

Manejo de Pino Ponderosa

Modelo preliminar para plantaciones en sitios de calidad media en la Patagonia andina.

Dr. Héctor Gonda - Área de Conservación y Manejo de Bosques, CIEFAP

Introducción

Importancia del Pino Ponderosa en la Patagonia Andina

El pino ponderosa (*Pinus ponderosa* Dougl. ex. Laws.) es la especie forestal más plantada en la región de los andes patagónicos de Argentina, donde crece vigorosamente en ausencia de importantes plagas o enfermedades. Estudios recientes demuestran que el rendimiento de estas plantaciones es superior a la de bosques altamente productivos de la misma especie en el noroeste de Estados Unidos, lugar de origen de esta conífera (Urzúa, 1991; Gonda y Lomagno, 1995; Gonda, 1998).

En la precordillera andina de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut hay aproximadamente 50.000 ha de bosques de pino ponderosa, pero lo más significativo es que existen alrededor de dos millones de ha de tierras aptas para la instalación de plantaciones comerciales (Mendía e Irisarri, 1986; Ferrer *et al.* 1990; Enricci, 1993; Díaz, 1997).

Objetivo de las Plantaciones

El principal objetivo de las plantaciones de pino ponderosa es producir materia prima para contribuir al desarrollo socioeconómico de la región Andina Patagónica. Como beneficio adicional el establecimiento de nuevos bosques contribuirá a frenar o revertir el proceso de desertificación que está afectando a importantes áreas de la región.

Si el aumento actual en el ritmo de forestación se mantiene, la población de la Patagonia podría consumir sólo una pequeña parte de la madera producida por las plantaciones de coníferas exóticas. Por lo tanto los productos forestales deberán comercializarse en grandes ciudades como Buenos Aires, Rosario, etc., situadas a por lo menos 1800 km de distancia, o exportar desde puertos ubicados sobre el océano Atlántico a por lo menos 650 km de la cordillera. Por lo tanto se deberá dar a la madera el mayor valor posible. Generalmente la madera

más valiosa es la proveniente de rollizos de gran diámetro que no contienen nudos. Por este motivo, la proporción de madera de calidad de una plantación se puede maximizar realizando tareas de raleo y poda en el momento oportuno. Ante estas circunstancias, tanto las instituciones forestales patagónicas como así también el gobierno nacional, recomiendan realizar prácticas intensivas de manejo (Laclau, 1995).

Objetivo y Alcance del Modelo de Manejo

El objetivo de esta ficha técnica es presentar un plan de manejo preliminar para plantaciones de pino ponderosa instaladas en sitios de calidad media en la Patagonia andina. Se espera que este plan ayude a los productores forestales de la Patagonia a tomar decisiones de manejo, sobre todo en lo concerniente a cuándo y cómo realizar las podas y raleos.

El modelo de manejo aquí presentado (Cuadro 1) está basado en la información disponible sobre el manejo de la especie hasta el día de hoy. Sin embargo, los resultados deben considerarse preliminares u orientativos dado que la información sobre la productividad y el crecimiento de la especie es limitada. Esto se debe a que la gran mayoría de las plantaciones no han alcanzado el turno y los primeros ensayos de raleo se han instalado recién hace unos cinco años. A pesar de estas limitaciones, es importante disponer de un modelo o guía de manejo, dado que las plantaciones deben ser intervenidas oportunamente para que no disminuya su valor comercial.

El modelo fue construido para plantaciones de pino ponderosa establecidas en sitios de calidad media de la Patagonia andina. La calidad de sitio se definió en función del índice de entrenudos (IEN), con un valor de 3,5 m. El IEN es el largo promedio de los cinco entrenudos por encima de la altura del pecho medidos en los 100 árboles más gruesos por hectárea (Gonda, 1988). Se considera que un IEN de 3,5 m corresponde a sitios de calidad media ya que se espera que la mayor parte

de las tierras que se forestarán con pino ponderosa tienen un IEN similar o superior a este. Los rodales con un IEN de 3,5 alcanzan una altura dominante de 10,30 m los 20 años de edad. Se prefirió definir la calidad de sitio en función del largo de los entrenudos por ser más práctico que hacerlo en función del índice de sitio. Para determinar el índice de sitio de una plantación es necesario determinar la altura dominante y su edad. Para determinar el IEN sólo basta con medir el largo de los entrenudos en los árboles dominantes.

