



**IPNI**  
INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE

INSTITUTO INTERNACIONAL  
DE NUTRICIÓN DE PLANTAS

WWW.IPNI.NET

PROGRAMA LATINOAMERICA - CONO SUR



DICIEMBRE  
2008

## CONTENIDO

- MANEJO INTENSIVO AL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES
- EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO ASOCIADAS CON EL USO DE FERTILIZANTES
- FERTILIZACIÓN EN LENTEJA - SOJA DE 2º
- ROTACIONES ALTERNATIVAS DE CULTIVOS EN LA REGION SEMIARIDA DE EE.UU.
- RESPUESTA A N Y EFICIENCIA DE USO DE AGUA EN MAIZ
- FERTILIZACION DE PASTURAS Y RELACIONES DE PRECIOS INSUMO-PRODUCTO

## MANEJO INTENSIVO AL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES DE PINUS SP. Y EUCALYPTUS SP. EN CHILE Y ARGENTINA

Rafael Rubilar<sup>1</sup>, Thomas Fox<sup>2</sup>, Lee Allen<sup>3</sup>, Tim Albaugh<sup>3</sup> y Colleen Carlson<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cooperativa de Nutrición Forestal para América Latina, Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Chile. <sup>2</sup> Cooperativa de Nutrición Forestal, Departamento Forestal, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA. <sup>3</sup> Cooperativa de Nutrición Forestal, Departamento de Recursos Naturales, North Carolina State University, USA.

[rrubila@unity.ncsu.edu](mailto:rrubila@unity.ncsu.edu)

**El manejo integrado en cuanto a elección de especies y genotipos y las mejores prácticas de manejo silvícolas permiten maximizar la rentabilidad del sitio. Este artículo discute estos aspectos para el establecimiento de plantaciones en Chile y Argentina.**

### Introducción

En Chile y Argentina se han establecido más de 3 millones de hectáreas de plantaciones forestales de especies exóticas manejadas intensivamente (Ibañez et al., 2004; SAGPyA, 2006). Las principales especies incluyen *Pinus radiata*, *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* entre las especies del género *Pinus*, y *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus grandis* entre las especies del género *Eucalyptus*. La industria forestal ha seleccionado estas especies en base a las propiedades de su fibra y sus altas tasas de crecimiento. Rotaciones de entre 7 a 15 años son actualmente manejadas con objetivos pulpables, y de 15 a 28 años con objetivos



Plantaciones forestales en Valdivia (Chile).



Director: Dr. Fernando O. García

INSTITUTO INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN DE PLANTAS

PROGRAMA LATINOAMERICA - CONO SUR

Av. Santa Fe 910

(B1641ABO) Acassuso – Argentina

Tel/Fax (54) (011) 4798-9939

E-mail: [fgarcia@ipni.net](mailto:fgarcia@ipni.net)

Sitio Web: [www.ipni.net/lasc](http://www.ipni.net/lasc)

Propietario: International Plant Nutrition  
Institute (IPNI)

ISSN 1666 - 7115

No. de Registro de Propiedad Intelectual: 687220

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre  
y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

Diseño: [www.agroeditorial.com.ar](http://www.agroeditorial.com.ar) - [amatthiess@amatthiess.com.ar](mailto:amatthiess@amatthiess.com.ar)

Impresión: Grancharoff Impresores



## Contenido:

Manejo Intensivo al Establecimiento de Plantaciones Forestales de Pinus sp. y Eucalyptus sp. en Chile y Argentina	1
Mejores Prácticas de Manejo para Minimizar las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero asociadas con el Uso de los Fertilizantes	7
Fertilización en Lenteja - soja de 2°	
Fuentes de fertilizantes y efecto residual en soja de 2°	11
Rotaciones alternativas de cultivos en la región semiárida de las grandes llanuras de EE.UU.	13
Respuesta a la fertilización nitrogenada y eficiencia en el uso del agua en el cultivo de maíz según nivel hídrico	17
Fertilización de Pasturas: Respuesta y Relación de Precios para la Producción de Carne y Leche	21
Publicaciones y Congresos	26

