

**EDAD OPTIMA DE CORTA DE UN RODAL EXISTENTE. Iván Chacón Contreras, Ingeniero Forestal, Profesor Escuela de Ingeniería Forestal, U. de Talca. Casilla 721. Talca, Chile.**

### **RESUMEN**

*Se presenta un análisis sobre la edad óptima de cosecha de un rodal de *Pinus radiata*, denominado existente, que está creciendo en un sitio sobre el cual se implantará con posterioridad otro rodal, denominado definitivo, cuyo manejo corresponde a un esquema de mayor intensidad.*

*La conclusión principal del trabajo es que la edad óptima de cosecha del rodal existente es más corta cuando se incluye el efecto de los ingresos netos futuros que proporcionará el rodal definitivo.*

### **ABSTRACT**

*The optimum harvesting age of an existing *Pinus radiata* stand is presented and compared with an intensively managed future stand that will be planted on the same site*

*When the net incomes of the intensively managed future stand are considered, the optimum harvesting age of the existing stand should be shorter.*

## INTRODUCCION

Habitualmente se transan predios que sustentan plantaciones de edades que no alcanzan todavía su madurez para la cosecha. En muchos de estos casos, los objetivos de manejo del comprador del predio son distintos de los objetivos bajo los cuales se estaba manejando la plantación por parte de su anterior dueño, lo que enfrenta al nuevo propietario a decidir cuando es económicamente óptimo cortar el rodal existente para reemplazarlo por un rodal nuevo, que será el rodal definitivo implantado sobre el sitio.

Para los efectos de este artículo, se denomina existente a un rodal que crece en un sitio sobre el cual se desea implantar otro bosque de características diferentes, al que se denomina rodal definitivo y que se establecerá en forma permanente en sucesivas rotaciones.

Una de las situaciones más comunes, precisamente similar a la que se desarrolla en este trabajo, es que el rodal existente haya estado sometido a un esquema de manejo poco intensivo, e incluso no es raro encontrar que este rodal carezca completamente de manejo, así que la proyección del bosque queda restringida a productos de menor valor, tales como materia prima para las plantas de pulpa y papel o madera aserrada de baja calidad, aceptable solamente en el mercado nacional. El nuevo propietario (el caso sería igualmente válido si se tratara del mismo dueño), por su parte, pretende obtener de su patrimonio el máximo aprovechamiento, mediante la implantación de un bosque manejado más intensamente, con la finalidad de obtener productos de mayor valor. Cuando la edad del rodal existente ya no permite aplicarle los tratamientos necesarios para alcanzar objetivos de manejo similares a los del rodal definitivo, entonces la única alternativa es cortar aquél e implantar sobre el sitio uno nuevo con las características apropiadas a los objetivos buscados.

El objetivo principal de este trabajo es analizar cuantitativamente el efecto que tiene sobre la edad de corta de un rodal existente, el hecho de planificar la implantación en el mismo sitio, con posterioridad a la corta, de un rodal definitivo de características de manejo distintas, en este caso más intensivo. Adicionalmente, se determina como afectan la oportunidad con que se toma la

decisión de cosechar y la ejecución de una intervención de precosecha, sobre la edad de corta del rodal existente.

## METODOLOGIA

El caso se analiza en forma cuantitativa mediante el procedimiento de seleccionar dos esquemas de manejo estándar, proporcionados por el Manual No. 14 del Instituto Forestal (INFOR, 1985).

El rodal existente se ejemplifica mediante un bosque de pino radiata de 10 años de edad, sin manejo, correspondiente a un sitio de clase II (24 m según García), de la VII Región.

El rodal definitivo, por su parte, se planifica con un raleo a desecho a la edad de 7 años, conjuntamente con una poda a esta misma edad, y un raleo comercial a los 12 años.

La edad de corta del rodal definitivo se optimiza mediante el criterio de maximizar el valor económico del suelo, VES, denominado también valor potencial, y la corta del rodal existente se determina mediante la maximización del valor actual neto, VAN, indicador considerado adecuado para el caso de una sola rotación, que es la situación que enfrenta el rodal existente.

Los antecedentes de costos y beneficios de formación y aprovechamiento de los rodales son estimados, aunque utilizando estándares aceptables. Se considera innecesario, para los efectos perseguidos por este trabajo, aumentar la precisión de estos valores.

