

**BOWN, H.** 1997. "Retrospectiva de la Silvicultura de Pino Radiata". Chile Forestal. Documento Técnico No 104. Año XXII - No 246. Enero-Febrero 1997. 8 p.

## **INTRODUCCION**

En las próximas décadas, se espera que se produzca una brecha considerable entre la demanda y la oferta global de madera. La demanda se verá incrementada como resultado de una población mundial creciente y del aumento del ingreso per capita. Esta tendencia se verá aún más acentuada en la area Asia-Pacífico como resultado del explosivo crecimiento económico de la región. Se prevee un aumento en la participación de las plantaciones en la satisfacción de dicha demanda como resultado de la reducción en la oferta proveniente de bosques naturales, sus mayores costos de extracción y por estar sujetos a cada vez más restricciones medioambientales.

Debido a lo anterior, las plantaciones con especies forestales exóticas van a jugar un rol cada vez más importante en la producción maderera del siglo XXI, especialmente en el hemisferio sur, donde las plantaciones son la primera fuente de oferta de madera. En la actualidad, el Pino Radiata es la especie dominante al sur de los trópicos del hemisferio sur y se prevee que lo seguirá siendo, al menos por algunas décadas, durante el próximo siglo.

El Pino Radiata ha sido la especie por más tiempo cultivada en el mundo para la producción maderera, ocupando una mayor área plantada que cualquier otra especie. Su éxito se debe fundamentalmente a su rápido crecimiento y a los inmejorables rendimientos para un amplio rango de productos, como también a la excelente calidad de su madera. El Pino Radiata se considera como una conífera de producción multipropósito que pocas especies nativas podrían ofrecer en nuestro hemisferio.

Aún cuando el Pino Radiata ha sido plantado extensivamente en el Hemisferio Sur desde los principios del siglo, no fue sino hasta la década de los 40 en que la silvicultura de la especie comenzó a desarrollarse principalmente en Nueva Zelanda, con valiosos aportes de la experiencia de otros países donde se destaca el caso de Sud Africa. En el caso de Chile, la silvicultura de Pino Radiata comienza efectivamente varios años después de la promulgación del DL 701 de 1974 de fomento a la forestación, tomando como referencia el modelo neozelandés. Debido a lo anterior, se plantea como objetivo para este documento el realizar una retrospectiva de la silvicultura de Pino Radiata, tomando como referencia fundamentalmente el modelo neozelandés.

## PRIMERAS PLANTACIONES EN NUEVA ZELANDA

Las primeras plantaciones de Pino Radiata en Nueva Zelanda (NZ) se efectuaron a principios de siglo como consecuencia de que los bosques nativos de ese país no iban a ser capaces de abastecer las demandas futuras de madera. En el caso de Chile, también se realizaron plantaciones de Pino Radiata a principios del siglo pero más con la intención de satisfacer necesidades puntuales que con la de abordar el problema a nivel nacional.

En 1913, una comisión parlamentaria sugirió la implementación de una campaña masiva de forestación debido a que los bosques nativos de ese país no iban a ser capaces de satisfacer las necesidades futuras. En aquel tiempo ya se reconocía el potencial de Pino Radiata el cual fué descrito como una excelente madera de segunda clase cuando los árboles alcanzan entre 30 y 35 años.

En 1919, se formó el Servicio Forestal dirigido por MacIntosh- Ellis, un forestal canadiense, quien planteó que se requerirían de alrededor de 125.000 ha para suplir el déficit de madera. Esta meta se logró por el año 1931 con alrededor de 50% en manos estatales y 50% en manos de privados. Estos bosques prácticamente no fueron raleados debido a numerosas razones, dentro de las cuales se encuentran: (i) la falta de mercado para madera pequeña, (ii) la gran oferta de madera nativa de alta calidad, (iii) el desconocimiento del potencial de crecimiento de Pino Radiata, (iv) la creencia popular de que los bosques se autoralean, y finalmente, (v) el hecho que los productores eran retiscentes a ralear su propio trabajo con cualquier intensidad por baja que haya sido. A nosotros nos parece lógico ralear porque hemos sido educados bajo estos preceptos, pero en aquellos días existían numerosos mitos que hacían del raleo una idea desquiciada.