aserrables (madera estructural, madera libre de nudos y debobinable). El éxito alcanzado por los programas de forestación y el crecimiento de la industria forestal en ambos países ha contado con el desarrollo paralelo de programas tecnológicos intensivos. Durante los últimos 20 años, programas de investigación cooperativo de carácter nacional e internacional, enfocados en silvicultura intensiva específica al sitio y mejoramiento genético, han permitido aumentar la productividad de las plantaciones entre un 20 a 50%, y/o reducir las edades históricas de rotación en 2 a 5 años. Se presenta a continuación una síntesis de las principales estrategias utilizadas en el desarrollo de programas de establecimiento, que se han venido desarrollando en los últimos 20 años en ambos países, con énfasis en técnicas de silvicultura específica al sitio para el establecimiento de plantaciones forestales manejadas intensivamente.

### Selección de Especies

Una de las condiciones necesarias para maximizar la productividad de plantaciones forestales manejadas intensivamente consiste en la correcta selección de especie para un "sitio" determinado acorde a los objetivos de producción. En la selección de la especie se deben considerar condiciones climáticas y de suelo, además de potenciales problemas de plagas y enfermedades actuales y potenciales.

### Programas de Mejoramiento Genético

Programas Intensivos de mejoramiento genético han enfocado sus esfuerzos en la selección de plantas de alto valor genético a partir de ensayos de progenie.

Huertos semilleros, con material seleccionado inclusive de segundas y terceras generaciones de selección, son manejados por medio de polinización artificial cerrada (hermanos completos) o abierta (medios hermanos) para la obtención de semilla de alta ganancia genética. Alternativamente, la propagación del material genético de alto valor es desarrollada por medios de propagación vegetativa. Sin embargo, el mayor impacto de los programas de mejoramiento genético ha sido en la mayor calidad de la materia prima para su procesamiento industrial. Ganancias en la densidad básica y calidad de fibra pulpable, así como también en las características de las trozas para aserrío (ej: rectitud fustal) han generado grandes aumentos de valor de cada unidad de volumen o biomasa producida (McKeand y Allen, 2005).

### Producción de Plantas

El proceso de producción de plantas para plantaciones forestales manejadas intensivamente requiere considerar etapas clave como un adecuado proceso de viverización que permita realizar la selección del tipo de planta acorde a la temporalidad y condiciones del sitio donde se planifica establecer la especie (May, 1984; Morris y Campbell, 1991; Mason 2004). Diferentes esquemas de viverización (raíz desnuda y raíz cubierta) para material de semilla o proveniente de estacas generan diferentes estructuras de sistema radical, masa y succulencia foliar, además de las condiciones nutricionales iniciales al establecimiento. Estas características condicionan la mayor o menor resistencia de las plantas a ataques de plagas e insectos, condiciones de estrés hídrico, y daños por heladas o viento.

Las características del tipo de suelo inciden en la selección del tipo de planta a producir, considerando en conjunto los métodos de preparación de suelo y plantación. Para suelos que no presenten propiedades físicas restrictivas, o sin limitaciones hídricas o de fertilidad, el uso de plantas producidas a raíz desnuda o en contenedores no es de importancia (Mason, 2004). En suelos de baja retención de humedad, sujetos a condiciones de estrés hídrico post-plantación, el uso de plantas producidas en contenedores es deseable. Finalmente, uno de los aspectos más críticos para lograr un buen desarrollo posterior de las plantas post-salida del vivero, consiste en minimizar el tiempo de transporte y condiciones de estrés de las plantas antes de ser establecidas.

## Establecimiento de Plantaciones

A continuación se revisan las principales estrategias utilizadas y los criterios de selección de técnicas de establecimiento para plantaciones manejadas intensivamente:

### Preparación de Sitio

Esta etapa considera la adecuada manipulación de los desechos de la rotación anterior, a excepción de trabajos de drenaje en sitios con exceso de humedad, preparación de cubiertas de mulch en sitios con restricciones hídricas, y establecimiento de especies fijadoras de nitrógeno en sitios de muy baja fertilidad. Sitios de menor fertilidad requieren favorecer la mantención e incorporación de la materia orgánica para maximizar la disponibilidad de recursos nutricionales. Variados estudios han demostrado que entre un 5 a 50% del nitrógeno del sitio puede estar almacenado en los residuos provenientes de la cosecha anterior (Rubilar, 2005). Sin embargo, un alto volumen de desechos puede limitar la operación y efectividad de la preparación de suelo y el adecuado desarrollo del sistema radical de las plantas.

