UN METODO SIMPLE PARA EVALUAR TECNICAS DE ESTABLECIMIENTO

Oscar García (*)

RESUMEN

Supóngase que una mejora en técnicas o tratamientos de establecimiento acorta en δ años el tiempo necesario para alcanzar un tamaño final dado. Es posible entonces calcular un punto de quiebre para el costo adicional, como porcentaje del valor de la plantación, dados solamente δ y la tasa de interés o tasa interna de retorno. No se necesitan modelos o curvas de rendimiento, ni información detallada de precios y costos.

Ingeni ro Forestal, Magister en Estadística Matemática e Investigación Operativa. Ph.D. Universidad Georgia. Universidad Austr l de Chile. Instituto Forestal. Santiago, Chile.

INTRODUCCION

Con frecuencia es necesario evaluar técnicas de plantación o regeneración, o tratamientos de preparación del suelo tales como subsolado, fertilización o control de malezas. En principio, ésto podría hacerse usando un modelo de crecimiento capaz de estimar los efectos de las diferentes alternativas sobre el desarrollo de un rodal, proyectando los costos e ingresos correspondientes, y calculando índices de rentabilidad como el valor potencial del suelo de Faustmann (VPS) o la tasa interna de retorno (TIR). Sin embargo en muchos casos, y en particular para las plantaciones de eucaliptos, no existe información confiable de este tipo. Además, la complejidad del análisis no permite ver con claridad el impacto de los varios supuestos y errores de estimación.

Se presenta aquí una alternativa que a menudo permitirá determinar la viabilidad económica de una nueva técnica o tratamiento en forma sencilla, y con poca información detallada sobre crecimiento, ingresos o costos. En las siguientes secciones se presentan los fundamentos y el resultado principal, seguidos de un ejemplo de aplicación del método. La demostración y una discusión más a fondo de algunos aspectos técnicos se incluyen en los apéndices.

Supuestos

Considérese la comparación de un método "nuevo" de establecimiento con el método "normal" usado en la actualidad. Supóngase que comparado al método normal, el método nuevo produce un incremento (o retardo) transitorio en la tasa de desarrollo. La magnitud del cambio en la tasa puede variar en forma arbitraria en el tiempo, pero finalmente desaparece antes de alcanzar la edad de rotación. Sea el retorno neto en pesos por hectárea con el método normal una cierta función $R(t)$ de la edad de corta t. Entonces, para edades alrededor de la rotación óptima, el retorno con el método nuevo es

$$\bar{R}(t) = R(t + \alpha), \qquad (1)$$

dónde δ es una ganancia de tiempo. La función $R(t)$ no necesita ser conocida, pero se supone que tenemos una estimación de δ. Estas implicaciones se analizan en

más detalle en el Apéndice 1.

Dada una tasa de interés i, los métodos pueden compararse a través del VPS. Este es el flujo neto actualizado de dinero, suponiendo precios constantes y sin incluír el costo del terreno, sobre un número infinito de rotaciones óptimas:

$$L = \max_t \{ \sum_{k=0}^{\infty} \alpha^{kt} [\alpha^t R(t) - C] \} = \max_t \{ \frac{\alpha^t R(t) - C}{1 - \alpha^t} \} \qquad (2)$$

(para el método normal), dónde C es el costo de establecimiento y $\alpha = 1/(1 + i)$ es el factor de actualización (Leuschner, 1990; Johansson and Lofgren, 1985).

Alternativamente, la comparación puede ser en términos de la TIR, que es el valor de i para el cuál el VPS se hace igual al costo de la tierra (o, más precisamente, el mayor de estos i en caso de soluciones múltiples). La misma ecuación (2) es válida, dónde ahora i se interpreta como la TIR, y L como el costo de la tierra[1].

Como se acostumbra en los libros de texto, para simplificar la presentación de los costos o ingresos intermedios que no han sido indicados explícitamente en (2), estos deben tratarse con cierto cuidado para mantener la validez de (1). Costos o ingresos recurrentes que no dependen de la edad de rotación (administración, protección) se consideran incorporados en L, como valor actualizado. Aquellos que ocurren una vez en la rotación, independientemente de su extensión (por ejemplo re-espaciamiento), se actualizarían e incluirían en C. Aquellos afectados por la ganancia de tiempo δ (raleos de producción) se capitalizarían e incluirían en R.

