.A. Santiago, Chile, 184 pp.

- BURSCHEL, P. y MARTINEZ, O. 1968. *Ensayo sobre la influencia de densidad y fertilización en la producción de plantas de Pinus radiata D. Don*. Public. Cientif. 11. Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile, 22 pp.
- CHIANG, A. y TOLOZA, T. 1978. *Fertilización con NPK en Viveros de Pino Insigne* (Pinus radiata D. Don). Tesis. Univ. de Chile, Facultad de Ciencias Químicas, Santiago, Chile, 36 pp.
- DE LA MAZA, G. y URRUTIA, J. 1988. "Ensayo sobre técnicas de establecimiento de *Eucalyptus* en la zona de Nacimiento, VIII Región". En: CORFO-INFOR (ed.) *Simposio Manejo Silvícola del género Eucalyptus*. Viña del Mar, Chile.
- DORSSER, VAN, J.C. y ROOK, D.A. 1972. "Conditioning of radiata pine seedlings by undercutting and wrenching. Description of methods, equipment and seedlings response", *New Zealand J. of Forestry* 17(1): 61-73.
- DUNN, F.; RODRIGUEZ, M. y SOTO, M. 1972. *Situación y manejo de los viveros de pino insigne* (Pinus radiata D. Don) en Chile. Tesis. Fac. Ing. Forestal, Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile, 112 pp.
- DURYEA, M. 1984. "Nursery cultural practice: Impacts on seedling quality". In: DURYEA, M. and LANDIS, T. (eds.). *Forest nursery manual. Production of bareroot seedlings*. Martinus Nijhoff/W. Junk. Hague/Boston/Lancaster Org., St., Univ. Corvallis, Oregon, USA, pp. 143-164.
- DURYEA, M. y LANDIS, T. 1984. *Forest nursery manual. Production of bareroot seedlings*. Martinus Nijhoff/W. Junk. Hague Oregon. St. Univ. Corvallis, Oregon, USA, 385 pp.
- DURYEA, M. 1985. *Evaluating seedlings quality: principles, procedures, and predictive abilities of major test*. For. Res. Lab. Org., St. Univ. Corvallis, USA. 143 pp.
- ESCOBAR, R. y GONZALEZ, C. 1987. "Evolución de nutrientes en plantas de pino radiata durante el acondicionamiento". En: CIEF. *Simposio sobre silvicultura y mejoramiento genético de especies forestales*. Buenos Aires, Argentina. Vol. IV: 205-218.
- ESCOBAR, R. y ESPINOSA, M. 1988. "Efecto de la condición de luz en la producción de plántulas de *Eucalyptus globulus* a raíz desnuda y cubierta". En: CORFO-INFOR (eds.) *Simposio Manejo Silvícola del género Eucalyptus*. Viña del Mar, Chile, IX, 19 pp.
- ESCOBAR, R.; ESPINOSA, M. y MEDINA, G. 1977. *Efectos de poda y descalce de raíces en el desarrollo de pino insigne* (Pinus radiata D. Don). Boletín de Investigación CCFI Univ. de Concepción, Centro de Ciencias Forestales. Chillán, Chile, 16 pp.
- ESCOBAR, R. y PEÑA, E. 1985. "Efecto del tamaño de semillas en la velocidad de emergencia y tamaño final de plantas de Pino radiata" En: OLIVARES B. y MORALES, E. (eds.) *Pinus radiata: Investigación en Chile*. Univ. Austral de Chile. Valdivia, Chile, pp. 98-104.
- ESCOBAR, R. y PEÑA, E. 1985. "Sobrevivencia y crecimiento inicial de 6 tipos diferentes de plantas de pino radiata en suelos de distintas texturas". En: OLIVARES, B. y MORALES, E. (eds.). *Pinus radiata: Investigación en Chile*. Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile, pp. 118-127.
- ESCOBAR, R. y RIVERA, J. 1985. "Efecto de diferentes esquemas de acondicionamiento en el crecimiento de pino radiata en vivero de alta humedad natural". En: OLIVARES, B. y MORALES, E. (eds.). *Pinus radiata: Investigación en Chile*. Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile, pp. 128-139.