Supuestos en los que se basa el Modelo de Manejo

La intensidad y tipo de los raleos se definieron teniendo en cuenta los siguientes supuestos:

1. Todo árbol, por pequeño que sea, compite por agua y nutrientes con los individuos dominantes de buena calidad que constituyen los ejemplares más valiosos del rodal.
2. A partir del primer raleo (sea precomercial o comercial) el sitio deberá estar ocupado sólo con árboles que, llegado el momento de su extracción, puedan brindar productos de un valor que supere sus costos de apeo, arrastre y flete hasta los lugares de procesamiento de la materia prima.
3. Los árboles más valiosos son en todo momento los dominantes de buena calidad. Los individuos codominantes e intermedios no pueden igualar el ritmo de crecimiento de los dominantes.
4. Se debe maximizar el crecimiento en diámetro de los árboles para obtener el mayor precio por la materia prima.
5. Los regímenes de raleo deben ser lo más sencillo posible de aplicar en el terreno debido a la escasa disponibilidad de recursos económicos y humanos en la región. La mayoría de las plantaciones son tan jóvenes que

- hasta ahora han producido sólo egresos.
- Los raleos deben ser fuertes y realizarse a edades tempranas cuando el bosque tiene la mayor capacidad de recuperación.
 - Los raleos comerciales deben ser pocos para producir la mayor cantidad de materia prima posible y evitar intervenciones demasiado frecuentes.
 - Los raleos se ejecutarán fundamentalmente por lo bajo y parcialmente por lo alto, ya que se deberán extraer los árboles dominantes de mala calidad.

Análisis Económico

El análisis económico del modelo de manejo está incluido en la Ficha Técnica de la revista Patagonia Forestal publicada a fines del año 1999 (Año 5-Nº 4-1999).

Cómo se construyó el Modelo de Manejo

El Concepto de Densidad Relativa

Las densidades máxima y mínima entre las que se propone mantener la plantación en el plan de manejo se expresan en términos de densidad relativa. Esto

es en proporción a la densidad máxima que puede alcanzar el pino ponderosa en la región. El concepto de la densidad relativa tiene la ventaja de ser independiente de la edad y la calidad de sitio y ha sido recomendado por numerosos autores para planificar la ejecución de raleos (Reineke, 1933; Ginrich, 1967; Drew y Flewelling, 1979; Wilson, 1979; Curtis, 1982; Day, 1985; Long, 1985; etc.). En nuestra latitud, el criterio de la densidad relativa ha sido utilizado para la elaboración de planes de manejo de varias especies forestales de importancia comercial tanto en la Argentina (Day y Gonda, 1987; Gonda y Rechene, 1993; Andenmatten y Letourneau, 1995) como en Chile (Ortega *et al.*, 1993).

El Índice de Densidad de Reineke

Entre las numerosas metodologías disponibles para la determinación de la densidad relativa se escogió el índice de densidad de Reineke (1933) (IDR) por ser uno de los más sencillos para usar (Daniel y Sterba, 1980) y ser el más conocido en la región (Andenmatten y Letourneau, 1995). El IDR se expresa en unidades decimales, para un diámetro de referencia de 25 cm y una pendiente de -1,7653 correspondiente a la de las plantaciones de pino ponderosa en el oeste de

Estados Unidos (DeMars y Barret, 1987; Cochran, 1992).

$$\text{IDR} = \text{antilog}^{\text{Log } N + 1,7653 \log \text{DCM} - 1,7653 \log 25}$$

$$\text{IDR} = N \left(\frac{\text{DCM}}{25} \right)^{1,7653}$$

Donde:

