

EDAD ÓPTIMA DE COSECHA. UNA DISCUSIÓN EN TORNO AL VALOR PRESENTE NETO (VAN) Y LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR). Iván Chacón Contreras. Ingeniero Forestal. Profesor Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad de Talca. Casilla 721, Talca, Chile.

RESUMEN

Se discute y compara el uso del valor actual neto (VAN) y de la tasa interna de retorno (TIR) para la determinación de la edad óptima de corta de rodales coetáneos, mediante la utilización de un ejemplo numérico.

Palabras clave: Manejo forestal, Rotación forestal.

ABSTRACT

Net present value (NPV) is mathematically compared to internal rate of return (IRR). Using this comparison, the optimum harvest age of even-aged stands may be determined.

Keywords: Forest management, Forest rotation.

INTRODUCCIÓN

El criterio económico-financiero es el más ampliamente usado por los propietarios de bosques, especialmente los privados, para decidir el momento óptimo de cosechar sus rodales, siguiendo el principio de maximizar sus excedentes monetarios.

Cuando se utiliza un enfoque económico en vez de uno volumétrico para determinar cuando cortar los árboles, quien toma la decisión no está pensando en el volumen de madera a obtener del rodal, sino en la cantidad de dinero que le retribuirá el bosque según la opción escogida, tanto respecto del tipo e intensidad del manejo practicado a los rodales como respecto de la edad a la cual los coseche. La naturaleza del problema es que el valor neto a obtener de la cosecha del rodal cambia año a año debido al crecimiento de los árboles y, por otra parte, con el tiempo también se van acumulando costos, tanto los costos explícitos provenientes de la plantación, manejo silvícola y administración, como los implícitos costos de oportunidad: del capital y del valor comercial del suelo. Entonces hay un momento en que el incremento del valor de la madera en pie originado en el crecimiento de los árboles ya no es suficiente para justificar la permanencia de un "stock" cuyo costo de oportunidad crece cada año.

Como es sabido, lo adecuado para examinar la magnitud de los excedentes monetarios de una alternativa cualquiera de inversión es el valor actual neto (VAN) de todos los costos y beneficios futuros de la inversión. Esto es precisamente lo que se requiere hacer para determinar la edad de rotación óptima desde el punto de vista económico: calcular el valor actual neto para cada decisión de rotación escogida y seleccionar aquella que asegure la obtención del mayor excedente neto actualizado. Además del valor actual neto, la rentabilidad de una inversión se puede medir mediante la tasa interna de retorno (TIR), indicador que puede ser apropiado solo en condiciones excepcionales. En términos estrictos, este segundo indicador es un caso especial del primero y actualmente se le reconoce una utilidad prácticamente nula, dadas las grandes limitaciones que presenta. Sin embargo, las particularidades de ambos ameritan una discusión profunda acerca de la pertinencia de cada uno de ellos.

El objetivo de este trabajo es plantear una discusión en torno a los indicadores VAN y TIR, en relación con su pertinencia para fijar correctamente la edad de corta de un rodal coetáneo. Se asume una administración descentralizada del rodal, es decir, las decisiones se toman independientemente de otros rodales.

La hipótesis planteada es que el indicador adecuado para fijar la edad de rotación de un rodal coetáneo es el VAN, pero en ciertos casos especiales puede resultar correcta la aplicación de la TIR.

METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo es el análisis cuantitativo de un rodal de *Pinus radiata*, sometido a un esquema de manejo sin intervenciones intermedias. Se desarrolla completamente la vida de un rodal supuesto, aunque la información de rendimiento volumétrico es semejante a la que se puede observar en las tablas de rendimiento para pino insigne en Chile, según lo publicado por el Instituto Forestal (INFOR, 1985). Se presenta también el cálculo detallado del valor del vuelo del rodal para diferentes edades, basado en el valor residual de la madera en pie estandarizado para un solo producto, a fin de hacer más sencilla la presentación de la información, y el costo de formación del rodal a lo largo de la vida del mismo. También se calcula el valor actual neto para todas las potenciales edades de corta, con un tasa de descuento del 8 %; la tasa interna de retorno; la tasa de incremento del valor del vuelo, neto del gasto anual constante (gastos administrativos más costo de oportunidad del valor comercial del suelo); finalmente, el valor económico del suelo, denominado también valor potencial y valor esperado del suelo.