En sitios de menor fragilidad con altos niveles de materia orgánica del suelo, la quema controlada puede ser utilizada como estrategia de reducción de desechos. Sin embargo, dadas las actuales regulaciones ambientales, la quema de desechos no es considerada una opción extensiva. Complementariamente, en suelos de bajo tenor de materia orgánica, el picado de desechos por medio de trituración mecánica ha sido implementado como estrategia de menor impacto en el ciclaje de nutrientes.

La necesidad de realizar preparación de suelo debe ser considerada en conjunto con las tasas de crecimiento potencial. Respuestas en sobrevivencia y uniformidad del rodal son de gran importancia, inclusive cuando las respuestas en crecimiento sean de menor

magnitud. Es esencial considerar reducciones en los costos de plantación y en la evaluación económica de las respuestas a la preparación de sitio.

### Control de Vegetación Competidora

Una de las técnicas silvícolas de mayor importancia en el manejo intensivo de plantaciones forestales corresponde a reducir el impacto por recursos del sitio generado por la vegetación competidora (Watt et al., 2003; Albaugh et al., 2004). El control de competencia en muchas situaciones puede definir la rentabilidad económica de una plantación al afectar tanto la sobrevivencia como el crecimiento de la plantación (Garau et al., 2006). La magnitud de respuesta o ganancia económica del control de malezas esta modulada por las características del sitio y de las especies competidoras principales. Sitios donde existe una alta disponibilidad de recursos hídricos, y donde no existen grandes limitaciones nutricionales, generan una respuesta de menor magnitud en crecimiento comparada a la respuesta encontrada en sitios con limitaciones de recursos (Albaugh et al., 2004; Rubilar, 2005; Rubilar et al., 2008). La mantención de un adecuado control de malezas en los primeros años de desarrollo permite la captura del potencial natural del sitio por parte de la plantación y su posterior desarrollo libre de mayores interferencias (Albaugh et al., 2004; Rubilar, 2005).

Respecto a la mejor estrategia de control de especies competidoras, considerando intensidad y duración, esta presenta alta especificidad. En el caso de especies del género *Eucalyptus* o material genético del género *Pinus* con altas tasas de crecimiento, se requiere de un intensivo control de malezas que acompañe hasta el cierre de copas del cultivo dada la alta demanda de recursos (Pezzutti y Caldato, 2004). Sin embargo, para especies del género *Pinus*, se han observado una mayor gama de situaciones dada su menor demanda y mayor tolerancia a condiciones de competencia (Pezzutti, 2000; Rubilar, 2005).

### Fertilización

El uso de fertilizantes al establecimiento de plantaciones manejadas intensivamente, dado un adecuado control de malezas, es una herramienta clave para



**Figura 1.** Preparación de sitio en fajas en terrenos en pendientes (izquierda) y quema de desechos de cosecha (derecha).

el aumento de la productividad forestal de especies de rápido crecimiento en Argentina y Chile.

Gran parte de los fundamentos para el desarrollo de extensivos programas de fertilización han sido inicialmente desarrollados en base a experiencias internacionales. Beneficios de la fertilización al establecimiento de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* en suelos con mal drenaje, y deficientes en fósforo (P), localizados en la planicie costera baja del sudeste de los EE.UU., son ampliamente reconocidos. Las respuestas observadas en estos sitios pueden alcanzar entre 3 a 4 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> año, representando cerca de un 100% de ganancia sobre plantaciones no fertilizadas a la edad de rotación (Allen y Albaugh, 2000). Del mismo modo, experiencias para *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *E. grandis* en Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica, han demostrado respuestas positivas a la fertilización (Wollons y Snowdon, 1981; Donald et al., 1987). La respuesta a la fertilización de plantaciones forestales establecidas intensivamente en Chile y Argentina ha sido variable y de incierta proyección en el tiempo (Alvarez et al., 1999). Las causas de tal variabilidad en las respuestas radican en una serie de factores donde se conjuga:

- baja demanda nutricional de algunas especies en etapas de desarrollo temprano y altos niveles de disponibilidad en el sitio,
- desconocimiento de las limitaciones nutricionales efectivas del sitio,
- pérdidas por volatilización (Kissel et al., 2004),
- interacción entre disponibilidad nutricional e hídrica dentro de la temporada de crecimiento.