IDR = índice de densidad de Reineke

Antilog = antilogaritmo de base 10

N = número de árboles por hectárea

DCM = diámetro cuadrático medio

Log = logaritmo de base 10

Densidades propuestas para el Manejo del Ponderosa

El objetivo del plan de manejo es maximizar el crecimiento individual en diámetro de los árboles más valiosos para producir materia prima aserrable y debobinable de alta calidad. Esto implica no obtener la máxima producción potencial en volumen del sitio ya que no se pueden maximizar ambas cosas. Es necesario entonces mantener al rodal dentro de un rango de densidades que reduzca al mínimo la competencia individual sin perder demasiado crecimiento en volumen por unidad de superficie. En otras palabras, las densidades de manejo de-

Cuadro 1: Plan de manejo preliminar para producir materia prima aserrable y debobinable en plantaciones de pino ponderosa establecidas en sitios de calidad media en la Patagonia andina.

Tratamiento	Edad	Número de árboles/ha	Altura media (m)	Altura Dominante (m)	Diámetro medio a la altura del pecho (cm)	Área basal (m ² /ha)	Volumen total sin corteza en pie (m ³ /ha)	Volumen total sin corteza extraído (m ³ /ha)	Ancho medio de los anillos (cm)	Índice de densidad de Reineke	Factor competencia de copas	Observaciones
Plantación	1	1100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1ª Poda	10	900	3,5	4,0	8	4,5	-	-	-	-	-	Podar los mejores 600 árboles/ha.
Raleo Prec.												
Antes:	10	900	3,5	4,0	8	4,5	-	-	-	122	-	Raleo a desecho. Los árboles apeados pueden trozarse en 2 o tres pedazos y tratarlos como ramas gruesas. No es necesario el desrame.
Después:		600	3,7	4,0	8,5	3,4	7,7			91	-	
2ª Poda	12	600	4,8	5,4	12,4	7,2	17,1	-	0,98	155	-	Podar mitad de la copa verde de los mejores 350 árboles/ha. DAP dominante: 14-15 cm.
3ª Poda	15	600	6,6	8,0	18	15,3	44,4	-	0,97	341	-	Poda opcional. DAP dominante 18-20 cm.
1er Raleo												
Antes:	21	600	10,1	11,5	29,2	40,2	164,6	-	0,93	800	1,08	
Después:		330	10,5	11,5	31,4	25,5	108,1	56,5		500	0,67	
2do Raleo												
Antes:	27	330	14,1	15,8	40,9	43,3	240,8	-	0,80	800	1,02	
Después:		200	16,0	16,4	41,7	27,3	171,5	69,3		500	0,64	
Corta final	35	200	19,4	21,2	54,4	46,5	350,4	350,4	0,79	800	1,01	



ben estar por encima del punto donde los árboles crecen libremente, pero por debajo del punto donde el sitio está totalmente poblado. Para la mayoría de las especies estos dos puntos coinciden con densidades de entre el 25% y el 35% del máximo IDR (Long, 1985).

En la Patagonia, las plantaciones de pino ponderosa con las densidades más altas observadas hasta el momento presentan un IDR de aproximadamente 2000. Estas plantaciones no han llegado aún a la máxima densidad que esta especie puede alcanzar en la región ya que en muchos de los rodales con un IDR de 2000 la mortandad es sólo incipiente y en otros todavía no se ha comenzado a producir (Gonda, 1998). De todas maneras, para elaborar este plan de manejo se asume que 2000 es la densidad máxima del ponderosa en la región. Por lo tanto, según Long (1985) los valores de densidad relativa máximos y mínimos adecuados para el manejo del ponderosa deberían ser de 500 y 700, ya que se corresponden con el 25% y 35% del máximo IDR respectivamente.

Estudios sobre el crecimiento en diámetro y área basal de árboles pertenecientes a distintas clases diamétricas en sitios de calidad media de Neuquén demuestran que el crecimiento individual comienza a ser afectado por la competencia cuando se alcanzan valores de IDR cercanos a 500 (Wolfgang, 1999). Este valor coincide con el de la mayoría de las especies forestales (Long, 1985) y se adoptó como valor mínimo de densidad relativa para el plan de manejo.