## UN CAMBIO DE MENTALIDAD

El cambio de mentalidad comenzó con la cosecha de la primera rotación a finales de la década de los 30, cuando los productores se dieron cuenta que la madera de Pino Radiata era de excelente calidad y mucho mejor de lo que se esperaba. También se dieron cuenta de que la madera proveniente de bosques nativos siempre presentaba una proporción de madera libre de nudos; mientras que, las plantaciones de Pino Radiata no lo hacían. Lo interesante es que, por esta época, se desarrollaron normas para clasificar las trozas pero no se apreciaba claramente la relación entre la aplicación de la silvicultura y la calidad de la madera.

Otro hecho que motivo al cambio, fue la mortalidad masiva de árboles como resultado del ataque de la avispa de la madera *Sirex noctilio* en la década de los 40. La muerte de los árboles se concentró en los suprimidos e intermedios como también sobre los malformados, transformándose en una especie de raleo por lo bajo producido en forma natural. La sobrevivencia de los árboles de mayor vigor, dió indicios de lo que se podría esperar en términos de crecimiento con menores densidades (potencial de crecimiento del sitio concentrado en menos árboles). Este hecho convenció a los escépticos y así la teoría del "auto-raleo" perdió terreno.

## DESARROLLO DE LOS PRIMEROS REGIMENES SILVICULTURALES

En la década de los 40, la experiencia en el manejo de plantaciones de Pino Radiata era muy limitada, aún cuando la especie había sido ampliamente plantada en muchos países del hemisferio sur desde los principios de siglo. Los forestales neozelandeses se dieron cuenta del tremendo potencial de crecimiento de la especie y de que no podían simplemente aplicar técnicas europeas de manejo de bosques naturales, e intentaron diseñar regímenes silviculturales aún cuando no tenían mucha experiencia para guiarlos.

Un estudio que tuvo una profunda influencia sobre la silvicultura de Pino Radiata en NZ, fué un trabajo de excelencia y de extraordinaria visión de futuro realizado por Craib (1939) acerca del raleo, poda y manejo de *Pinus radiata*, *Pinus pinaster* y *Pinus patula* en Sud Africa.

Craib estudió las relaciones entre la altura, el diámetro y la edad, para posteriormente discutir como definir en mejor forma lo que es raleo (por diámetro, altura o edad). También discutió acerca de la longitud de la rotación y el efecto del raleo sobre el crecimiento en diámetro, volumen y rendimiento por tipo de producto. Craib también analizó en detalle lo que es la poda y como esta puede afectar la calidad del producto final. Algunos de sus comentarios tienen perfecta aplicación hoy en día: "los méritos de cualquier regimen silvicultural pueden ser apreciados solamente en relación a la totalidad de la rotación y a los objetivos del manejo". Craib generó nuevas proposiciones silviculturales que no pretendían producir ni el máximo volumen ni los árboles más grandes, sino que pretendían la producción de un material que se ajustara en mejor forma al mercado, rindiendo los mejores retornos financieros. En los mejores sitios ( $IS > 28$ ), el recomendó plantar a 3x3 reduciendo a una densidad final de 310 árb/ha cuando los árboles alcanzaran los 32 m o los 25 años de edad. Propuso también poda en tres etapas a 6.7 m y rotaciones de 30 años (Tabla 1). Este enfoque fué bastante radical para la época del "auto-raleo" y probablemente Craib recibió más de alguna crítica por ello.

El trabajo de Craib desencadenó una nueva línea de pensamiento en los años posteriores a su publicación; y así, en 1949, Ure propuso uno de los primeros regímenes silviculturales para manejar la segunda rotación de Pino Radiata en NZ. Ure construyó curvas de mortalidad en rodales no intervenidos, de manera que el raleo pudiera ser diseñado para anticipar la mortalidad natural. El asumió que el crecimiento encontrado en los árboles al borde del rodal eran equivalentes a lo encontrados en un rodal raleado; y así, determinó la densidad aproximada que debiera tener el rodal a las diferentes edades. Como se trataba de manejar regeneración natural, el regimen planteaba un claro cuando los árboles alcanzaban 1.5 m de manera de reducir la densidad del rodal a 2500 árb/ha. Esto era seguido por tres raleos, uno a desecho y dos comerciales, bajando a 740 árb/ha cuando los árboles alcanzaran una altura de 11 m, a 370 árb/ha a los 20 m, y a 200 árb/ha a los 27 m. Ure propuso una poda baja cuando los árboles alcanzaran 10 m y una poda alta que debiera realizarse solo si aseguraba un suficiente retorno financiero. Aunque posteriormente el regimen fué modificado en algunos detalles, este fué usado hasta 1971 en el bosque de Kaingaroa, en la region central de la Isla Norte de Nueva Zelanda.

