

ANÁLISIS DINÁMICO DEL TURNO ÓPTIMO EN EUCALIPTARES. APLICACIÓN A PLANTACIONES DE ESPAÑA Y BRASIL

Luis Díaz Balteiro¹; luis.diaz.balteiro@upm.es

Luiz C. E. Rodriguez²; lcer@esalq.usp.br

¹Departamento de Economía y Gestión Forestal. ETS Ingenieros de Montes. Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid.

²Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de Sao Paulo. Av. Padua Dias, 11. Piracicaba SP 13418-90. Brasil.

Resumen

A diferencia de otras plantaciones procedentes exclusivamente de monte alto, en la gestión de los eucaliptares el turno óptimo no se ha optimizado. Así, en el caso de España se fijaba inicialmente al inicio de la plantación y se mantenía constante en cada uno de los rebrotes, mientras que en las plantaciones brasileñas resulta frecuente volver a replantar cada vez que se producía la corta final, sin aprovechar la posibilidad de rebrote.

En este trabajo se pretende, mediante la utilización de la programación dinámica, optimizar tanto la duración de cada rebrote como el número de ellos en base a una serie de hipótesis relativas a los sucesivos incrementos en la producción motivados por el cambio tecnológico. Con el fin de ilustrar esta metodología, se analizan dos eucaliptares tipo de España y Brasil, que presentan unas características muy diferentes en cuanto a la producción, la propiedad o el manejo al que se ven sometidos.

Palabras clave: Programación dinámica; Turno óptimo; *Eucalyptus*

INTRODUCCIÓN

La aplicación de la teoría del turno económicamente óptimo a los sistemas selvícolas basados en el monte bajo no ha sido tratada con demasiada profusión en la literatura forestal, aunque existen algunas diferencias notables para este caso particular. Así, a diferencia de las masas que no rebrotan de cepa o de raíz, es preciso calcular tanto la duración de cada rebrote como el número de ellos que optimizan el rendimiento financiero del propietario. Uno de los primeros trabajos que han abordado este problema ha sido el de MEDEMA & LYON (1985), en donde a partir de la solución de Faustmann plantea un procedimiento iterativo para el cálculo de ambas variables (edad óptima y número de rebrotes). En la misma línea, TAIT (1986) emplea la programación dinámica a la hora de resolver el problema, utilizando el mismo ejemplo que MEDEMA & LYON (1985), concluyendo interesantes relaciones para el cálculo del manejo óptimo entre el caso de una masa regular y una procedente de monte bajo. Bajo una óptima más amplia, CHANG (1998) plantea una solución generalizada al paradigma de Faustmann utilizando, al igual que TAIT (1986) la programación dinámica. A priori, una masa tratada bajo un sistema de monte bajo podría gestionarse según esta solución, aunque parece más pensada para masas regulares. Finalmente, SMART & BURGESS (2000) funden los planteamientos de Chang y Tait a través de un modelo recursivo en el que se introducen diversos outputs no madereros.

La programación dinámica constituye una metodología empleada en la gestión forestal, desde ya hace varias décadas. De hecho, ciertos textos básicos proponen aplicaciones de esta técnica a problemas relativos a la gestión forestal (DYKSTRA, 1984; BUONGIORNO & GILLES, 2003). Sin pretender ser exhaustivos, debido a las limitaciones en cuanto al espacio, se pueden hallar aplicaciones que definen tanto el régimen óptimo de tratamientos culturales en masas regulares, como la optimización conjunta de las distintas labores selvícolas y el turno óptimo. Otros trabajos abordan aplicaciones en masas irregulares y en casos de producción conjunta pascícola y forestal. Por último,

recientemente se ha utilizado esta técnica para abordar el problema de las restricciones de contigüidad dentro de modelos forestales de planificación táctica.

El propósito de este trabajo sería, utilizando la programación dinámica, comprobar cuál sería la secuencia óptima de corta en dos especies de crecimiento rápido en España y Brasil, con características muy diferentes, y teniendo en cuenta el posible impacto de la existencia de una prima por cada tonelada métrica de carbono capturada. El trabajo se organiza como sigue: en primer lugar se mostrarán los casos a estudiar, así como las bases metodológicas de la programación dinámica. A continuación se mostrarán los resultados obtenidos, para finalizar con un apartado que integra la discusión y conclusiones.