La densidad a la que se puebla completamente el rodal o, dicho de otra manera, el punto en que se alcanza el máximo crecimiento por unidad de superficie, no ha sido determinado aún para la región. Dado que el pino ponderosa puede alcanzar densidades relativas superiores a las de su lugar de origen, se decidió adoptar un valor de IDR de 800 como el límite superior de densidad para la elaboración del plan de manejo, un poco por encima del valor encontrado para la mayoría de las especies (700) (Long, 1985). Además la adopción de un valor máximo de 700 demandaría ejecutar raleos demasiado frecuentes.

Según la relación entre el diámetro máximo de copa y el diámetro a la altura del pecho (DAP) determinado para el

pino ponderosa en la Patagonia (Cortés, 1999) se calculó el factor de competencia de copa (FCC) correspondiente a las densidades máximas y mínimas propuestas en el plan de raleos. Estos valores fueron de 0,65 y 1 para los IDR de 500 y 800 respectivamente. Esto indica que cuando el rodal alcanza la densidad máxima, las copas cubrirían totalmente el mismo, y cuando alcanza la densidad mínima sólo un 65% de la superficie del suelo estaría cubierta por las copas. Dado que los árboles serán podados, las copas cubrirán una superficie menor a la expresada por el FCC, pero el nivel de competencia entre los árboles será aproximadamente el mismo ya que la parte inferior de las copas es la que aporta menos fotosintatos al árbol.

El Crecimiento en Altura y Diámetro

Para construir el plan de manejo se debió estimar el crecimiento en altura y diámetro de las plantaciones en sitios de calidad media. Se elaboraron curvas preliminares del crecimiento de ambos parámetros con información obtenida de análisis fustales realizados en árboles dominantes y de área basal media en 78 plantaciones de pino ponderosa en la provincia de Neuquén para elaborar ecuaciones de volumen (Gonda, 1998).

Determinación del Volumen

Con el DAP y la altura (A) media del rodal se calculó el volumen del árbol de área basal media con una ecuación de doble entrada (DAP y A) regional ajustada con datos obtenidos de plantaciones de la provincia de Neuquén (Gonda, 1998).

$$V = 0,000214 + 0,000030 \text{ DAP}^2 A + 0,000538 \text{ DAP}$$

Donde:

V = volumen total sin corteza (m³)

DAP = diámetro a la altura del pecho (cm)

A = altura total (m)

El por qué del Raleo a Desecho

El raleo a desecho tiene como objetivo fundamental llegar a una densidad relativa del 40% no antes de que el bosque alcance un diámetro medio comercial de aproximadamente 30 cm, para asegurar la venta de la materia prima a extraer. No es posible por el momento

evitar el raleo precomercial plantando menos árboles, ya que la calidad y homogeneidad de los plantines determina que sólo entre un 30% y 50% de los mismos pueden convertirse en árboles de buena calidad (Gonda y Cortés, 1995). Se propone realizar el raleo a desecho a los 10 años de edad por las siguientes razones:

1. Para que coincida con la ejecución de la primera poda, lo que disminuye los costos operativos.
2. Para disminuir en aproximadamente un tercio el número total de árboles a podar en la primera intervención, cuando generalmente es aconsejable podar todos los individuos para disminuir el riesgo de mortandad que podría ocasionar un incendio.
3. Para que los árboles sean suficientemente pequeños como para no requerir su desrame. Se propone trozarlos en pocas porciones y tratarlas como a ramas grandes podadas.
4. Para que los mejores individuos puedan optimizar su crecimiento desde edades tempranas. A esta edad ya es posible identificar los árboles dominantes de buena calidad que llegarán a los raleos comerciales y a la corta final (Gonda y Cortés, 1995).
5. Para disminuir el riesgo de la destrucción de los árboles por la posible acción del fuego. La disminución de la densidad combinada con la poda hace más difícil que las llamas de un incendio puedan llegar a las copas de los árboles. Además, la baja densidad del bosque permitirá que los árboles puedan engrosar su corteza en el menor tiempo posible aumentando su resistencia a la acción del fuego.
6. Para posibilitar el ingreso del ganado. El pastoreo disminuye la cantidad de combustible del sotobosque y el pisoteo facilita la desintegración de los residuos de la poda y el raleo, acelerando su descomposición.
7. Para disminuir la interceptación del agua de lluvia y la nieve por parte de las copas, lo que aumenta la cantidad de agua que se incorpora al suelo.
8. Abrir el bosque tempranamente tiene dos ventajas ecológicas. Por un lado facilita la descomposición, evitando la formación de un grueso colchón de acículas. Por otro permite la aparición de especies del sotobosque, aumentando la biodiversidad del rodal.