El método del trabajo es calcular primero el valor económico del suelo del rodal definitivo y luego calcular la edad óptima de corta del rodal existente, maximizando el valor actual neto, incorporando en el cálculo el beneficio aportado por el valor económico del suelo del rodal definitivo. El efecto de considerar el valor económico del suelo sobre la edad de corta del rodal existente se obtiene por comparación con la fecha de la corta que tendría dicho rodal si no se considera el rodal definitivo.

Finalmente, se analiza si cambia la edad de corta antes calculada, tanto si se retrasa el momento en que se toma dicha decisión como si se aplica una precosecha al rodal.

## RESULTADOS

El Cuadro N° 1 contiene la proyección del rodal existente entre los 10 y 22 años, incluyendo el volumen en m<sup>3</sup> para dos índices de utilización; el valor del vuelo; los costos e ingresos marginales; y la tasa de incremento de los ingresos netos en porcentaje, denominada *p* en la tabla. Esta última columna se calcula restando el costo anual del valor del vuelo de cada año y calculando el porcentaje de incremento respecto del año anterior. Esta tasa indica que la edad de corta de este rodal se alcanzaría a los 20 años, que es el momento en que la tasa de incremento de los ingresos netos se sitúa por debajo del costo de oportunidad del capital que, como se sabe, es el momento en que se produce el máximo valor actual neto. En este caso, corresponde a la edad de corta del rodal existente sin considerar el efecto del rodal definitivo.

Los antecedentes para los cálculos de la tabla son:

Precio de la madera en pie (IU=20 cm)	: 8 000 \$/m <sup>3</sup> .
Precio de la madera en pie (IU=10 cm)	: 4 000 \$/m <sup>3</sup> .
Gastos anuales (administración y otros)	: 15 000 \$/ha.
Costo de oportunidad del capital	: 10%.

## Cuadro N° 1

## PROYECCION DEL RODAL EXISTENTE

Edad (años)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)		Valor vuelo (\$/ha)	Costo marginal (\$/ha)	Ingreso marginal (\$/ha)	p (%)
	IU=20	IU=10				
10	0	69	276.000	27.600	-	-
11	0	98	392.000	39.200	101.000	36,6
12	3	127	532.000	53.200	125.000	31,9
13	16	148	720.000	72.000	173.000	32,5
14	30	165	900.000	90.000	165.000	22,9
15	46	181	1.092.000	109.200	177.000	19,7
16	65	196	1.304.000	130.400	197.000	18,0
17	92	199	1.532.000	153.200	213.000	16,3
18	113	210	1.744.000	174.400	197.000	12,9
19	136	219	1.964.000	196.400	205.000	11,8
20	159	225	2.172.000	217.200	193.000	9,8
21	184	230	2.392.000	239.200	205.000	9,4
22	211	233	2.620.000	262.000	213.000	8,9

IU : Índice de utilización (cm)

En seguida se muestra la proyección del rodal definitivo en el Cuadro N° 2. Para este rodal el precio de la madera en pie para un IU = 20 cm sube a 12 000 \$/m<sup>3</sup>, ya que tiene al menos la primera troza libre de nudos y mayor diámetro. El precio del m<sup>3</sup> en pie para un índice de utilización de 10 cm, por su parte, es el mismo que el del rodal existente, ya que se trata del mismo producto. También se mantienen iguales los gastos anuales (administración y otros), así como el costo de oportunidad del capital del propietario. El costo de formación está conformado por un costo de plantación de 80 000 \$/ha, un costo de la poda y raleo a desecho a los 7 años de 25 000 \$/ha y un beneficio neto por concepto del raleo comercial practicado a los 12 años, de 111 000 \$/ha. Esta cifra se incluye como una sustracción de los costos de formación a la edad respectiva, para facilitar los cálculos, ya que esta forma de planteamiento numérico no afecta a la determinación del valor económico del suelo.

La columna correspondiente al valor económico del suelo (VES) se presenta en la tabla solamente para los años alrededor de la edad óptima de cosecha.

El cuadro muestra que el rodal definitivo que se implantará en este sitio tendrá una edad de rotación de 19 años, con un valor económico del suelo de 520 179 \$/ha, señalado mediante un asterisco.