MATERIAL Y MÉTODOS

En Galicia, las plantaciones de eucalipto constituyen la plantación comercial más extendida. Su destino principal es el abastecimiento de celulosa, y un gran porcentaje de la superficie ocupada por esta especie corresponde a particulares, con una escasa presencia de plantaciones propiedad de industrias papeleras. A pesar de que se están intentando introducir otras especies, la inmensa mayoría de estas plantaciones son del eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus* Labill.). En general, y salvando esas plantaciones industriales, el cultivo del eucalipto en Galicia suele adolecer de unas prácticas selvícolas que permitan obtener un rendimiento monetario máximo. El valor más comúnmente aceptado como media anual de producción del eucalipto blanco en Galicia según diversas fuentes es de 10-15 m³/ha·año. Esta producción media se alcanza, salvo excepciones, con una técnica selvícola prácticamente nula, sin fertilización, con una insuficiente preparación del terreno, sin considerar la adecuada densidad de las plantaciones, turnos, clareos, podas, técnicas de corta, control de plagas, selección de variedades, etc. Por otro lado, se aprecia una estructura de la propiedad ineficiente, fundamentalmente por problemas de minifundio, riesgo de incendios y escasa asistencia e información selvícola. La silvicultura aplicada suele ser muy simple, sin necesidad de claras y clareos. Tampoco se suelen incluir podas, aunque en algunos casos se comienzan a realizar fertilizaciones. Por ello cobra especial importancia tanto la correcta elección del marco de plantación como la selección de los brotes de cepa.

En cuanto a la producción de esta especie, para este trabajo se aplicarán los datos de las tablas de producción de Fernández López (1982, 1985) recogidas en MADRIGAL *et al.* (1999) eligiendo, en principio, las calidades de estación I y III, que proporcionan a los 15 años, 554.2 y 276.5 m³/ha con un marco de plantación de 1.8x1.8m. Actualmente, la tendencia imperante sería la aplicación de otros marcos de plantación, pero no se disponen de datos fiables con los mismos. Dado que no existen estudios fiables al respecto, y en base a ciertas experiencias empíricas (GONZÁLEZ RÍO *et al.*, 1997), se ha supuesto que en el primer rebrote la producción es un 25% superior a la plantación, en el segundo iguala a la producción de la plantación, y en el tercer y último rebrote se produce un descenso cifrado en un 25% de la producción. Por otro lado, los costes asociados a la gestión se recogen en la Tabla 1, siguiendo el trabajo de GARCÍA FERNÁNDEZ (2004). Para el precio de la madera con destino celulosa, en este trabajo se ha considerado un valor de 38€/ha·año, siempre y cuando supere un diámetro mínimo. La tasa de descuento a emplear se ha fijado en un 5%, aunque se ha realizado un análisis de sensibilidad al respecto.

Más de 3.5 millones de hectáreas de plantaciones intensivas de eucaliptos son gestionadas actualmente en Brasil con el fin de abastecer la industria de pasta de papel, que produce alrededor de 7.5 millones de toneladas de pasta al año. Al igual que en caso español, en Brasil el método de beneficio de monte bajo es ampliamente utilizado en la gestión de estas plantaciones, gracias a los bajos costes de los sucesivos rebrotes (RIBEIRO & GRAÇA, 1996). No obstante, la escasa duración del turno (6-7 años), así como los programas de mejora genética han hecho posible que en algunos casos la mejor decisión sea reiniciar la plantación y no proseguir con el monte bajo. La producción en los sucesivos rebrotes después de la plantación puede ser muy variable, debido a factores relacionados con la gestión, o a factores externos (RODRÍGUEZ, 1999).

En la Tabla 1 se muestran los costes anuales asociados a plantaciones de clones de eucalipto (*Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*) en el estado de São Paulo. En general, se puede afirmar que el crecimiento en estas masas artificiales está directamente asociado al nivel de intensidad en la gestión. El uso de semillas de alta calidad, la preparación del terreno, medidas de protección ante plagas, el uso de fertilizantes, etc., son algunas de las prácticas culturales que pueden garantizar el éxito o fracaso de una plantación. En cuanto a la estimación de la producción, se ha utilizado un modelo desarrollado por SCHNUTE (1981) para la producción antes del primer rebrote en estas masas, con dos calidades de estación. Las estimaciones para los siguientes rebrotes están basadas en reducciones de la producción inicial a una tasa fija. Por último, en cuanto a la vertiente financiera, se asume que el precio de venta se sitúa en los 12€/m³, y se ha utilizado una tasa de descuento del 8%, aunque, al igual que en el caso de Galicia, se ha elaborado un análisis de sensibilidad.