**Tabla 1.** Regimenes silviculturales que han influenciado el desarrollo de la silvicultura de de Pino Radiata

| <b>Craib<br/>(1939)</b> |                      |                                   | <b>Ure<br/>(1949)</b> |                      |                                     | <b>Brown<br/>(1961)</b> |                      |                                    | <b>Fenton &amp; Sutton<br/>(1968)</b> |                      |                                    | <b>Knowles &amp; West<br/>(1988)</b> |                      |                                    |
|-------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| Altura<br>(m)           | Densidad<br>(árb/ha) | Nºarb<br>pod/ha,<br>h poda<br>(m) | Altura<br>(m)         | Densidad<br>(árb/ha) | Nº árb.<br>pod/ha,<br>h poda<br>(m) | Altura<br>(m)           | Densidad<br>(árb/ha) | Nºarb.<br>pod/ha,<br>h poda<br>(m) | Altura<br>(m)                         | Densidad<br>(árb/ha) | Nºarb.<br>pod/ha,<br>h poda<br>(m) | Altura<br>(m)                        | Densidad<br>(árb/ha) | Nºarb.<br>pod/ha,<br>h poda<br>(m) |
| 0                       | 1329                 |                                   | 1.5                   | 2500                 |                                     | 0                       | 2595                 |                                    | 0                                     | 1500                 |                                    | 0                                    | 800                  |                                    |
|                         |                      |                                   |                       |                      |                                     | 4.9                     | 680,1,8              |                                    | 5.2                                   | 750                  | 750,2,4                            | 5.0                                  | 300                  | 300,2,4                            |
|                         |                      |                                   |                       |                      |                                     | 7.3                     | 210,3,7              |                                    |                                       |                      |                                    |                                      |                      |                                    |
|                         |                      |                                   |                       |                      |                                     | 8.8                     | 210,5,5              |                                    | 8.5                                   | 375,4,3              |                                    | 9.0                                  | 250                  | 250,4,2                            |
| 11                      | 370,2,4              |                                   | 11                    | 740                  | poda baja                           | 11.0                    | 618                  | 173,7,3                            | 10.7                                  | 370                  | 200,5,8                            | 12.0                                 | 200                  | 200,5,8                            |
| 13                      | 370,4,6              |                                   |                       |                      |                                     | 14.0                    | 173,9,8              |                                    |                                       |                      |                                    |                                      |                      |                                    |
|                         |                      |                                   |                       |                      |                                     |                         |                      |                                    |                                       |                      |                                    |                                      |                      |                                    |
| 16                      | 370,6,7              |                                   |                       |                      | poda alta                           | 17.3                    | 395                  |                                    | 16.8                                  | 200                  |                                    |                                      |                      |                                    |
| 20                      | 815                  |                                   | 20.0                  | 370                  |                                     | 22.3                    | 247                  |                                    |                                       |                      |                                    |                                      |                      |                                    |
| 26                      | 544                  |                                   | 27.0                  | 200                  |                                     |                         |                      |                                    |                                       |                      |                                    |                                      |                      |                                    |
| 30                      | 370                  |                                   |                       |                      |                                     | 29.0                    | 173                  |                                    |                                       |                      |                                    |                                      |                      |                                    |
| 32                      | 310                  |                                   |                       |                      |                                     |                         |                      |                                    |                                       |                      |                                    |                                      |                      |                                    |
| 34                      | Corta Final          |                                   |                       |                      |                                     |                         |                      |                                    |                                       |                      |                                    |                                      |                      | 33,3 Corta Final                   |
|                         |                      |                                   | 37.0                  | Corta Final          |                                     | 36.6                    | Corta Final          |                                    | 36.3                                  | Corta Final          |                                    |                                      |                      |                                    |