Cuadro N° 2

## VALOR ECONOMICO DEL SUELO DEL RODAL DEFINITIVO

Edad (años)	Volumen		Valor suelo (\$/ha)	Costo formación (\$/ha)	VES (\$/ha)
	IU=20	IU=10			
10	29	79	664.000	479.836	
11	73	66	1.140.000	542.819	
12	89	83			
12	89	47	1.256.000	501.101	
13	115	50	1.580.000	566.211	
14	139	56	1.892.000	637.833	
15	165	61	2.224.000	716.616	
16	194	63	2.580.000	803.277	
17	226	64	2.968.000	898.605	510.398
18	259	63	2.360.000	1.003.466	516.793
19	295	60	3.780.000	1.118.812	520.179*
20	331	56	4.196.000	1.245.693	515.113
21	370	49	4.636.000	1.385.263	507.908
22	409	42	5.076.000	1.538.789	495.389

IU : Índice de utilización (cm)

Para comprender enteramente la naturaleza de la decisión respecto de la corta del rodal existente es necesario tener en cuenta el exacto significado del VES del rodal definitivo: éste es el valor actualizado de la serie de beneficios netos que se obtendrá por las infinitas rotaciones del bosque y como tal es un valor que se encuentra ubicado en el momento cero o momento de inicio de dicha serie infinita de rotaciones, en otras palabras, en el momento en que se efectúe la primera plantación del rodal definitivo. De este modo, cada año que se retrase la corta del rodal existente, es un año de retraso del inicio de la serie de rotaciones del rodal definitivo, así que en la decisión de cortar el rodal existente intervienen, no sólo el beneficio futuro por la cosecha de este rodal y los costos futuros de administración del mismo, sino que además debe considerarse como beneficio el VES del rodal definitivo.

Nótese que el VES del rodal definitivo no es realmente un ingreso de caja, sino que es la equivalencia financiera correspondiente al valor actualizado de todos los ingresos netos futuros de las sucesivas rotaciones del rodal definitivo. Al retrasar la implantación de dicho rodal se ocasiona una postergación del inicio de la serie infinita de rotaciones del rodal siguiente.

A continuación se presenta el Cuadro N°3, donde se calcula el momento en que debe cortarse el rodal existente. Esta tabla se construye a partir de un momento cero que corresponde a la fecha en que este rodal tiene 10 años, según este ejemplo, momento en que se toma la decisión. La tabla contiene 11 años de proyección (desde 0 hasta 10), con las actualizaciones del valor de la cosecha futura del rodal y de los gastos acumulados futuros de administración, los que aparecen con signo negativo por tratarse de costos. Se incluye también el monto del VES del rodal definitivo, 520 179 \$/ha, actualizado al momento cero desde cada fecha en que correspondería dar inicio a la serie infinita de rotaciones. La última columna de la tabla es la suma de las columnas anteriores, a la que se prefiere no llamar valor actual neto para evitar confusiones, pero que en realidad es exactamente eso: el valor actual de los beneficios netos de cortar el rodal existente e implantar un rodal definitivo, con el esquema de manejo acorde con los objetivos del nuevo propietario del suelo. La idea básica del tratamiento de los beneficios del rodal definitivo fue desarrollada por CLUTTER et al (1983).

En el cuadro se aprecia que el rodal pre-existente deberá cortarse en 7 años más a contar del momento cero, esto es a los 17 años de edad en el caso que se ilustra aquí, donde se encuentra el máximo valor actualizado, ascendente a 965 066 \$/ha. Así se asegura que la decisión de cortar este rodal, para luego implantar el rodal definitivo sobre ese sitio, tenga el mayor beneficio económico para el propietario.

Cuadro N° 3

## DETERMINACION DE LA CORTA DEL RODAL EXISTENTE

Año	Valor del vuelo actualizado (rodal existente) (\$/ha)	Gastos admin. acumulados (rodal existente) (\$/ha)	VES actualizado rodal definitivo (\$/ha)	Suma (\$/ha)
0	276.000	- 15.000	520.179	781.179
1	356.364	- 28.000	472.890	800.618
2	439.669	- 41.033	429.900	828.536
3	540.947	- 52.303	390.818	879.462
4	614.712	- 62.548	355.289	907.453
5	678.046	- 71.862	322.990	929.174
6	736.074	- 80.329	293.627	949.372
7	786.158	- 88.026	266.934	965.066
8	813.589	- 95.024	242.677	961.232
9	832.928	- 101.385	220.607	952.150
10	837.400	- 107.169	200.552	930.783

Nótese que el momento de corta del rodal así determinado deberá ocurrir 3 años antes que la edad óptima calculada mediante el VAN, en el Cuadro N°1. Estos tres años de diferencia constituyen el efecto del rodal futuro sobre la edad de corta del rodal existente.