Raleos Comerciales



En cada raleo comercial debe prestarse especial atención a la elección de los árboles. Es fundamental tratar de que los individuos remanentes sean aquellos que presenten el mayor tamaño y la mejor calidad. La mayor parte del valor del bosque se concentra en los mejores 200-300 árboles de cada hectárea. Si la elección de los árboles no se realiza correctamente, la calidad de los productos a obtener puede ser muy inferior a la potencial y se corre el riesgo de desaprovechar la inversión en la plantación.

Los árboles remanentes deben elegirse entre aquellos que presentan buen tamaño, o sea los dominantes, ya que los individuos medianos o chicos difícilmente pueden alcanzar el mismo ritmo de crecimiento. Además de ser dominantes, los árboles elegidos deben presentar las siguientes características:

- Fuste recto sin bifurcaciones ni torceduras.
- Ramas de grosor mediano o, mejor aún, más finas de lo normal.
- Ángulo entre las ramas y el tronco lo más abierto posible
- Libre de enfermedades.

Si un árbol dominante es de mala calidad es preferible elegir algún otro árbol cercano de menor tamaño que presente mejores características.

Podá

Dado que la parte más valiosa del árbol es la inferior por alcanzar un mayor diámetro y que las podas son más baratas en esta porción del tronco, por el momento no es aconsejable podar más allá de los 4 metros de altura. Es difícil en la actualidad predecir si es económicamente factible realizar una tercera poda hasta aproximadamente 5 metros de altura ya que la ejecución de la misma es relativamente cara.

En la primera poda puede ser conveniente intervenir a todos los individuos (600/ha) para disminuir el riesgo contra los incendios. En las podas sucesivas es suficiente podar los mejores 350 árboles por hectárea ya que son los que llegarán a los últimos raleos y la corta final. Operativamente es práctico determinar la intensidad de la poda en función del número de verticilos remanentes en los mejores 350 árboles.

Se propone realizar las podas a edades tempranas para minimizar el diámetro del cilindro central con nudos y lograr que el mismo tenga un diámetro constante a lo largo de la porción podada del tronco. Las podas propuestas dejarían un cilindro central con nudos de aproximadamente 20 cm, ya que no se empieza a producir madera libre de nudos hasta que desaparecen las posibles bolsas de resina y los anillos de crecimiento dejan de desviarse de la dirección circular (Gonda y Cortés, 1995).

Altura Dominante

La altura dominante se definió como la altura promedio de los 100 árboles más gruesos por hectárea por ser este un criterio objetivo y simple de aplicar (Assman, 1970; Gonda, 1998).

Bibliografía Citada

- Andenmatten E, Rey M y Letourneau F. 1995. Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) Índice de densidad de Reineke para la región Andino-Patagónica. Actas IV Jornadas Forestales Patagónicas. pp 229-233.
- Assman E. 1970. The principles of forest yield study. Pergamon Press. New York. 506p. Translated by S.H. Gardiner (1961, Waldertragskunde. BLV. Verlagsgesellschaft. München).
- Cochran, P.H. 1992. Stocking levels and underlying assumptions for uneven-aged ponderosa pine stands. USDA. Forest Service. Res. Note PNW-RN-509. 10 p.
- Cortés G.O. 1999. Factor de competencia de copas para pino ponderosa en la Patagonia. Informe interno. Asentamiento Forestal Universitario. Universidad Nacional del Comahue. San Martín de los Andes.
- Curtis R.O. 1982. A simple index of stand density for Douglas-fir. Forest Sci. Vol 28, N° 1. p 92-94.
- Daniel T.W. y H. Sterba 1980. Zur ansprache der bestanddichte. Allgemeine Forstzeitung 91:155-157.
- Day R.J. 1985. Crop plans in silviculture. Silvicultural Report. School of Forestry. Lakehead University. Canada.
- Day R.J. y H.E. Gonda. 1987. The crop planning method to improve the yield of slash pine plantations in Misiones. In Simposio sobre silvicultura y manejo genético de especies forestales. CIEF. Buenos Aires, Argentina. 6-10 abril. Tomo IV. p 116-133.
- DeMars D. J. y J.W. Barret 1987. Ponderosa pine managed-yield simulator: PPSIM user's guide. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-203. Portland. OR.
- Díaz A. 1997. Forestar en Patagonia, Argentina. CIEFAP, GTZ, INTA. Esquel, Chubut. 14 p.
- Distler, W. Efecto de la densidad sobre el crecimiento del pino ponderosa en un rodal de calidad media de Neuquén. Tesis de grado en preparación. Universidad Técnica de Munich-Weihenstephan, Alemania.