Los conceptos empleados responden a las siguientes expresiones matemáticas:

$$VAN = \sum_{j=0}^r \frac{B_j - C_j}{(1+i)^j}$$

$$O = \sum_{j=0}^r \frac{B_j - C_j}{(1+t)^j} \quad \text{donde } t = TIR$$

$$VES = \sum_{j=0}^r \left(\frac{(B_j - C_j)(1+i)^{r-j}}{(1+i)^r - 1} \right)$$

Donde:

- VAN = Valor actual neto (\$/ha).
- TIR = Tasa interna de retorno (valor decimal).
- VES = Valor económico o potencial de suelo (\$/ha).
- r = Edad de corta del rodal o rotación (años).
- j = Edad intermedia del rodal entre 0 y r (años).
- B_j = Beneficio a la edad j , (\$/ha).
- C_j = Costo a la edad j (\$/ha).
- I = Tasa alternativa del capital (valor decimal).
- t = Tasa interna de retorno (valor decimal).

RESULTADOS

El cálculo del desarrollo del rodal se presenta en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1

DETERMINACIÓN DE LA EDAD DE CORTA DE UN RODAL SUPUESTO DE PINO INSIGNE

(1) Edad (años)	(2) Volumen (m ³ /ha)	(3) Valor Vuelo (\$/ha)	(4) Costo Formación (\$/ha)	(5) VAN (\$/ha)	(6) TIR (%)	(7) P (%)	(8) VES (\$/ha)
5	52.285	209.140	190.906	12.410	10,4	-	38.852
6	60.494	241.976	216.178	16.257	10,5	10,9	43.958
7	69.707	278.828	243.473	20.629	10,6	11,1	49.528
8	80.068	320.272	272.950	25.567	10,7	11,3	55.613
9	91.742	366.968	304.786	31.106	10,8	11,5	62.243
10	104.918	419.672	339.169	37.288	10,9	11,6	69.463
11	119.818	479.272	376.302	44.162	11,0	11,8	77.326
12	136.698	546.792	416.407	51.778	11,1	12,0	85.884
13	155.854	623.416	459.719	60.191	11,2*	12,2*	95.193
14	174.006	696.024	506.497	64.527	11,1	10,0	97.837
15	193.667	774.668	557.016	68.613	11,0	9,9	100.200
16	214.914	859.656	611.578	72.412	10,9	9,7	102.261
17	237.827	951.308	670.504	75.893	10,8	9,5	104.001
18	262.483	1.049.932	734.144	79.026	10,7	9,3	105.403
19	288.955	1.155.820	802.876	81.781	10,6	9,1	106.446
20	217.317	1.269.268	877.106	84.138	10,5	9,0	107.121
21	347.636	1.390.544	957.274	86.072	10,4	8,8	107.410*
22	379.974	1.519.896	1.043.856	87.563	10,3	8,6	107.300
23	414.390	1.657.560	1.137.365	88.595	10,2	8,4	106.784
24	450.933	1.803.732	1.283.354	89.160	10,1	8,2	105.853
25	489.649	1.958.596	1.347.422	89.242	10,0	8,0	104.501
26	530.570	2.122.280	1.465.216	88.836*	9,9	7,8	102.725
27	573.724	2.294.896	1.592.433	87.939	9,8	7,7	100.523
28	619.126	2.476.504	1.729.828	86.550	9,7	7,5	97.898

Las explicaciones del cuadro son:

* Valor más alto de la columna respectiva.

- (1) Edad del rodal, años. La columna se inicia en el 5° año, bajo el supuesto que no hay existencias madereras comerciales antes de esa edad.
- (2) Volumen hipotético del rodal para cada edad (m³/ha).
- (3) Valor del vuelo o de la madera en pie (\$/ha). El valor está calculado sobre la base de un precio de \$ 4 000/ m³ en pie, es decir, neto de gastos de cosecha. La columna se calcula multiplicando la columna (2) por \$4 000. Corresponde también al valor comercial del rodal.

- (4) Costo de formación del rodal (\$/ha). Calculado sobre la base de un costo de plantación de \$ 90.000/ha, un costo anual de \$ 10.000/ha/año (administración y costo de oportunidad del valor comercial del suelo), y un costo de oportunidad del capital de 8 % real anual.