RESULTADOS

Defínase el punto de quiebre $\overline{C}$ como el costo de establecimiento para el método nuevo que daría el mismo VPS (o TIR) que el método normal. Entonces,

$$\frac{\overline{C} \quad C}{L + C} = (1 + i)^{\delta} - 1. \qquad (3)$$

Este es el punto de quiebre para el costo adicional, relativo al valor de un rodal recién establecido. La demostración se entrega en el Apéndice 2.

La TIR tal vez no merece todas las críticas que frecuentemente recibe (por ejemplo Leuschner (1990), Capítulo 9). Bajo los supuestos usuales de precios constantes, etc., maximizar el VPS maximiza el retorno por unidad de área, lo que es apropiado si la tierra es el factor limitante. La maximización de la TIR podría ser preferible si el factor limitante es el capital.

El Cuadro Nº 1 muestra algunos valores de (3), expresados como porcentajes. En muchos casos la información disponible será suficiente para tomar decisiones sobre tratamientos propuestos. De cualquier modo, la sencillez de esta relación facilita la comprensión y la exploración a través de análisis de sensibilidad del impacto de diferentes estimaciones.

Cuadro Nº 1.

PUNTO DE QUIEBRE PARA EL COSTO ADICIONAL RELATIVO (%).

Ganancia de tiempo (años)	Tasa de interés o TIR (%)					
	4	6	8	10	15	20
1	4	6	8	10	15	20
2	8	12	17	21	32	44
3	12	19	26	33	52	73
4	17	26	36	46	75	107

EJEMPLO

Se estima que un cierto tratamiento produciría una ganancia de dos años en comparación con la práctica actual. Con una tasa de interés del 8% el Cuadro Nº 1 indica que el nuevo tratamiento sería rentable si el costo no aumenta en más de un 17% del valor del rodal (valor del suelo más costo de establecimiento).

Por otro lado, si se estima que el costo adicional no supera el 8% del valor del rodal, sería sólo necesario para que el tratamiento sea rentable, producir una ganancia de un año en su desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se originó en conversaciones con el Ingeniero Forestal César Alarcón, del Instituto Forestal, sobre la rentabilidad de la aplicación de astillas de deshecho del madereo al suelo en plantaciones de eucalipto.

REFERENCIAS

García, O., 1974. Modelos Matemáticos de Rodal. Informe Técnico Nº 48, Instituto Forestal, Chile.

García, O., 1979. Modelling Stand Development with Stochastic Differential Equations. Mensuration Systems for Forest Management Planning. Editor D. E. Elliott. Forest Research Institute. New Zealand Forest Service, Symposium Nº 20: 315-334.

García, O., 1988. Growth Modelling - A (re)view". New Zealand Forestry, 33(3): 14-17

García, O., 1993. Stand Growth Models: Theory and Practice. Advancement in Forest Inventory and Forest Management Sciences, Proceedings of the IUFRO Séoul Conference. Forestry Research Institute of the Republic of Korea.

Johansson, P.O. and Lofgren, K.G., 1985. The Economics of Forestry and Natural Resources. Blackwell, New York.

Leuschner, W.A., 1990. Forest Regulation, Harvest Scheduling, and Planning Techniques. Wiley, New York.

Padulo, L. and Arbib, M.A., 1974. System Theory. Hemisphere, Washington, D.C.

APENDICE 1. CRECIMIENTO

Como en cualquier sistema dinámico, el desarrollo de un rodal forestal puede ser descrito por una función de transición local:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, u) \qquad (4)$$

y una función de salida

$$y = g(x) \qquad (5)$$

(García, 1993, 1988, 1979, 1974; Padulo y Arbib, 1974). El vector de estado **x** representa características variables en el tiempo relevantes al desarrollo del rodal. Sus elementos pueden variar desde unas pocas variables agregadas tales como área

basal, árboles por hectárea y altura dominante, en modelos a nivel de rodal, hasta una lista de todas las dimensiones y coordenadas de los árboles individuales, en modelos dependientes de distancias. El vector de control **u** representa tratamientos silvícolas y otros "inputs" El vector de salida **y** corresponde a cantidades de interés tales como volúmenes y valor. También se puede usar ecuaciones en diferencias en lugar de ecuaciones diferenciales.