No debe olvidarse que el resultado numérico de este caso no tiene carácter de principio general, ya que la fecha de corta es estrictamente dependiente de las condiciones en que se encuentre el rodal existente al momento de tomar la decisión, sobre todo en cuanto a la edad del mismo, cuestión clave para tener en cuenta la factibilidad técnica y económica de efectuar al bosque los tratamientos silviculturales necesarios para reorientar el manejo hacia los objetivos de largo plazo del propietario. Sin embargo, la metodología para aproximarse a la toma de la decisión será siempre del mismo tipo y, al menos en este caso, si se tomara diferentes momentos de la edad del rodal pre-existente la fecha de corta no sufre mucha variación.

Para mostrar esto último, supóngase ahora que este mismo caso debe resolverse cuando la edad del rodal existente es de 15 años. La siguiente Tabla N° 4 contiene una proyección del mismo rodal existente, solo que ahora tiene 15 años de edad al momento de decidir su corta. Por eso, en el cuadro



solo cambia la columna que proyecta los rendimientos monetarios futuros, pero permanecen iguales las columnas de actualización de los gastos de administración y del valor económico del suelo del rodal definitivo, ya que la posición del momento cero arbitrario no afecta al cálculo de tales valores.

Cuadro N° 4

## EDAD DE CORTA DEL RODAL EXISTENTE A PARTIR DE LOS 15 AÑOS

Año	Valor vuelo actualizado rodal existente (\$/ha)	Gastos adm. acum. rodal existente (\$/ha)	VES actualizado rodal definitivo (\$/ha)	Suma (\$/ha)
0	1.092.000	- 15.000	520.179	1.597.179
1	1.185.455	- 28.636	472.890	1.629.709
2	1.266.166	- 41.033	429.900	1.654.983*
3	1.310.293	- 52.303	390.818	1.648.808
4	1.341.438	- 62.548	355.289	1.634.179
5	1.348.641	- 71.862	322.990	1.599.769

La edad de corta recomendable se sitúa en dos años más, es decir cuando el rodal tenga 17 años de edad, la misma edad resultante cuando la decisión se toma a los 10 años. El lector puede hacer cálculos para otras edades y observará que en este caso la decisión de cortar a esa edad es constante, pero no se puede garantizar que en otros casos el momento de corta sea siempre el mismo, aunque cambie el momento en que se tome la decisión.

Hasta ahora la decisión de cortar el rodal existente se ha tomado permaneciendo invariable el esquema sin intervenciones silviculturales ni extracciones por una cosecha intermedia. Es interesante observar que una corta de pre-cosecha puede hacer variar la decisión ya estudiada, puesto que una intervención de corta en el rodal modifica el desarrollo de éste con posterioridad a la corta, además de modificar el calendario de flujos netos del proyecto, por proporcionar ingresos anticipadamente. Este efecto se muestra en la siguiente sección.

### Efecto de una precosecha sobre el rodal existente.

Se entiende como pre-cosecha a una entresaca intensa practicada en una edad avanzada del rodal, pero que ocurre antes de la fecha predeterminada para la corta final. En este caso se interviene el rodal a la edad de 14 años, extrayendo 54 m<sup>3</sup> del IU = 10, arrojando un beneficio neto de 216.000 \$/ha.

Se desarrolla a continuación el Cuadro N° 5., que contiene la proyección de los valores del vuelo futuros del rodal, el respectivo valor actual de estos valores y de los gastos de administración y del VES del rodal definitivo, de la forma ya conocida, agregándose una columna que consigna los valores actualizados del beneficio de la pre-cosecha efectuada al rodal en el año 14.

Cuadro N° 5

#### EFFECTO DE UNA PRE-COSECHA SOBRE EL RODAL EXISTENTE

Años	(1) (\$/ha)	(2) (\$/ha)	(3) (\$/ha)	(4) (\$/ha)	(5) (\$/ha)	(6) (\$/ha)
4	684.000	467.181	147.531	- 62.548	355.289	907.453
5	968.000	661.157	147.531	- 71.862	322.990	1.059.816
6	1.184.000	668.337	147.531	- 80.329	293.627	1.029.166
7	1.424.000	730.737	147.531	- 88.026	266.934	1.057.176
8	1.672.000	780.000	147.531	- 95.024	242.677	1.075.184
9	1.936.000	821.053	147.531	- 101.385	220.607	1.087.806
10	2.208.000	851.280	147.531	- 107.169	200.552	1.095.748
11	2.496.000	874.833	147.531	- 112.426	182.320	1.092.258
12	2.784.000	887.068	147.531	- 117.205	165.745	1.083.139

(1): Valor del vuelo del rodal existente.