En suelos Ultisoles y Alfisoles localizados en Argentina, respuestas de 10 a 30% en índice de volumen (d<sup>2</sup>\*h) para *Pinus taeda* a la fertilización fosforada aplicada al establecimiento han sido reportados por Fernandez et al. (1999) e Ibañez et al. (2004). Similares magnitudes de respuesta en crecimiento han sido reportadas para la fertilización fosforada al establecimiento de *E. grandis* (Lupi et al., 2000). Estudios detallados han relacionado la disponibilidad de P en el suelo con la productividad de *E. grandis* en estos sitios (Aparicio y Lopez, 1995). No existen amplios antecedentes respecto a fertilización con otros macro o micro elementos en plantaciones de *P. taeda* y *P. elliottii* manejadas intensivamente en Argentina. Fernandez et al. (1999) observaron una respuesta negativa a nitrógeno (N) y una interacción N\* potasio (K) para *P. taeda* en un suelo Kandiu-dalf.

En Chile, respuestas de 100% o más en crecimiento para la fertilización al establecimiento con boro (B), para una amplia variedad de sitios, han sido reportados exhaustivamente (Tollenaar, 1970; Toro y Gessel, 1999). Las mayores deficiencias están asociadas a suelos de origen granítico, metamórfico y de cenizas volcánicas antiguas de bajo contenido de B,

las cuales se intensifican en años secos (Gerding et al., 1985). Sin duda la adición de 2 a 3 g de B por planta es fundamental para lograr el establecimiento y adecuado desarrollo de *P. radiata* y *Eucalyptus* sp., dada su conocida deficiencia en la mayoría de los sitios donde se establecen estas especies (Toro y Gessel, 1999). De esta manera, la fertilización con B se ha transformado en una herramienta preventiva básica al establecimiento (Alvarez, 1999). Respuestas a otros microelementos, a pesar de ser testeadas, no han sido claramente reportadas en la literatura.

## Pinus

A pesar de que en la década de los 90 un alto porcentaje de plantaciones al establecimiento de *Pinus radiata* recibían fertilización completa con N, P, K y B, las respuestas para una gama de sitios han sido altamente variables. Respuestas a los 6 meses de 20% en índice de volumen (d<sup>2</sup>\*h) para fertilización con 100 g de N y 50 g de K en suelos metamórficos de la Cordillera de la Costa han mostrado nula expresión a los tres años de desarrollo (Rubilar, 1998). Estudios no publicados de Toro han mostrado respuestas al primer año de 13% a 43% en índice de volumen en suelos graníticos y de 11 a 23% en suelos de cenizas volcánicas recientes (trumao) con formulaciones de 80 a 100 g de N, 50 a 100 g de P y 25 g de B por planta. Experiencias de Alvarez et al. (1999), en diversos tipos de suelo, demostraron buenas respuestas (> 10% en índice de volumen) con dosis entre 100 a 200 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> para suelos deficientes. En el caso de N, existen pocas evidencias de respuestas a fertilización nitrogenada al establecimiento de *P. radiata* (Alvarez, 1999; Rubilar, 2005), sin embargo, es común observar un mayor crecimiento y homogeneidad de la plantación al primer año de crecimiento en suelos erosionados de primera rotación. Datos de Alvarez et al. (1999) para suelos Andisoles indican respuestas de 20% a la fertilización con 20 g de N por planta al primer y segundo año de la plantación, y de 160% a 200 g de P por planta al primer año. Respuestas diferenciadas de 10 a 40% a la fertilización al establecimiento de dos familias genéticas de *P. radiata*, a los tres años de crecimiento, han sido reportadas por Toro et al. (1998).