Metodología

Como es sabido, la propuesta básica de Faustmann (FAUSTMANN, 1849) para el cálculo del turno óptimo ha consistido en introducir en el análisis de la solución de Fisher-Hotelling la renta de la tierra. Existen dos formas de introducir esta renta de la tierra: suponer la existencia de una cadena infinita de ciclos de corta, o bien introducir explícitamente la renta de la tierra en la ecuación correspondiente. Siguiendo el primero de los caminos, de forma general el turno económicamente óptimo vendrá dado por la maximización del valor esperado del suelo (LEV):

$$LEV = \frac{I(t) \cdot e^{-it} - K - G \cdot \alpha - \sum_{\forall s} Y_s \cdot e^{-is}}{1 - e^{-it}}$$

con:

$$\alpha = \frac{e^{-i \cdot 1} \cdot (e^{-it} - 1)}{(e^{-i \cdot 1} - 1)} \quad (1)$$

En donde $I(t)$ se corresponde al ingreso de la corta final (con independencia si proviene de plantación o de rebrote), K sería el coste de plantación, G los gastos anuales asociados a la plantación, e Y_s sería la suma de las distintas operaciones culturales realizadas en la masa. La tasa de descuento se representa por i . En nuestro caso, existen modificaciones en algunos términos de la ecuación (1) según sea el primer ciclo del turno (correspondiente al monte alto) o cualquiera de los restantes.

Cuando se presentan una serie de decisiones interrelacionadas, los métodos clásicos de optimización, como la programación lineal, no resultan efectivos. La programación dinámica, en cambio, proporciona un procedimiento que permite resolver este tipo de problemas, similar al que nos ocupa. A diferencia de la programación lineal, la programación dinámica no cuenta con una formulación matemática unánimemente aceptada. Simplemente proporciona un marco general al que se deben adaptar la formulación de un determinado problema.

En el caso de la optimización del manejo de masas procedentes de monte bajo, la idea básica que subyace sería que al efectuar una corta final se debe tomar una decisión: sólo cortar, o bien cortar y volver a replantar, con independencia de la edad de la masa a la cual se plantea esta disyuntiva. Según la terminología de la programación dinámica, las características de la masa (edad, número de rebrote, etc.) a una determinada edad constituyen un estado. Por otro lado, el número máximo de posibles rebrotes que el gestor considera oportuno para la especie fijaría el número de etapas del problema. Una decisión implica moverse desde un estado y etapa hasta otro estado diferente en la siguiente etapa.

Siguiendo a HILLIER & LIEBERMAN (1991), la solución al problema consiste en comenzar por la penúltima etapa y ver cuál es la decisión óptima que conduce a un mejor valor de la función objetivo en la última etapa. A continuación, y a través de un proceso iterativo, se repite el proceso de atrás hacia delante, hasta llegar al estado inicial, obteniéndose así la solución óptima al problema. Utilizando la notación anteriormente introducida, para una etapa k , el valor esperado del suelo óptimo

(LEV_k^*) será igual a:

$$LEV_k^* = \max(LEV'_k + (LEV_{k+1}^*) \cdot e^{(-i \cdot t_s)}) \quad (2)$$

En donde LEV'_k sería el valor esperado del suelo correspondiente a la etapa k , mientras que LEV_{k+1}^* sería el valor esperado del suelo óptimo correspondiente a la etapa $k+1$, i mostraría la tasa de descuento, y t_s se correspondería al lapso de tiempo existente entre ambas etapas. Si la ecuación (2) se lleva convenientemente hasta la etapa inicial, se obtendrá el valor óptimo buscado.

En el caso del eucalipto en Galicia se han considerado, dentro de un entorno estrictamente determinista, 4 etapas (plantación y tres posibles rebrotes), con un turno que puede oscilar entre los 13 y los 18 años. En total se han definido 1554 estados. Además de las características selvícolas anteriormente presentadas, las cuatro etapas presentan diferencias en cuanto a la producción. Para el caso brasileño el intervalo elegido ha sido para el turno ha sido entre 5 y 9 años. También se han introducido en el análisis tres posibles rebrotes, definiéndose en total 780 posibles estados diferentes.