**Nota 1:** Cada regimen silvicultural se caracteriza por la información que aparece en tres columnas. La primera columna representa la altura dominante que los árboles debieran alcanzar antes de realizar podas, raleos o la corta final. La segunda columna representa el número de árboles por hectárea a lo largo de la rotación. La tercera columna representa el número de árboles podados y su correspondiente altura a la cual se realizó dicha poda. Fuente: *James (1990)*

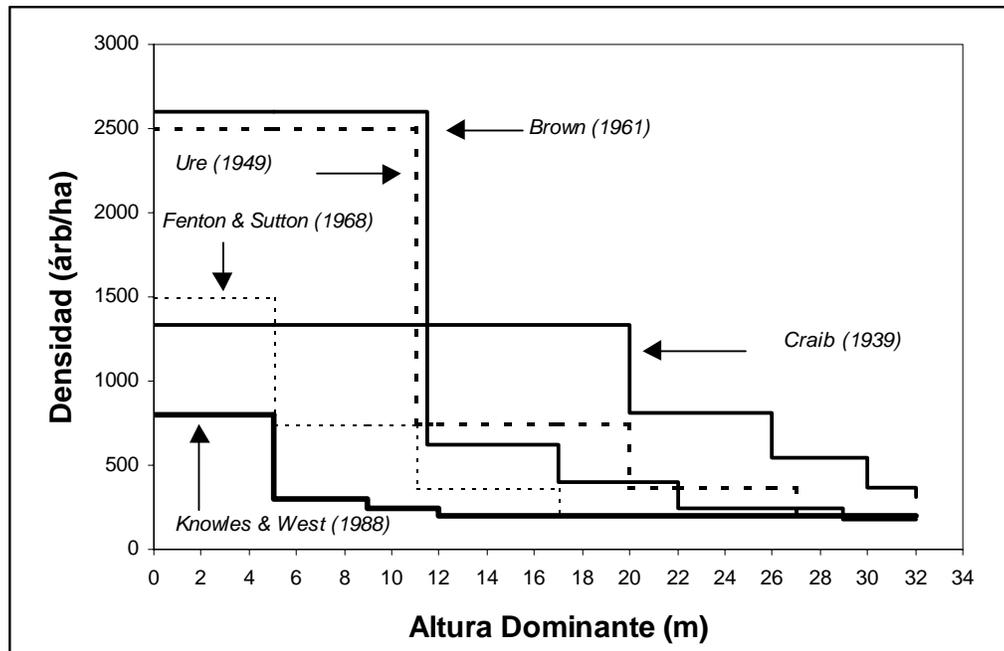


Fig. 1. Programa de raleos para algunos regímenes silviculturales. Fuente: James (1990)

Nota 2. Fig. 1 representa la variación de la densidad a lo largo de la rotación producto de los raleos propuestos por los diferentes autores. Se puede apreciar como las densidades iniciales de plantación, así como también las densidades finales han ido disminuyendo a través de los años.

El siguiente paso en la evolución de la silvicultura de Pino Radiata, lo mostró la investigación de como la manipulación silvícola de las características de los árboles podría influir en la calidad de la madera. Basado en estos estudios, Brown (1961) propuso un nuevo regimen silvicultural basado en cinco podas llegando a una altura de 10 m y cuatro raleos. El objetivo del regimen fué el de producir el máximo volumen de trozas aserrables de alta calidad y trozas debobinables. Se puede apreciar que en este tiempo no se usaba ningun criterio financiero y una gran polémica podría ser esperada debido a lo complicado del regimen de Brown, involucrando nueve operaciones para cada rodal. Desde ese entonces la tendencia a sido hacia la simplificación de la silvicultura.