Para una edad e cualquiera, por ejemplo, el monto que alcanza el costo de formación, $CF(e)$, es el siguiente:

$$CF(e) = 90.000(1,08)^e + 10.000 \frac{(1,08)^e - 1}{0,08}$$

- (5) Valor actual neto del rodal para cada edad (\$/ha). Corresponde al valor neto de la inversión actualizada al año cero, suponiendo que el rodal se corta a la edad para la cual se está haciendo el cálculo.

La forma general del cálculo de esta columna, para una edad e cualquiera es la siguiente:

$$VAN(e) = \frac{VV(e)}{1,08^e} - 90.000 - 10.000 \frac{(1,08)^e - 1}{0,08(1,08)^e}$$

Donde: $VV(e)$ es el valor del vuelo a la edad e .

Sin embargo, dado que ya se ha calculado el costo de formación del rodal, en este caso el valor actual neto se puede obtener más fácilmente así:

$$VAN(e) = \frac{VV(e) - CF(e)}{(1,08)^e}$$

- (6) Tasa interna de retorno para cada edad de cosecha (%). El cálculo de su monto para un año e cualquiera se hace mediante la siguiente expresión:

$$0 = \frac{VV(e)}{(1+t)^e} - 90.000 - 10.000 \frac{(1+t)^e - 1}{t(1+t)^e}$$

Donde: t es la tasa interna de retorno (valor decimal).

(7) Ingreso marginal bruto de cada año (%).

La expresión matemática para su cálculo en un año e es:

$$p = \left[\frac{VV(e) - 10.000}{VV(e-1)} - 1 \right] * 100$$

Donde: $VV(e-1)$ es el valor del vuelo del año anterior y 10 000 es el costo anual constante. Dado que este gasto anual es relativamente pequeño en relación con el valor del vuelo, especialmente cuando el rodal se va haciendo mayor, p es un valor muy cercano a la tasa de crecimiento del valor de la madera en pie. Además, dado que el valor del m^3 en pie se asume constante aquí, p representa aproximadamente la tasa de crecimiento del "stock" de volumen en pie.

(8) Valor económico del suelo, \$/ha. También se le denomina valor potencial y valor esperado del suelo. Corresponde al valor actual de los beneficios netos de todas las rotaciones futuras del rodal.

El modo de cálculo más rápido a partir de los datos del cuadro, para una edad " e " cualquiera, es:

$$VES(e) = \frac{VV(e) - CF(e)}{(1+i)^e - 1}$$

o bien,

$$VES(e) = \frac{VAN(1+i)^e}{(1+i)^e - 1}$$

DISCUSIÓN

En primer lugar, obsérvese el VAN y la TIR. En el cuadro se aprecia que la edad de corta del rodal se produce a los 13 años según el criterio tasa interna de retorno, y a los 25 años según el criterio valor actual neto, edades a las cuales estos indicadores son máximos. El hecho de que las edades de corta determinadas por ambos criterios sean diferentes, hace que deba prestársele la máxima atención al análisis de la naturaleza de

la decisión a tomar, para elegir correctamente. Los datos supuestos de este ejemplo arrojan una diferencia intencionadamente grande entre los dos indicadores, pero si se calcula con datos más ajustados a la realidad, la diferencia se mantiene, aunque más estrecha.

Nótese que la TIR es máxima cuando la tasa de incremento del ingreso marginal (que, como ya se dijo, prácticamente corresponde a la tasa de incremento del valor del vuelo), se iguala con aquella. En efecto, el valor de p se mantiene por sobre el valor de la TIR mientras éste es ascendente, hasta que ambos valores se igualan, aproximadamente entre los 13 y 14 años, para luego el valor de p permanecer por debajo de la tasa interna. Aquí ocurre algo parecido a la clásica relación microeconómica existente entre las productividades media y marginal: si para un año cualquiera la tasa del ingreso marginal es mayor que la tasa interna de la inversión calculada para ese año, entonces ésta deberá volver a crecer, lo que se repite hasta que p comienza a "tirar" de la TIR hacia abajo. Esto ocurre porque la TIR, aunque es una tasa compuesta, mide la productividad media de una inversión, mientras que la tasa de incremento del valor del vuelo es una tasa marginal.

En el caso del valor actual neto, éste alcanza su máximo valor cuando p llega a ser 8 %, tasa del costo de oportunidad del capital en este ejemplo, y que como se sabe es constante e independiente, tanto de la tasa interna de retorno como de la tasa de crecimiento del valor del vuelo. En forma análoga a la señalada acerca de la relación entre la TIR y p , mientras el valor de p permanece por encima del costo de oportunidad del capital, el valor actual neto crece, hasta que la productividad marginal llega a ser igual a la tasa alternativa, momento en que el VAN alcanza su máximo. Después de que esto ocurre, p se mantiene por debajo de 8 % y entonces el VAN decrece.