RESULTADOS

Según las hipótesis anteriormente descritas en cuanto al precio de la pasta y la tasa de descuento empleada (5%), en la Tabla 2 se muestran los resultados, en ausencia de una prima por cada tm de carbono capturada, para las calidades de estación analizadas en el caso de Galicia. Como se puede apreciar, en este caso coinciden ambas secuencias, con independencia de la productividad del terreno. En esta solución óptima se prefiere renunciar a la capacidad productiva del tercer rebrote, y la secuencia es bastante homogénea en cuanto a la duración de cada ciclo. Al introducir en el análisis el pago de una prima por el carbono capturado por la masa, se aprecia (ver Tabla 2) que la secuencia óptima de corta permanece invariable en ambas calidades de estación, produciéndose un aumento en el LEV cifrado en un 5.7 y un 7.5%, respectivamente, para cada una de las calidades de estación. Por otro lado, el comportamiento de la secuencia óptima de corta cuando se modifica la tasa de descuento se muestra en la Tabla 4 para ambas calidades.

Para el caso de las plantaciones en Brasil, los resultados muestran (Tabla 3) cómo la longitud del turno es muy sensible a la calidad de estación, siendo más largo en calidades de estación peores. Al igual que en el caso de Galicia, bajo las condiciones de partida los resultados recomiendan terminar con la plantación después de dos rebrotes. Al contrario que en el caso español, la introducción de una prima por el carbono capturado modifica notablemente el óptimo alcanzado en ausencia de estos pagos, tal y como se puede apreciar en la Tabla 3. En este caso, y para la mejor calidad de estación, se obtiene un turno más corto, con sólo un rebrote. Además, el valor esperado del suelo se incrementa entre un 43.8 y un 55.4%, según la calidad de estación. El análisis de sensibilidad con respecto a la tasa de descuento muestra variaciones en la duración del turno, tal y como se puede apreciar en la Tabla 5. En general, se observa una tendencia según la cual en peores calidades de estación los ciclos son mayores, incluso integrando un mayor número de rebrotes.

DISCUSIÓN

La metodología anteriormente propuesta ha mostrado su potencialidad a la hora de abordar el problema de determinar tanto la duración óptima del turno como del número de ciclos de que está compuesto. Para el caso de Galicia si comparamos los resultados obtenidos con los turnos habitualmente empleados, se observan algunas diferencias. Por ejemplo, si el resultado obtenido se compara con el turno técnicamente óptimo (17 años), se aprecia que la duración del turno es más reducida, y se conseguiría aproximadamente una mejora del LEV del 6% si en vez de emplear 4 ciclos de 17 años se empleara la solución óptima obtenida a través de la programación dinámica. Esta coincidencia coincide con otros estudios recientes (GARCÍA FERNÁNDEZ, 2004). También si se opta por el turno de Fisher-Hotelling el turno óptimo es marcadamente diferente, ya que alcanza para la calidad I los 60 años, divididos en 4 secuencias de 14, 16, 14 y 16 años, respectivamente.

En el caso de las plantaciones de eucalipto en Brasil, se obtiene, para el caso base, cifras en cuanto a la duración del turno similares a las adoptadas en la realidad. Es preciso apuntar que el precio de la tierra en el caso considerado (estado de São Paulo) es uno de los más caros del país, oscilando actualmente entre 1500 y 2000€/ha. Los resultados obtenidos muestran que la rentabilidad, sobre todo en las estaciones con mejor calidad, está garantizada. Asimismo, no se descarta que hoy en día los crecimientos en las plantaciones más recientes sean mayores que los utilizados en este trabajo, lo que favorecería aún más este hecho.

El análisis de sensibilidad muestra, en general, las relaciones habitualmente asociadas al paradigma de Faustmann. En ambos casos se aprecia que al aumentar la tasa de descuento, la secuencia óptima acorta su duración siempre que se mantenga la duración del ciclo. También se comprueba que para las calidades mejores, los ciclos resultan invariables en un espectro más amplio de la tasa de descuento.

En cuanto a la introducción de una prima por cada tm de carbono capturada, se han obtenido resultados muy distintos en los dos casos estudiados. Así, mientras en el caso gallego existe una influencia muy escasa en la secuencia óptima de cortas ante este hecho, las plantaciones de Brasil muestran una sensibilidad moderada ante este hecho, sobre todo en las mejores calidades y tasas de descuento reducidas. Probablemente esta mayor elasticidad ante la introducción de este pago se deba a la menor duración de cada turno.