Durante los primeros años de la decada de los 60, se desarrollaron una serie de regimenes los que mantuvieron una permanente controversia en relación a la poda y el raleo. En 1963, el FRI (Forest Research Institute) organizó un simposio para abordar el tema. Las principales conclusiones de la conferencia fueron que el cultivo debiera proporcionar la mayor cantidad de madera aserrable de alta calidad posible, que el tiempo de aplicación de la poda es el factor crítico en la producción de madera libre de nudos y que las podas debieran realizarse antes que el raleo. Había una inmensa cantidad de interrogantes que solamente un programa de investigación bien estructurado podría esclarecer. Sin embargo, uno de los mayores problemas que se detectaba en esta época era el hecho de que no existían objetivos silviculturales claros. Por ejemplo, algunos planteaban maximizar el volumen total; otros, maximizar el volumen de madera libre de nudos o de madera estructural; mientras que un grupo diferente planteaba maximizar el retorno financiero.

## ENFOQUE HACIA LA RENTABILIDAD DEL CULTIVO

Durante la década de los 60, los objetivos del manejo comenzaron a esclarecerse debido a que el tema de la rentabilidad del cultivo asumió gran importancia. Esto fué impulsado porque el gobierno de NZ requirió que se comparara la rentabilidad de la actividad forestal con la de la actividad agrícola. Se requirió que los nuevos proyectos pudieran rendir al menos un 7 % por año.

En 1968, Fenton y Sutton propusieron un regimen alternativo que era potencialmente más rentable que los seguidos hasta ese momento, el cual eliminaba todos los raleos comerciales. Fueron acidamente criticados y desafiados por los pragmáticos. El razonamiento entregado por los autores fué justificado desde el punto de vista financiero. Literalmente ellos expresaron "Una evaluación de las prácticas actuales de raleos comerciales en Pino Radiata en sitios de alta productividad, indica que dichos raleos no permiten aumentar el volumen comercial al final de la rotación; ni tampoco, proveen retornos monetarios intermedios suficientes como para compensar la pérdida de crecimiento en los árboles finales". Se dijo que la operación resultaba en una pérdida de árboles finales, daño a los árboles residuales, y la remoción de árboles podados. Adicionalmente, Fenton y Sutton comentan que las trozas más valiosas son las dos primeras de cada árbol y que la silvicultura debiera tener como objetivo mejorar su calidad; y de allí, la necesidad de raleo temprano a baja densidad. Ellos propusieron reducir la rotación a 25 años, programando tres podas a 6 m y dos raleos sin la obtención de rendimiento. Este ha sido el enfoque clásico a la silvicultura de Pino Radiata en Chile a partir de la década de los 70.

Este artículo aparecido en el New Zealand Journal of Forestry en 1968 por Fenton y Sutton, se ha transformado en un clásico y sin duda representa un tremendo aporte al desarrollo de la silvicultura moderna. El artículo atrajo considerable debate lo que se tradujo en un sinnúmero de objeciones; todas ellas, fundadas en problemas mas bien patrimoniales y de abastecimiento que en problemas silviculturales propiamente tales.

Mas allá de los argumentos a favor y en contra del regimen silvicultural propuesto por Fenton y Sutton, esta investigación fomentó el uso de análisis financiero como base para decidir la mejor opción silvicultural para un sitio dado. Como resultado de ello, a principios de la década de los 70 los estudios se multiplicaron existiendo una gran diversidad de opinión. La razón principal para ello, fué que las nuevas proposiciones silviculturales cayeron fuera o en los límites de las entonces existentes herramientas de predicción. Esto significa que siempre existía duda acerca de la precisión en la estimación de los rendimientos usados en desarrollar los flujos de caja para la estimación de rentabilidad.

Los años posteriores a la proposición silvicultural de Fenton y Sutton, estuvieron caracterizados por una gran diversidad de opinión; y así, en el año 1979 se creo una grupo de trabajo (Radiata Pine Task Force), para traer algo de coherencia a la silvicultura de Pino Radiata a Nueva Zelanda. El grupo mostró sus primeros resultados en 1982, al realizar un inventario de regimenes silviculturales utilizados por los diferentes productores. Encontraron cerca de 70 regimenes silviculturales; 33 de los cuales fueron orientados a la producción de madera libre de nudos, 21 orientados a la producción de madera estructural y 13 con otros objetivos; tales como, la protección del sitio o la producción de madera pulpable. Aún los

regímenes con similares objetivos, tuvieron grandes variaciones en un sinnúmero de aspectos, tales como espaciamiento inicial, tiempo e intensidad de la poda y el raleo, etc. Esto se debió fundamentalmente a la falta de medios objetivos para la predicción de los parámetros dasométricos de cada tratamiento y de su rendimiento.