Excluyendo, por ahora, los \$ 10.000 del costo anual, para simplificar la explicación, obsérvese que el costo de formación del rodal crece a una tasa constante equivalente a la tasa alternativa del propietario, en este caso 8 %, mientras que el ingreso crece cada año a una tasa variable, que corresponde al incremento del volumen del rodal. (En procura de la mayor simplicidad se ha preferido dejar constante el precio del m³ en pie, considerando un solo producto, además). Como el VAN corresponde a la actualización de la diferencia entre el valor del rodal y el costo de formación del mismo, entonces parece obvio que crecerá mientras el valor del vuelo crezca a una tasa más alta que la tasa a la que crece el costo de formación.

¿Cuál es la edad correcta para cosechar el rodal, desde el punto de vista económico-financiero, 13 ó 25 años?

Para responder a esta pregunta es necesario conocer el verdadero costo de oportunidad del propietario del rodal. Si la situación corresponde a una sola rotación, en otras palabras, luego de cortar los árboles no se continuará con el negocio, el costo de oportunidad del capital del propietario es la tasa alternativa, es decir 8 % en el caso

que se estudia aquí. Esto significa que si el propietario tiene como alternativa para su inversión una tasa del 8 %, le conviene mantener su bosque en pie mientras el valor de éste se encuentre creciendo por sobre 8 %. Pero si el propietario del bosque tuviera la intención de invertir el dinero de la cosecha de nuevo en una inversión como la de este bosque, entonces deberá cosecharlo mucho antes, exactamente cuando la tasa interna de retorno es máxima, justamente porque esta rentabilidad pasa a ser el verdadero costo de oportunidad del propietario. Así, la respuesta a la pregunta antes formulada no es única, sino que depende de las intenciones (u objetivos) del propietario y, desde luego, del costo de oportunidad pertinente al momento de adoptar la decisión.

También se puede tomar la decisión desde el punto de vista del comportamiento del costo e ingreso marginales, escogiendo año a año entre las alternativas cortar o mantener el bosque en pie. Si se supone que el propietario está pensando cosechar el bosque y terminar con el negocio de los árboles, entonces la tasa alternativa pertinente para el inversionista es 8 %, y el razonamiento que deberá hacer es el siguiente:

AÑO 24:

Costo marginal de esperar un año: Corresponde a lo que deja de ganar por concepto de intereses sobre el monto del valor del vuelo a la edad de 24 años, asumiendo que 8 % es una tasa accesible para el propietario.

$$\$ 1.803.732 * 0,08 = \$ 144.299$$

Ingreso marginal de esperar un año: Corresponde al incremento del valor del vuelo entre el año 24 y el 25, menos el costo anual de mantener el rodal en pie. (No debe olvidarse que este costo corresponde a los gastos de administración más el costo de oportunidad del valor comercial del suelo).

$$\$ 1.958.596 - \$ 1.803.732 - \$ 10.000 = \$ 144.864$$

Como el ingreso de esperar un año es todavía mayor que el respectivo costo marginal de esta decisión, entonces el propietario debe esperar y no cortar aún ¿Qué decisión corresponde tomar al año siguiente?

AÑO 25:

Costo marginal de esperar un año:

$$\$ 1.958.596 * 0,08 = \$ 156.688$$

Ingreso marginal de esperar un año:

$$\$ 2.122.280 - \$ 1.958.596 - \$ 10.000 = \$ 153.684$$

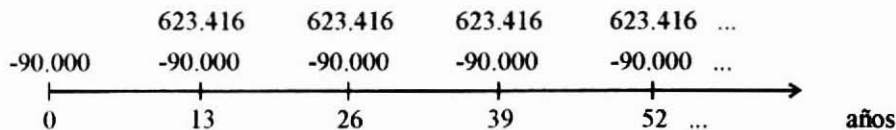
En este caso, el ingreso marginal de esperar un año adicional con el bosque en pie es inferior al costo marginal de esta opción, razón suficiente para cortar los árboles en el año 25. Esta forma de análisis es perfectamente consecuente con el cálculo del valor actual neto máximo y, en cierta forma, ayuda a comprender porqué el máximo valor de este indicador es un óptimo: el momento de cosechar el rodal se produce cuando el costo de mantener un "stock" en crecimiento (8 % en este caso) supera al beneficio de liquidarlo (tasa de crecimiento del valor de la madera en pie). No es otra cosa que la ratificación del eterno principio de la microeconomía para encontrar el nivel óptimo de producción: cuando el ingreso y el costo marginales se igualan.