## Eucalyptus

En el caso de especies del género *Eucalyptus*, mezclas sitio específicas que consideran 70 a 350 g de principalmente N, P, K, y B, en combinaciones de uno o más elementos, han sido aplicadas desde la VI a la X regiones de Chile. Dosis de entre 50 a 100 g de N y 25 a 100 g de P por planta al establecimiento, y refertilizaciones al segundo y tercer año, han sido utilizadas exitosamente (Bonomelli y Suarez, 1999a, 1999b). Experiencias realizadas por Forestal Colcura

y Forestal Arauco en la aplicación de fertilizantes líquidos en casilla de plantación a *E. globulus*, junto con fertilización sólida, indican respuestas de 1 a 3 m de altura adicionales a los cuatro años de establecida la especie (Fuentes y Rebolledo, 1998). Sin embargo, respuestas económicamente no atractivas han sido encontradas para fertilización de *E. nitens* con roca fosfórica en suelos rojo arcillosos con alta pluviometría (Barrera, 2006). Bonomelli y Suarez (1999a, 1999b), aplicando una fertilización completa consistente en 50 g de N, 22 g de P, 42 g de K, 24 g de azufre (S), 12 g de magnesio (Mg) y 3.3 g de B al establecimiento, han reportado ganancias de entre 33% a 57% en biomasa total a los 3 años para *E. globulus* en Valle Central y Costa, y de 33% para *E. nitens* en Precordillera Andina a la misma edad. Las magnitudes de respuesta son coincidentes con investigación internacional (Pereira et al., 1989). En algunos sitios con presencia de heladas, se han reportado efectos negativos de la fertilización intensiva dado el estado de succulencia y susceptibilidad de tejidos de estas especies bajo condiciones de crecimiento acelerado (Geldres y Schlatter, 2004).

Deficiencias de elementos nutricionales en sitios forestales están altamente relacionadas al uso anterior del terreno y su grado de erosión. Suelos altamente erosionados, o abandonados debido a un intensivo y extractivo uso anterior agrícola, en muchos casos presentan buenas respuestas a la fertilización. Las actuales tendencias en los programas de fertilización al establecimiento son el desarrollo de programas de manejo nutricional específicos al sitio. En estos se consideran variables del potencial de crecimiento del material genético en un sitio con un clima determinado, las prácticas de manejo previas, además de propiedades físicas y químicas específicas de suelo.

### Combinación de Estrategias y Desafíos Futuros

Sin duda los beneficios de la combinación de preparación de suelo, control de malezas y fertilización son ampliamente aceptados (Nambiar, 1984; Mason y Milne, 1999), sin embargo, la adecuada selección de técnicas e intensidad silvícola debe ser evaluada en función de los retornos económicos esperados a la edad de rotación (Albaugh et al., 2004). Es fundamental en la evaluación económica a realizar, considerar integralmente las reducciones o aumentos de costos en plantación, replantes, controles de malezas adicionales, sobrevivencia y calidad de la madera producida, además de las posibles interacciones con vientos, heladas, plagas o enfermedades, que puedan ser exacerbadas por alguna mala selección de estrategias. Un aspecto de gran importancia en el éxito de un programa de silvicultura específica al sitio lo constituye la oportunidad de ejecución de las ope-

raciones silvícolas, las cuales deben ser planificadas y ejecutadas en sus ventanas de aplicación apropiadas para lograr las respuestas esperadas.

El establecimiento de plantaciones forestales requiere de inversiones de largo plazo, por lo cual es crucial predecir respuestas específicas al sitio para poder realizar decisiones de manejo que sean efectivas en costo y económicamente rentables (Mason y Milne, 1999).

De esta manera dentro de los mayores desafíos que enfrenta el establecimiento intensivo de plantaciones forestales se plantea la correcta definición de especies y genotipos junto con la adecuada combinación de técnicas silvícolas que permitan maximizar la rentabilidad del sitio de una manera sustentable o ecológicamente aceptable. El uso de sistemas de silvicultura de precisión apoyados por información de sensores remotos y programas de modelamiento espacial de información son herramientas de apoyo en la adecuada toma de decisiones, sin embargo, la efectividad de estas herramientas requieren de una adecuada comprensión de los procesos ecofisiológicos subyacentes en el desarrollo de especies y genotipos forestales.