## **DISEÑO DE HERRAMIENTAS DE PLANIFICACION**

Debido a esto, este grupo de trabajo (Radiata Pine Task Force), que estaba conformado por un grupo de forestales y científicos, produjeron al cabo de tres años el primer modelo computacional para predecir los efectos de diferentes intervenciones silviculturales en el producto final (SILMOD). La idea del modelo fué proveer predicciones del tamaño, calidad y valor de un rodal de Pino Radiata prácticamente para cualquier sitio, tratamiento silvicultural o rotación dentro de Nueva Zelanda. El modelo fué mejorado en un periodo de cuatro años y así en 1987, el grupo de trabajo presentó STANDPAK, un sistema diseñado para ser usado en horizontes de planificación de mediano y largo plazo, para predecir los rendimientos por tipo de producto basado en variables de entrada que serían definidas por el usuario del modelo. STANDPAK representa el estado del arte en evaluación silvícola en Nueva Zelanda y no ha perdido vigencia desde 1987 a la fecha.

## **REGIMENES DE MENOR INTESIDAD SILVICOLA**

Al mirar como la silvicultura de Pino Radiata ha evolucionado hacia bajas densidades finales y raleos fuertes, da la impresión como si este fuera el único tipo de regímenes silviculturales practicados. Sin embargo, esto no es así y la prueba es que en países como Chile, Nueva Zelanda, Australia y Sud Africa existen plantaciones que se orientan a la producción de madera pulpable y/o madera aserrable. A mi juicio, las razones para ello son básicamente dos: i) que la intensidad de la silvicultura es dependiente de la calidad del sitio (se justifica una mayor intensidad silvícola solamente en los mejores sitios) ii) debido a razones de administración y manejo de patrimonio.

## **CLASIFICACION DE REGIMENES SILVICULTURALES**

La filosofía de manejo de plantaciones de Pino Radiata a principios de siglo era bastante conservadora, caracterizada por altas densidades a través de la vida de un rodal reflejando la escuela de pensamiento europea. Posteriormente, cuando se evidenció que la especie crecía rápidamente produciendo madera de alta calidad, las densidades fueron progresivamente disminuyendo. A partir de la década de los 40, numerosos autores convergen en la idea de usar mayores espaciamientos y raleos fuertes, proponiendo una amplia gama de regímenes silviculturales, reflejando los diversos objetivos del manejo. Existe una amplia variedad de regímenes silviculturales para Pino Radiata, los cuales son practicados o al menos teóricamente posibles. Una adaptación de una clasificación realizada por Lavery (1986) es la siguiente:

**Regímenes orientados a la producción de trozas de pequeñas dimensiones.** Incluye todos aquellos regímenes que se aplican para la producción masiva de fibra para la industria de la celulosa y el papel; para la industria de paneles y para la producción de energía. Usualmente se caracterizan por altas densidades iniciales; tal vez de 1400-3000 árb/ha, con un mínimo de intervenciones silviculturales después del establecimiento (usualmente sin podas ni raleos). Generalmente, la forma de los fustes no es verdaderamente relevante debido a que interesa sólo la producción de fibra. Se producen trozas de pequeñas dimensiones en rotaciones relativamente cortas del orden de 18-20 años. En Australia y Nueva Zelanda, los regímenes pulpables se consideran como alternativa pero raramente se llevan a la práctica. En general, los productores tienden a preferir aquellos regímenes que permitan producir una amplia gama de productos que permitan diversificar el riesgo, como son aquellos regímenes orientados a la producción de trozas de alto valor, donde se generan volúmenes de madera clear pero también una proporción importante de madera aserrable nudosa y de madera pulpable.

**Regímenes tradicionales orientados a la producción de trozas aserrables.** Antes de que se desarrollaran los regímenes orientados a la producción de madera clear, el enfoque convencional al manejo de plantaciones se inclinaba hacia una utilización completa del sitio, produciendo trozas de pequeñas dimensiones a través de raleos comerciales, mayoritariamente para pulpa, lo cual se integraba dentro del sistema de manejo como un medio para producir al final de la rotación un producto de mayor valor. Este enfoque ha sido bastante utilizado en Chile, Australia y Nueva Zelanda. Sin embargo, desde finales de la década de los 70, en Chile, ha habido un fuerte cambio hacia los regímenes orientados a la producción de madera libre de nudos.