Suponemos que el efecto del nuevo método de establecimiento es alterar la tasa de desarrollo inicial por algun factor de proporcionalidad, no necesariamente constante, y que el efecto (directo) desaparece cierto tiempo antes de cualquier edad de rotación a considerar. O sea, (4) pasa a ser:

$$\frac{dx}{dt} = h(t)\, f(x, u),$$

donde $h(t)$ puede ser cualquier función del tiempo siempre que $h(t) = 1$ para t igual o mayor que la edad de rotación. Suponemos además que cualesquiera de los tratamientos silvícolas u otros "inputs" están ligados al estado del rodal, de modo que **u** es una función de **x** y no de t.

Con estos supuestos el efecto del método nuevo (mejorado) puede verse como una deformación de la escala de tiempo en los años iniciales a través de la transformación $dt \rightarrow h(t)\, dt$. Por integración se ve que el estado de un rodal mejorado al tiempo t es igual al estado del rodal normal al tiempo

$$\int_0^t h(s)ds \quad t + \int_0^t [h(s) - 1]ds.$$

El segundo integrando se anula antes de la edad de rotación, con su integral alcanzando un valor final δ. Claramente, las proyecciones (salidas) de rodales normales y mejorados a la edad de rotación, siendo funciones de **x**, se relacionan a través de la sustitución $t \rightarrow t + \delta$.

Tal vez el supuesto más dudoso, es que el nuevo método altera las tasas de cambio de todas las variables de estado en la misma forma, a través del factor $h(t)$. Por ejemplo, existen situaciones donde el crecimiento en altura puede reaccionar en forma diferente que el crecimiento en diámetro. Sin embargo, la aproximación es probablemente suficiente para este tipo de análisis.

Se puede mencionar, de paso, que diferencias sostenidas en el crecimiento debidas a mejoramiento genético, fertilización continuada, u otros tratamientos que

causan cambios permanentes o de larga duración en la calidad de sitio, son modeladas comúnmente como incrementos porcentuales en rendimiento y salidas. Tendríamos $\bar{R}(t) = k\,R(t)$, pero esta relación no es una consecuencia natural de las consideraciones de Teoría de Sistemas explicadas anteriormente. Sería más satisfactorio incrementar la tasa de desarrollo por un factor constante $h(t) = k$, dando $\bar{R}(t) = R(kt)$ (García, 1993). Para éste caso no ha sido posible obtener resultados similares a los anteriores.

APENDICE 2. DEMOSTRACION

Por el supuesto de invariancia en el tiempo, está claro que el VPS puede escribirse como la suma de los retornos de la primera rotación (de largo óptimo) y el VPS del rodal que queda después, con todas las cantidades actualizadas al presente. Para el método normal:

$$L \quad \max_t \{\alpha^t R(t) - C + \alpha^t L\} = \max_t \{\alpha^t [R(t)+L]\} - C \quad (6)$$

(Nótese que una derivación alternativa de (2) se obtiene despejando L). Esto es válido también para la TIR, con un cambio en la interpretación de L y de α (o de i).

El punto de quiebre en el costo, $\bar{C}$, es el valor que da el mismo L con el método nuevo (o el mismo α bajo la interpretación correspondiente a la TIR):

$$L \quad \max_t \{\alpha^t [\bar{R}(t) + L]\} - \bar{C} = \max_t \{\alpha^t [R(t+\delta) + L]\} - \bar{C}$$

$$\max_t \{\alpha^{t-\delta} [\bar{R}(t) + L]\} - \bar{C} = \alpha^{-\delta} \max_t \{\alpha^t [R(t) + L]\} - \bar{C}$$

Despejando $\bar{C}$ y usando (6) para eliminar el término que contiene $R(t)$.

$$\bar{C} = \alpha^{-\delta} (L + C) - L,$$

y

$$\bar{C} - C = (\alpha^{-\delta} - 1)(L + C),$$

lo que prueba (3).

INSTITUTO FORESTAL
FILIAL CORFO

CORPORACION DE FOMENTO
DE LA PRODUCCION

ACTAS

S I M P O S I O

LOS EUCALIPTOS EN EL DESARROLLO FORESTAL DE CHILE

(Pucón, Chile. 24 - 26 Noviembre de 1993)

EDITORES:
SANTIAGO BARROS A.
JOSÉ ANTONIO PRADO D.
CARLOS ALVEAR S.

ABRIL, 1994
SANTIAGO - CHILE