Por otro lado, en este trabajo no se han obtenido las mismas pautas que en otros estudios que han abordado este problema (MEDEMA & LYON, 1985; TAIT, 1986) en cuanto al carácter decreciente de la duración de los sucesivos rebrotes dentro del turno. En otro orden de cosas, es preciso apuntar que la metodología desarrollada en este trabajo puede fácilmente incorporar un nuevo estado que refleje la posibilidad de efectuar una plantación, pero con otro material genético y/o selvicultura que ofrezca una mayor producción (ver WHITTOCK *et al.*, 2004, para un ejemplo similar). El resultado óptimo ofrecería las condiciones para aceptar esta nueva opción que puede proporcionar el avance biotecnológico. Por último, y aunque no se ha incluido en este trabajo, se ha comprobado (RODRÍGUEZ & DÍAZ-BALTEIRO, 2004) cómo existe una gran inelasticidad en el turno ante cambios moderados en el precio de la celulosa: únicamente se producen ligeros cambios cuando el precio se reduce a la mitad.

CONCLUSIONES

A través de este trabajo se ha mostrado cómo la programación dinámica puede ser un método apropiado para calcular el turno óptimo en los eucaliptares. Por otro lado, aunque las diferencias en cuanto al valor esperado del suelo no son demasiado elevadas, ello no es óbice para introducir la idea de que las duraciones de los distintos ciclos no tienen porque ser siempre iguales, y el número de los mismos debe permanecer invariable, con independencia de los valores que tomen ciertos parámetros que afectan a esta secuencia óptima.

En esta línea, dejando a un lado las diferencias en cuanto a crecimiento, productividad, etc., los resultados en los casos analizados muestran una pauta bastante similar, en cuanto a variaciones en los ciclos, a excepción de cuándo se introduce en el análisis un pago por la captura de carbono.

Por último, este trabajo se puede ampliar y mejorar teniendo en cuenta aspectos como la mejora de los modelos de producción de las plantaciones de eucalipto en Galicia, la introducción del cambio tecnológico en diversos niveles o la extensión del modelo utilizado en la inclusión del carbono capturado.

Agradecimientos

El trabajo de Luis Díaz Balteiro está asociado al proyecto de investigación “La producción sostenible de madera en España: aspectos económicos y ambientales”, financiado por la Fundación BBVA.

BIBLIOGRAFÍA

- BUONGIORNO, J. GILLES, J.K.; 2003. *Decision Methods for Forest Resource Management*. Academic Press, San Diego.
- CHANG, S.J.; 1998. A generalized Faustmann model for the determination of optimal harvest age. *Canadian Journal of Forest Research*. 28: 652-659.
- DYKSTRA, D.P.; 1984. *Mathematical Programming for Natural Resource Management*. McGraw-Hill, New York.
- FAUSTMANN, M.; 1849. Berechnung des Wertes welchen Waldboden sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen. *Allgemeine Forst und Jagd Zeitung*, 15. Reissued in: Faustmann, M., 1995. Calculation of the value which forest land and immature stands possess for forestry. *Journal of Forest Economics*. 1 (1): 7-44.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, P.; 2004. Estudio del turno financiero óptimo en las masas de *Eucalyptus globulus* Labill. del Norte de Galicia. Proyecto Fin de Carrera. Escola Politécnica Superior de Lugo (inédito).
- GONZÁLEZ-RÍO, F., CASTELLANOS, A., FERNÁNDEZ, O., ASTORGA, R., GÓMEZ, C.; 1997. Manual técnico de selvicultura del eucalipto. Proyecto Columella. Escuela Politécnica Superior de Lugo.
- HILLIER, F.S., LIBIERMANN, G.J.; 1991. *Introducción a la Investigación de Operaciones*. McGraw-Hill, México.
- MADRIGAL, A., ALVÁREZ, J. G., RODRÍGUEZ, R., ROJO, A., 1999. Tablas de producción para los montes españoles. Fundación Conde del Valle Salazar, Madrid.
- MEDEMA, E.L., LYON, G.W.; 1985. The determination of financial rotation ages for coppicing tree species. *Forest Science*. 31(2): 398-404.
- RIBEIRO, C.A.A.S., GRAÇA, L.R.; 1996. Manejo por talhadia: estabelecimento das idades ótimas de corte. *Revista Árvore*. 20(1): 29-36.
- RODRIGUEZ, L.C.E.; 1999. Defining the optimum sequence of rotations for coppice regimes of eucalyptus. En.: CHANG, S.J. (Ed.) *Proceedings of the International Symposium 150 Years of the Faustmann Formula: its consequences for forestry and economics in the past, present and future*: 218-227, Darmstadt.
- RODRIGUEZ, L.C.E., DIAZ-BALTEIRO, L.; 2004. Optimum set of coppice rotations for wood and carbon production in eucalyptus plantations - a comparison of results in Brazil and Spain. International IUFRO Meeting: The Economics and Management of High Productivity Plantations. Lugo: 27-30 Septiembre
- SCHNUTE, J.; 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Canadian Journal of Fish and Aquatic Science*. 38:1128-1140.