En estos regímenes, el control del tamaño de las ramas en las trozas aserrables es efectuado a través del control riguroso de la densidad del rodal. En Australia estos regímenes son bastante comunes, presentando las siguientes características: (i) densidades iniciales de entre 1100-1400 árb/ha, (ii) el control del tamaño de las ramas se logra a través de regulación de la densidad del rodal y no a través de la poda, (iii) se espera que el sitio pueda ser utilizado a máxima capacidad productiva, o cerca de ella, durante la rotación completa, (iv) se espera que cada raleo produzca algún rendimiento (no hay raleos a desecho), (v) producción de trozas de pequeñas dimensiones proveniente de raleos comerciales supeditada a la producción de trozas aserrables de alto valor al final de la rotación. Dichas trozas presentan nudos aceptablemente pequeños, y se considera que presentan un tamaño aceptable cuando los árboles alcanzan 45-50 cm a la altura del pecho.

**Regímenes directos orientados a la producción de trozas de alto valor.** Estos regímenes se orientan desde el momento de la plantación a producir directamente trozas de alto valor, sin o con un mínimo aporte de los raleos comerciales para la generación de otros productos. Una característica que distingue a estos regímenes es el uso de raleo a desecho, y así existe un compromiso deliberado de sacrificar ingresos intermedios provenientes de raleos por la obtención de más y mejor producto al final de la rotación.

Dentro de los regímenes directos tenemos aquellos que consideran poda y aquellos que no lo hacen. Una de las decisiones más importantes en aquellos que no consideran poda, es la densidad que se pretende lograr después de los raleos a desecho; porque esta decisión involucra un compromiso entre el crecimiento de los árboles individuales y el tamaño de las ramas (nudos). Estos regímenes no son comúnmente utilizados, pero pueden ser usados para

pequeñas plantaciones aisladas donde la comercialización de trozas de pequeñas dimensiones es dificultosa o para grandes plantaciones donde el acceso a plantas de pulpa es restringido. La diferencia con los regímenes tradicionales orientados a la producción de madera aserrable es que las trozas provenientes de estos regimenes tienden a ser de menor calidad debido al mayor tamaño de ramas. Como resultado de ello se logra una mayor proporción de madera estructural y una menor proporción de madera de uso decorativo o exterior.

Aquellos regimenes directos orientados a la producción de madera clear, tienen como objetivo fundamental producir una banda de madera libre de nudos alrededor de un pequeño cilindro nudoso, podando temprana y meticulosamente las ramas de árboles ampliamente espaciados de buena calidad y vigor. Dentro de los regimenes que consideran poda podemos diferenciar entre los regimenes en plantación y los silvopastorales. Los primeros presentan oportunidades de pastoreo pero esto representa un bono de producción más que un ingreso programado del regimen. En los regimenes silvopastorales el objetivo es conciliar la producción maderera con la producción ganadera.

### ALGUNOS EJEMPLOS DE REGIMENES SILVICULTURALES

Un ejemplo de regimen directo orientado a la producción de madera clear usado por el Servicio Forestal de NZ en el bosque Woodhill en 1985 es presentado a continuación. Se puede apreciar la influencia del regimen propuesto por Fenton y Sutton en 1968 i.e. dos raleos a desecho y tres podas. Notese que el criterio para definir hasta donde podar no es la altura de poda sino que el diámetro sobre el fuste. Esto se ha adoptado como una practica bastante corriente usando calibradores para dicho fin.

| Altura Dominante (m) | Edad aproximada (años) | Programa de Poda                         | Programa de Raleo                      |
|----------------------|------------------------|--|--|
| 6-6.5                | 4-5                    | podar hasta diámetro 9 cm<br>750 árb/ha  | Raleo a desecho (de 1250 a 740 árb/ha) |
| 9                    | 6-7                    | podar hasta diámetro 10 cm<br>370 árb/ha | -                                      |
| 11-12                | 9                      | podar hasta diámetro 10 cm<br>200 árb/ha | Raleo a desecho (de 740 a 200 árb/ha)  |
| -                    | 30 Corta final         |  |  |