Esta forma recién expuesta de averiguar si ha llegado el momento de cortar los árboles es, obviamente, aplicable en cualquier edad del rodal, no solamente alrededor de la edad de rotación, y es la que explica porqué los propietarios tienden a liquidar antes sus inversiones en bosques en períodos en que el sistema económico presenta altas tasas de interés en el mercado financiero: simplemente, la opción de cortar el bosque se hace financieramente superior a la opción de mantenerlo en pie.

Todo lo anterior muestra que la edad de rotación óptima es muy sensible al costo de oportunidad del capital. En este mismo caso, si la tasa alternativa fuese, por ejemplo, 9%, entonces la edad de rotación óptima se hubiese alcanzado bastante antes del año 25, precisamente en el año 20. Si el propietario hubiese planificado su rodal desde un comienzo para ser cortado en el año 25, pero a los 20 años de edad se percata que la tasa alternativa del capital ha subido y estima que se mantendrá en ese nivel más alto a lo largo de los próximos años, entonces debiera modificar la edad de corta antes planeada y ajustarla a la nueva condición. Obviamente el mismo tipo de conclusión debería extraerse si la tasa externa (como también se denomina al interés alternativo para la inversión) presentara una disminución estable en el tiempo, en cuyo caso la edad de corta debiera retrasarse. Vale la pena destacar que las modificaciones en la tasa externa afectan a la edad de corta tomando en cuenta solamente el criterio del máximo VAN, pero los cambios en la tasa alternativa no modifican la edad de corta según el criterio de la tasa interna de retorno, la que es independiente de la tasa alternativa del capital. Si ésta última sufriera una modificación de tal magnitud que superara a la tasa interna máxima de la inversión, existiría una razón suficiente para recomendarle al propietario del rodal que liquide su inversión de inmediato, porque ésta en realidad no debiera haberse efectuado nunca.

Retomando el análisis asociado a la tasa interna de retorno, obsérvese que si el propietario se encontrara en el año 13 de la vida del rodal y si la tasa alternativa fuese 8 %, utilizando la comparación del ingreso marginal con el costo marginal, su decisión debería ser la de mantener el rodal en pie (ya se sabe que deberá esperar hasta el año 25). Pero, ¿cuál es su decisión si el dueño pretende volver a plantar en ese sitio un bosque de las mismas características? Si corta el bosque a los 13 años obtiene un beneficio monetario de \$ 623.416 e incurrirá en un gasto de plantación (supóngase que

reforestará de inmediato, en el mismo año) ascendente a \$ 90.000, que corresponde a la inversión inicial del ciclo siguiente. Esta inversión, más los gastos anuales de \$ 10.000, tienen una rentabilidad de 11,2 %, siempre que vuelva a cortar a los 13 años y reinvierta en el mismo negocio indefinidamente. Planteado en forma esquemática, esta situación adopta el siguiente aspecto:

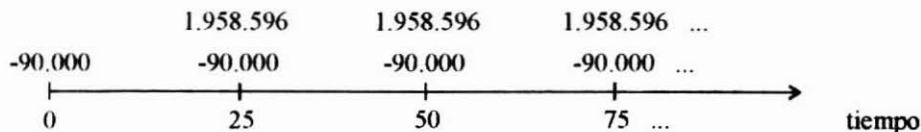


En la parte superior del eje que representa al tiempo se ubican los costos e ingresos en cada momento en que se producen (en el gráfico no aparecen los costos anuales por razones de espacio, pero deben tenerse en cuenta). Estos montos se siguen repitiendo en forma indefinida cada 13 años, como lo indican los puntos suspensivos colocados al final de cada serie de cifras. La TIR para el esquema así presentado se calcula como sigue:

$$-90.000 + \frac{623.416 - 90.000}{(1+t)^{13} - 1} - \frac{10.000}{t} = 0$$

De donde se obtiene que $t = 11,2 \%$. Es decir, la tasa interna de retorno de la inversión considerando tanto una sola rotación como infinitas rotaciones, alcanza al mismo valor, lo que era de esperar. El primer término de la ecuación es el costo de plantación de la primera rotación; el segundo término representa el valor actual de una serie infinita de beneficios netos que ocurren cada 13 años, donde el primero ocurre 13 años después del momento 0; y el tercero es el valor actual de la serie infinita de gastos anuales.