Consulte este artículo en formato extendido en [www.ipni.net/lasc](http://www.ipni.net/lasc)

### Referencias bibliográficas

- Albaugh T.J., R. Rubilar, J. Alvarez y H.L. Allen. 2004. Radiata pine response to tillage fertilization and weed control in Chile. *Bosque*, 25(2).
- Allen H.L. y T.J. Albaugh. 2000. Understanding the Interactions between Vegetation Control and Fertilization in Young Plantations: Southern Pine Plantations in the Southeast USA. In *Proceedings Seminario sobre Manejo de Plantas Infestantes em Áreas Florestais*, Oct 18-19, 2000, Departamento de Ciências Florestais da ESALQ / USP, Brazil.
- Alvarez M.J., J. Rodríguez y D. Suárez. 1999. Mejora-miento de la productividad de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, a través de un método racional de fertilización.



**Figura 2.** Respuesta de *Pinus taeda* a la combinación de preparación de suelo, control de malezas y fertilización en sitios de tendido bajo a los 3 años de desarrollo.

- Bosque 20(1): 23-36.
- Aparicio J. y J. López.** 1995. Potencial de *Eucalyptus grandis* en los suelos del sudeste de la provincia de Corrientes y algunos factores edáficos relacionados con la producción de madera. *Bosque* 16(2): 81-89.
- Barrera V.** 2006. Evaluación del crecimiento de *Eucalyptus nitens* de 5 – 7 años de edad, con diferentes manejos nutritivos, en la Región de Los Lagos. Tesis de grado Universidad Austral de Chile. 57 p.
- Bonomelli C. y D. Suarez.** 1999a. Fertilización del Eucalipto. 1 Efecto sobre la acumulación de biomasa. *Ciencia e Investigación Agraria* 26 (1) 1-11.
- Bonomelli C. y D. Suarez.** 1999b. Fertilización del Eucalipto. 2 Acumulación de nitrógeno, fósforo y potasio. *Ciencia e Investigación Agraria* 26 (1) 12-20.
- Donald D., P. Lange, C. Schutz y A. Morris.** 1987. The application of fertilizers to pines in Southern Africa. *South African Forestry Journal* 141:53-62.
- Fernandez R., F. Rodríguez, A. Lupi, A. Hernandez y H. Reis.** 1999. Efectos de diferentes prácticas de preparación de suelo y fertilización sobre el crecimiento inicial de *Pinus* spp en el NE argentino. *Bosque* 20(1):47-55.
- Fuentes C. y J.M. Rebolledo.** 1998. Fertilización en eucalyptus: Uso de fertilizantes líquidos en plantaciones. X Silvotecnica, IUFRO Conference.
- Garau A., G. Meyer y D. de Filippini.** 2006. Establecimiento de *Pinus taeda* en la provincia de Corrientes (Argentina): Efecto del herbicida metsulfurón-metil sobre el crecimiento y la sobrevivencia de los plantines. *Revista Bosque* 27 (2):108-114.
- Geldres E. y J.E. Schlatter.** 2004. Crecimiento de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* sobre suelos rojo arcillosos de la provincial de Osorno, Décima Región. *Revista Bosque* 25 (1):95-101.
- Gerding V., O. Fuentes J. Schlatter y P. González.** 1985. Fertilización con boronotrocalcita en plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* en suelos graníticos. *Bosque* 6(2): 100-112.
- Ibañez C., P. Nuñez, R. Pezzutti y F. Rodríguez.** 2004. Efectos de la roturación del suelo y fertilización con fósforo en el crecimiento inicial de plantaciones de *Pinus taeda*, en suelos rojos del Noreste de la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista Bosque* 25 (2): 69-76.
- Kissel D.E., M.L. Cabrera, N. Vaio, J.R. Craig, J.A. Rema, y L.A. Morris.** 2004. Rainfall Timing and Ammonia Loss from Urea in a Loblolly Pine Plantation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 1744-1750.
- Lupi A., R. Fernandez, H. Reis, J. Bernio, J. Elizaul y H. Reboratti.** 2000. Evaluación inicial de técnicas de establecimiento post-tala rasa sobre el crecimiento inicial de *Eucalyptus grandis* hill. ex maiden en el Noreste Argentino. Documento resumen en: Actas de Congreso Mundial IUFRO 2000. Malasia.
- Mason E.G. y P.G. Milne.** 1999. Effects of weed control, fertilisation and soil cultivation on the growth of *Pinus radiata* D.Don at mid-rotation in Canterbury. *Canadian Journal of Forest Research* 29:985-982.