- GONZALEZ, C.; ESCOBAR, R.; GONZALEZ, G. y MILLAN, J. 1984. Patrones nutricionales para *Pinus radiata D. Don* en Chile. En: Cuarto Simposio Nacional de las Ciencias del Suelo. Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile, Vol. 1.
- GONZALEZ, C.; ESCOBAR, R. y LACHICA, M. 1988. "Evolución estacional de elementos nutritivos minerales en pino radiata", *Agrochimica*, Vol. 32 (1): 63-72.
- GUZMAN, M. 1984. *Efecto del tipo de planta y herramienta de plantación en el crecimiento inicial y sobrevivencia de pino insigne*. Tesis. Inst. Sup. de Agr. Osorno, Chile, 39 pp.
- HOSES, A. 1988. *Efecto de la textura de suelo, tamaño de semilla y profundidad de siembra en la velocidad de emergencia de semilla de Pino oregon*. Tesis. Univ. de Concepción, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Chillán, Chile, 30 pp.
- JARA, J.; HOLZAFEL, E. y VALENZUELA, A. 1987. "Diseño de métodos de riego: información básica", *Boletín Ext.* 25. Univ. de Concepción, Depto. Ing. Agr., Chillán, Chile, 148 pp.
- KOSCHE, R. 1977. *Evolución estacional y movilidad interna de los nutrientes minerales en plantas de Pinus radiata D. Don*. Tesis. Univ. de Chile, Facultad de Ciencias Químicas, Santiago, Chile, 32 pp.
- LEMA, M. 1987. *Epoca de siembra y efecto de semisombra en la producción de plantas de Eucalyptus globulus Labill ssp. globulus 1-0 a raíz desnuda*. Tesis. Univ. de Concepción, Fac. Cs. Agrop. y For., Depto. Cs. Forestales, 103 pp.
- MELLADO, C. y SOTO, L. 1974. *Efecto de la calidad de plantas y técnicas de plantación en el prendimiento y desarrollo del pino insigne* (Pinus radiata D. Don) en la zona de arenales. Tesis. Univ. de Concepción, Carrera Téc. Forestales, Los Angeles, Chile, 20 pp.
- PEREZ, V. y SILVA, J. 1972. *Desarrollo de una plantación de pino insigne* (Pinus radiata D. Don) en los tres primeros periodos vegetativos. Tesis. Fac. Ing. Forestal, Univ. Austral de Chile. Valdivia, Chile, 77 pp.
- ROOK, A.D. 1971. "Effect of undercutting and wrenching on growth of *Pinus radiata D. Don* seedlings", *J. Appl. Ecol.* 8: 477-490.
- ROS, R. 1970. *Influencia de fertilización, calidad de plantas, técnicas y fecha de plantación en el desarrollo de pino insigne* (Pinus radiata D. Don). Tesis. Fac. Ing. Forestal, Chile. Univ. Austral de Valdivia, Chile. 76 pp.
- SALINAS, L. 1967. *Investigación sobre la productividad de algunos viveros en Chile en relación a la cantidad y calidad de las plantas de pino insigne* (Pinus radiata D. Don). Tesis. Fac. Ing. Forestal, Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile, 77 pp.
- SANCHEZ, V. 1987. *Esquemas de acondicionamiento en plantas de Eucalyptus globulus Labill, ssp. globulus 1/0 producidas a raíz desnuda*. Tesis. Univ. de Concepción, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Chillán, Chile, 86 pp.
- STOECKELER, J. y JONES, G. 1957. *Forest nursery practice in the Lake State*. Agric. Handbook 110. For. Serv. U.S., Dpt. of Agric, 124 pp.
- THOMPSON, B.E. 1984. "Establishing a vigorous nursery crop: Bed preparation, seed sowing and early seedling growth". In: DURYEA, M. y LANDIS, T. (eds.). *Forest nursery manual. Production of bareroot seedlings*. M. Nijhoff/W. Junk. Hague, Oregon St. Univ. Corvallis, Oregon, USA, pp. 41-52.