Tabla 2. Ejemplo de un regimen de producción directa de madera clear. Fuente: Lavery, 1986

El lector debiera darse cuenta que el diseño de regímenes silviculturales es específico para el sitio y para las condiciones puntuales para las cuales se diseñó. Sin embargo, el marco general de la silvicultura parece ser concordante aún para países diferentes. Maclaren (1993) recopiló información de regimenes directos en buenos sitios de pasturas en Nueva Zelanda y los

resumió de acuerdo a sus parámetros considerando mínimos, máximos y promedios (Tabla 3).

Tabla 3. Rango de variables para regimenes directos en buenos sitios de pasturas en Nueva Zelanda.

|  | Min. | Promedio | Max. |
|--|------|----------|------|
| Densidad inicial (árbs/ha)             | 400  | 800      | 1000 |
| Diámetro sobre el muñón (DOS)          | 16   | 18       | 20   |
| Edad primera poda (años)               | 3    | 5        | 7    |
| Edad última poda (6m) (años)           | 6    | 8        | 12   |
| Copa verde remanente (m)               | 3.0  | 3.5      | 4.5  |
| Edad primer raleo (años)               | 3    | 5        | 7    |
| Edad último raleo (años)               | 6    | 8        | 12   |
| Densidad final (árbs/ha)               | 200  | 300      | 400  |
| Rotación (años)                        | 25   | 28       | 35   |
| <b>Rendimiento:</b>                    |      |          |      |
| Volumen total (m <sup>3</sup> /ha)     | 560  | 740      | 1040 |
| Volumen comercial (m <sup>3</sup> /ha) | 450  | 600      | 840  |
| Volumen podado (m <sup>3</sup> /ha)    | 170  | 200      | 240  |
| DAP promedio al cosechar               | 60   | 55       | 54   |

Fuente: Maclaren (1993)

## DISCUSION

La tendencia actual de la silvicultura de Pino Radiata en los mejores sitios no se ha alejado demasiado de lo planteado por Fenton y Sutton en 1968. Es decir un regimen orientado a la producción de trozas de alto valor con tres podas hasta una altura de aproximadamente 6 m y dos raleos a desecho; o bien, el primero a desecho y el segundo comercial, mayoritariamente para la producción de trozas pulpables. Sin embargo, cabe señalar la conveniencia de evitar creer que existe un regimen estándar que pudiese ser utilizado en todas las situaciones. No existe una solución única que contemple todas las variaciones del sitio y de los objetivos específicos de los productores. Para determinar cual es el regimen óptimo par una situación dada, se debe contar primero con un simulador capaz de predecir los efectos de las intervenciones silviculturales sobre el rendimiento por tipo de producto y otros parámetros dasométricos, se deben conocer los objetivos de los productores, se debe analizar la factibilidad técnica y financiera de realizarlos y se debe elegir dentro de un amplio rango de opciones de manera de acercarse al regimen óptimo.

En la actualidad, se nota una tendencia a reducir la densidad inicial de plantación a valores que se encuentran por debajo de los 1000 árbs/ha, debido al uso de plantas mejoradas genéticamente. Esto permite utilizar tásas de selección menores a las historicamente usadas, debido a que una mayor proporción de árboles puede ser considerado para la cosecha final.

**LECTURA RECOMENDADA**

FENTON, R.T. and SUTTON, WR.J. (1968). "Silvicultural proposals for Radiata Pine on high quality sites". New Zealand Journal of Forestry. 220-228.

JAMES, R.N. (1990). "Evolution of Silvicultural Practice towards wide spacing and heavy thinning". En: Proceedings IUFRO Symposium "New Approaches to spacing and thinning in plantation forestry". FRI Bulletin No 151. p. 13-20. 360 p.

LAVERY, P.B. (1986). "Plantation Forestry with Pinus Radiata". Paper No 12. School of Forestry, University of Canterbury, Christchurch, Nueva Zelanda.

MACLAREN, J.P. (1993). "Radiata Pine Growers' Manual". New Zealand Forest Research Institute (FRI) Bulletin No 184. Rotorua, Nueva Zelanda. 140 p.