- Mason E.** 2004. Effects of soil cultivation, fertilisation, initial seedling diameter and plant handling on the development of maturing *Pinus radiata* D.Don on Kaingaroa gravelly sand in the Central North island of New Zealand. *Revista Bosque* 25 (2): 43-55.
- May J.** 1984. Southern pine nursery handbook. United States Department of Agriculture. Forest Service Southern Region.
- McKeand S. y H.L. Allen.** 2005. Summary of IEG-40 Meeting: Silviculture and Genetic Impacts on Productivity of Southern Pine Forests. *Southern Journal of Applied Forestry* 29(2) 2005.
- Morris L.A. y R.G. Campbell.** 1991. Soil and Site Potential. 1991. En: Duryea, M.L.; Dougherty, P.M. (Ed.). *Forest regeneration manual*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.117-142.
- Nambiar E.** 1984. Manipulation of water and nutrients in plantations of fast growing species. p. 489-506. In : D.C. Grey, A.P.G. Schonau y C.J. Schutz (Ed.). *Proceedings IUFRO Symp. Site and Productivity of Fast Growing Plantations*. Pretoria and Pietermaritzburg. South Africa 30 April-11 May 1984. Forestry Research Institute. Department of Environment Affairs. Pretoria. 957 p.
- Pereira J., S. Linder, M. Araujo, H. Pereira y J. Landsberg.** 1989. Optimization of biomass production in *Eucalyptus globulus* plantations a case study. In: Pereira J., Landsberg J. Editors. *Biomass production by fast growing trees*: 101-121.
- Pezzutti R.** 2000. Efecto del control de malezas en el crecimiento inicial de plantaciones de *Pinus taeda* L. del NE de Corrientes, Argentina. En: *Silvoargentina: Avances en el establecimiento de plantaciones de coníferas subtropicales en el Mercosur*. Gob. Virasoro. 16 p.
- Pezzutti R. y S. Caldato.** 2004. Efecto del control de malezas en el crecimiento de plantaciones de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* var. *elliottii* y *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Revista Bosque* 25(2):77-87.
- Rubilar R.** 1998. Control de malezas y fertilización de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don establecidas en suelos metamórficos del predio Quivolgo II, Constitución, VII Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad de Chile.
- Rubilar R.A.** 2005. Environmental constraints on growth phenology, leaf area display, and above and belowground biomass accumulation of *Pinus radiata* (D. Don) in Chile. Ph.D. Dissertation. Dept. of Forestry and Environmental Resources, North Carolina State Univ., Raleigh, NC. 190 pp.
- Rubilar et al.,** 2008. Three-year response of radiata pine plantations to weed control duration and fertilization on metamorphic soils of the VII región Chilean Coastal Range. *Revista Bosque* 29(1): (en impresión).
- SAGPYA.** 2006. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>
- Tollenaar H.** 1970. Deficiencias de boro en plantaciones de pino en la zona central de Chile. Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. Mérida, Venezuela. 1970. *Boletín* N° 33-34, p. 80-86.
- Toro J., R. Rubilar, C. Gonzalez.** 1998. Métodos para aumentar la productividad de plantaciones de Pino radiata y *Eucalyptus globulus* entre las Regiones Séptima y Octava, In: Simposio IUFRO: Manejo Sustentable de los Recursos Forestales, Desafío del siglo XXI. Primer Congreso Latinoamericano. Valdivia, noviembre 1998, 10 p.
- Toro J. y S. Gessel.** 1999. Radiata pine plantations in Chile. *New Forests* 18:33-44.
- Watt M.S., D. Whitehead, E. Mason, B. Richardson y M.O. Kimberley.** 2003. The influence of weed competition for light and water on growth and dry matter partitioning of young *Pinus radiata*, at a dryland site. *Forest Ecology and Management* 183: 363-376.
- Wollons R. y P. Snowdon.** 1981. Theory and practice of forest fertilization. In: *Proceedings Australian Forest Nutrition Workshop, Productivity in Perpetuity*. Melbourne. Australia 1981. CSIRO. 367 p.