¿Que ocurre si se calcula la tasa interna para infinitas rotaciones de 25 años? Análogamente, el esquema es el siguiente:



Del mismo modo que antes, el respectivo planteamiento para calcular la TIR es:

$$0 = \frac{1.868.596}{(1+t)^{25} - 1} - 90.000 - \frac{10.000}{t}$$

Donde la tasa interna alcanza a 10,0 %. Si se trata de decidir cuál alternativa tiene mayor tasa interna de retorno considerando infinitas rotaciones, entonces lo correcto es escoger una edad de corta de 13 años, en este caso.

Sin embargo, ¿es la tasa interna de retorno el criterio válido para decidir el largo de la rotación? Hasta ahora se tiene que, repitiendo la inversión infinitas veces, una de las edades de corta tiene más alta rentabilidad según la tasa interna de retorno de la inversión, pero si se toma en consideración que el inversionista tiene para el proyecto completo, nuevamente, un costo de oportunidad del capital de 8 %, entonces el valor actual neto es más alto si se corta cada 25 años. Obsérvese el cálculo del respectivo VAN para las edades de corta de 13 y 25 años, con un costo alternativo del capital de 8%.

13 AÑOS:

$$VAN = \frac{533.416}{(1,08)^{13} - 1} - 90.000 - \frac{10.000}{0,08} = \$95.193$$

25 AÑOS:

$$VAN = \frac{1.868.596}{(1,08)^{25} - 1} - 90.000 - \frac{10.000}{0,08} = \$104.501$$

Al propietario le es más conveniente cosechar su bosque a los 25 años y no a los 13. Pero ¿es ésta la edad óptima de rotación del bosque, dada la nueva condición de infinitas rotaciones? Indudablemente la inversión ahora es distinta: consiste en un proyecto repetible infinitas veces, que es el caso más cercano a la situación de la empresa forestal estable en el tiempo y que debe mantener un patrimonio constante para abastecer una cierta capacidad industrial instalada. El valor actual neto de una serie infinita de rotaciones es lo que en el manejo forestal recibe el nombre de valor económico del suelo (VES) y también valor esperado o potencial del suelo (Se). Conceptualmente, corresponde a fijar la rotación del bosque a una edad que asegure el máximo aprovechamiento económico del suelo, extrayendo de él su mayor potencialidad, de manera que el propietario tenga el más alto incremento de su riqueza

netamente presente. Este es el clásico concepto presentado por Faustmann para valorizar económicamente un suelo forestal cubierto por un bosque coetáneo (DAVIS, 1966; CLUTTER et al, 1983).

De acuerdo con este criterio, como se observa en el cuadro, la edad de rotación de este rodal, considerando infinitas rotaciones, es 21 años, edad para la cual se alcanza el máximo valor económico del suelo, ascendente a \$ 107.410 por hectárea.

Parece conveniente hacer notar que la edad de rotación determinada por este criterio, al igual que en el caso del máximo VAN, es muy sensible al costo de oportunidad del capital del inversionista, ya que es fácil observar que existe una estrecha relación entre ambos. Esta estrecha dependencia que tienen de la tasa de descuento, tanto el VAN como el VES, es una de las razones por la cual a veces se prefiere utilizar la tasa interna de retorno para determinar la rentabilidad de la inversión. Pero ante este argumento no debe, a su vez, olvidarse que la TIR adolece de serias limitaciones como indicador, especialmente para comparar proyectos.

Se sabe, por ejemplo, que puede haber más de una solución al determinar la TIR y que el número de soluciones está relacionado con la cantidad de cambios de signo que presente la respectiva ecuación de cálculo. El esquema de manejo del caso analizado en este trabajo es sencillo, ya que presenta un solo cambio de signo: desde el año cero hasta el momento de la cosecha tiene solamente egresos, presentando un único y gran ingreso en el año de la corta final. Este diseño no presenta el problema de soluciones múltiples. Sin embargo, los esquemas de manejo habitualmente practicados son mucho más complejos, puesto que incorporan hasta dos o tres ingresos en edades intermedias del rodal, producto de raleos comerciales o cortas de pre-cosecha. También pueden presentarse otros ingresos originados en la extracción de productos secundarios, aunque menos frecuentemente, e incluso en las bonificaciones a las que puede acceder el propietario durante la vigencia del D.L. 701. La existencia de estos beneficios intermedios en un ciclo de la vida económica del bosque transforma un proyecto simple en otro mucho más complejo, con varios cambios de signo y que podría presentar más de una tasa interna de retorno razonablemente posible.