Drew, T.J. y J.W. Flewelling. 1979. Stand density management: an alternative approach and its application to Douglas-fir plantations. Forest Science, Vol 25. p 518-532.

Enricci J.A. 1993. Posibilidades para la forestación en la región central del ecosistema andino patagónico. CIEFAP. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. Esquel. Chubut. Argentina. Publicación Técnica 14. 108 p.

Ferrer J.A., Irisarri J.A., and J.M. Mendía. 1990. Estudio regional de suelos de la provincia del Neuquén. Volumen 5. Tomo I. Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires. Argentina.

Ginrich S.F. 1967. Measuring and evaluating stocking and stand density in upland hardwood forests in the Central States. Forest Sci. Vol. 13, N° 1, p 38-53.

Gonda H.E. 1998. Height-diameter and volume equations, growth intercept and needle length site quality indicators, and yield equations for young ponderosa pine plantations in neuquén, patagonia, Argentina. Tesis doctoral. College of Forestry. Forest Resources Department. Oregon State University. 198 p.

Gonda H.E. y G.O. Cortés. 1995. Poda baja de pino ponderosa en la Patagonia andina. Utilización de distintas herramientas, proceso de cicatrización y modelos preliminares. In IV Jornadas Forestales Patagónicas. 24-27 October. Edited by Asentamiento Universitario. San Martín de los Andes. Neuquén. Argentina. Tomo I. 324-330.

Gonda H.E. y J.L. Lomagno. 1995. El raleo de plantaciones jóvenes de pino poderosa puede producir un importante volumen de materia prima comercial. In IV Jornadas Forestales Patagónicas. 24-27 October. Edited by Asentamiento Universitario. San Martín de los Andes. Neuquén. Argentina. Tomo I. 299-305.

Gonda H.E. y D.C. Rechene. 1993. A crop plan for the production of sawlogs and veneer from naturally regenerated *nothofagus pumilio* forest on medium quality sites in Chubut province, Argentina. In International symposium on system analysis and management decisions in Forestry. 9-12 Marzo. Valdivia, Chile. p 14-22.

Laclau P. 1995. El plan de extensión forestal en la región patagónica. In IV Jornadas Forestales Patagónicas. 24-27 October. Edited by Asentamiento Universitario. San Martín de los Andes. Neuquén. Argentina. Tomo III. 703-707.

Long J.N. 1985. A practical approach to density management. Forestry Chronicle. p 23-27.

Mendía J.M. y J.A. Irisarri. 1986. Relevamiento de suelos con aptitud forestal en la región occidental de la provincia de Río Negro. Cosejo Federal de Inversiones (CFI). Expediente 751. Buenos Aires. Argentina.

Ortega A., Cox F. y H. Gonda. 1993. Indices de densidad de rodal aplicaciones en raleos. Documento de trabajo 16. Proyecto modelo nacional de simulación de pino radiata. Fundación Chile, Chile.

Reineke L.H. 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forests. Journal of Agricultural Research. 46:627-638.

Urzúa J.D. 1991. Desarrollo de las plantaciones forestales del Neuquén y su aprovechamiento industrial. CIEFAP. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. Esquel, Chubut, Argentina. Publicación Técnica 3.

Wilson F.G. 1979. Thinning a an orderly discipline: a graphic spacing schedule for red pine. J. For. 483-486.