(2): Valor actualizado del vuelo del rodal existente.

(3): Valor actualizado de los beneficios de la precosecha del rodal existente.

(4): Valor actualizado acumulado de los gastos anuales del rodal existente.

(5): Valor económico del suelo actualizado del rodal definitivo.

(6): Suma de las columnas (2) a la (5), correspondiente al valor actual neto de todos los beneficios futuros del rodal existente más el rodal definitivo.

El cuadro se muestra solamente desde la edad de 14 años hacia adelante, después del raleo, que es donde se producen cambios respecto del cuadro original para el cálculo de la corta del rodal existente. El valor actual del beneficio de la pre-cosecha de este rodal, la cifra \$ 147.531, resulta de capitalizar la precosecha hasta un año cualquiera y luego actualizar el valor resultante. El monto se mantiene constante porque los \$ 216 000 capitalizan al 10 % desde el año 14 hacia adelante y luego se descuenta hasta el momento cero a la misma tasa.

Este mismo hecho de permanecer constante el valor actualizado del beneficio de la pre-cosecha, además de que la serie de valores que adopta el vuelo también cambia, por el efecto de la intensa extracción practicada en el año 14, hace que la nueva fecha óptima para cortar el rodal existente sea en 10 años más, es decir a los 20 años de edad, y no a los 17 como quedó determinado para el caso anterior (sin pre-cosecha). En otras palabras, la pre-cosecha tiene un doble efecto sobre el rodal: cambia la tasa de incremento del valor del vuelo residual, por una parte, y también cambia la tasa de crecimiento de la parte extraída, la que ahora crece a una tasa constante de 10 % anual, que es el costo de oportunidad del capital del dueño del bosque. Es interesante observar, finalmente, que al nuevo propietario del bosque le resulta más conveniente efectuar una pre-cosecha a este rodal, lo que se explica tanto por la obtención de beneficios más anticipadamente que en el caso anterior (sin precosecha), como porque después del fuerte raleo del bosque éste cambia a futuro la composición de los diámetros y por tanto su valor. Efectivamente, el valor actualizado de los beneficios netos en el último caso (con precosecha), alcanza a \$1.095.748, mientras que en la situación anterior dicho beneficio neto asciende solo a 965.066 \$/ha.

Este último ejercicio permite mostrar que el propietario de un bosque tiene muchas posibilidades frente a la decisión de qué hacer con el rodal. Tales posibilidades abarcan todas las intervenciones que es posible practicar en un bosque, de diferente tipo (podas y raleos), a distintas edades y con diferente intensidad, lo que arroja un número casi infinito de variantes, al menos en teoría. Para hacer esto basta con disponer de un simulador de intervenciones silvícolas y bastante tiempo para probar múltiples opciones. Por fortuna, en la realidad esta cantidad interminable de posibilidades es restringida, por razones de índole más bien prácticas, y no va más allá de uno o dos raleos. Por otra parte, dado que los resultados que arroja un simulador de crecimiento corresponden a promedios de sitios a veces bastante extensos, vale la pena

probar solo opciones que arrojen diferencias significativas entre sí, debido a que el error normal que contienen los resultados de una proyección del rendimiento del bosque hace que las diferencias entre alternativas, muy parecidas en teoría, en la práctica no sean tan distintas.

## CONCLUSIONES

La principal conclusión de este estudio es que la fecha de corta de un rodal cambia cuando se planifica implantar sobre el sitio un nuevo rodal de características de manejo distintas, en relación con la situación en que no se tiene previsto cambiar el esquema de manejo del rodal existente.

En este caso, en que el rodal definitivo se manejará más intensamente que el rodal existente, la edad de cosecha óptima de éste último se acorta.

La razón de este acortamiento de la edad de cosecha del rodal existente reside en que la postergación de la implantación del rodal definitivo posterga la obtención de ingresos futuros más elevados.

La fecha en que se toma la decisión a futuro de cuando se cortará el rodal existente no tiene efecto significativo sobre la edad de cosecha determinada, pudiendo postergarse el análisis algunos años sin modificar el momento óptimo de la cosecha.

Un cambio drástico en la densidad del rodal existente (como una pre-cosecha) puede modificar significativamente su edad de corta.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

Clutter et al., 1983. "Timber Management: A Quantitative Approach". John Wiley and sons, USA.

INFOR, 1985. "Manual N° 14. Compendio de Tablas Auxiliares para el Manejo de Plantaciones de Pino Insigne". Instituto Forestal, Chile.