Pero lo anterior no es todo. El procedimiento de cálculo de la TIR presupone que todos los flujos del proyecto capitalizan precisamente a la propia tasa interna. Esto involucra una debilidad conceptual que hace poner en duda la aceptación de este indicador. Pensando en el mismo proyecto de este análisis: ¿cómo puede entenderse cabalmente el hecho de que los costos anuales, por ejemplo, capitalicen o actualicen al 11,2 %, que es la TIR del proyecto (si se corta a los 13 años)? Se puede argumentar insistiendo en que la rentabilidad de una inversión depende de la tasa alternativa del capital, y que si el VAN se calculara con una tasa de descuento de 11,2 %, sería más rentable cortar a los 13 que a los 25 ó 21 años, pero ésta es la tasa alternativa pertinente sólo si el inversionista compara su proyecto de forestación con otro similar. Esto sería cierto solamente si estuvieran disponibles otros proyectos similares o fuera posible una

amplificación sin límites del mismo proyecto (Para profundizar en este análisis ver FONTAINE, 1983; SAPAG y SAPAG, 1990; VAN HORNE, 1976).

Esta última reflexión lleva a pensar, finalmente, que a aquellas empresas que se encuentren en un período de expansión y, por lo tanto, durante un cierto tiempo estén acrecentando su patrimonio boscoso utilizando todos sus fondos en proyectos de forestación con una rentabilidad de 11,2 %, efectivamente les conviene cortar sus bosques a la edad en que su tasa interna de retorno es máxima. Pero un período de expansión de tales características es sostenible tan solo unos pocos años, llegando pronto a estabilizar su patrimonio en el tamaño adecuado para abastecer sus plantas industriales o, incluso, hasta lo que es físicamente posible expandirse. Una vez alcanzado su tamaño definitivo, la empresa estable y permanente en el tiempo deberá fijar la rotación de los rodales de sus bosques a una edad tal que obtenga de ellos el máximo valor económico del suelo. Esto no significa que el propietario no pueda cambiar nunca más la edad de corta del bosque, sino por el contrario, nuevas condiciones del costo de oportunidad del capital, de los precios relativos de los productos e insumos o del esquema de manejo empleado, obligarán a la empresa a determinar el nuevo óptimo económico para la rotación de sus bosques.

CONCLUSIÓN

La edad de corta de rodales coetáneos puede ser muy diferente si se emplea como criterio de decisión la tasa interna de retorno o el valor actual neto, así como si el proyecto es repetible o no lo es.

El criterio adecuado para decidir cuando cortar el bosque depende fundamentalmente de los objetivos del propietario, lo que define el costo de oportunidad de su inversión. Corresponde usar el valor actual neto si el bosque no se volverá a plantar después de la primera cosecha. La tasa interna de retorno, en cambio, es pertinente solo en el excepcional caso en que el negocio consiste en una serie de rotaciones en que todos los fondos del propietario se invierten en bosques, cuya rentabilidad esperable es precisamente la TIR del proyecto. Pero para un propietario con un patrimonio estable en el tiempo lo pertinente es usar el criterio del valor económico del suelo, que conceptualmente equivale al VAN de un proyecto que se repite infinitas rotaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Clutter et al., 1983.** "Timber Management: A quantitative approach". John Wiley and sons. USA.
- Davis, K., 1966.** "Forest Management: Regulation and Valuation". Mc Graw-Hill Co.
- Fontaine, E., 1983.** "Evaluación Social de Proyectos". Ediciones Universidad Católica, Santiago, Chile.

INFOR, 1985. Compendio de Tablas Auxiliares Para el Manejo de Plantaciones de Pino Insigne. Manual N° 14.

Sapag, N. y SAPAG, R., 1990. "Preparación y Evaluación de Proyectos". Mc Graw Hill, Bogotá.

Van Horne, J., 1976. "Administración Financiera". Ediciones Contabilidad Moderna, Buenos Aires.