SMART, J.C.R., BURGESS, J.C.; 2000. An environmental economic analysis of willow SRC production. *Journal of Forest Economics*. 6(3): 193-225.

TAIT, D.E.; 1986. A dynamic programming solution of financial rotation ages for coppicing tree species. *Canadian Journal of Forest Research*. 16: 799-801.

WHITTOCK, S.P.; GREAVES, B.L.; APIOLAZA, L.A.; 2004. A cash flow model to compare coppice and genetically improved seedling options for *Eucalyptus globulus* plantations. *Forest Ecology and Management*. 191: 267-274.

Tabla 1. Costes asociados a la gestión.

Eucaliptar en Galicia			Eucaliptar en Brasil	
Año	Concepto	Coste (€/ha)	Concepto	Coste (€/ha)
0	Plantación	1,297	Plantación	639
1			Labores culturales	155
2	Limpiezas y desbroces	500	Labores culturales	100
3			Labores culturales	95
4	Limpiezas y desbroces	500		
4	Abonado	75		
t+1 ^A			Fertilización y control plaga:	120
t+2 ^B	Selección brotes	400	Selección brotes	150
t+3 ^C			Labores culturales	95
t+4 ^D	Abonado	75		
anual	Gestión	20	Gestión	30

^A: 1 años después de la corta final

^C: 3 años después de la corta final

^B: 2 años después de la corta final

^D: 4 años después de la corta final

Tabla 2. Secuencia óptima de corta para el eucalipto en Galicia

Prima por tm de carbono	Calidad monte alto	1 rebrote	2 rebrote	3 rebrote	total	LEV	
(€/tm C)	(años)	(años)	(años)	(años)	(años)	(€/ha)	
0	I	14	15	15	0	44	17,202
0	III	14	15	15	0	44	7,059
10	I	14	15	15	0	44	18,183
10	III	14	15	15	0	44	7,591

LEV: Valor esperado del suelo

Tabla 3. Secuencia óptima de corta para el eucalipto en Brasil

Prima por tm de carbono (€/tm C)	Calidad	monte alto (años)	1 rebrote (años)	2 rebrote (años)	3 rebrote (años)	total (años)	LEV (€/ha)
0	Alta	6	7	6	0	19	2,910
0	Baja	7	8	8	0	23	1,566
10	Alta	6	6	0	0	12	4,184
10	Baja	7	7	7	0	21	2,433

LEV: Valor esperado del suelo

Tabla 4. Análisis sensibilidad tasa de descuento. Eucaliptares en Galicia

Calidad	Tasa dto.	monte alto	1 rebrote	2 rebrote	3 rebrote	total	LEV
		(años)	(años)	(años)	(años)	(años)	(€/ha)
I	2%	16	17	0	0	33	60,448
III	2%	17	18	15	0	49	27,186
I	3%	14	16	0	0	30	35,901
III	3%	16	16	16	0	48	15,850
I	4%	14	16	15	0	45	24,116
III	4%	14	16	15	0	45	10,315
I	5%	14	15	15	0	44	17,202
III	5%	14	15	15	0	44	7,059
I	6%	14	15	14	0	43	12,697
III	6%	14	15	15	0	44	4,937
I	7%	13	14	14	0	41	9,602
III	7%	13	15	15	0	43	3,465
I	8%	13	14	14	0	41	7,355
III	8%	13	14	14	14	55	2,416
I	9%	13	13	13	0	39	5,661
III	9%	13	14	14	13	54	1,619

Tabla 5. Análisis sensibilidad tasa de descuento. Eucaliptares en Brasil

Calidad	Tasa dto.	monte alto	1 rebrote	2 rebrote	3 rebrote	total	LEV
		(años)	(años)	(años)	(años)	(años)	(€/ha)
alta	6%	7	7	6	-	20	4,386
baja	6%	8	8	8	-	24	2,528
alta	7%	6	7	6	-	19	3,537
baja	7%	7	8	8	-	23	1,979
alta	8%	6	7	6	-	19	2,910
baja	8%	7	8	8	-	23	1,566
alta	9%	6	6	6	-	18	2,423
baja	9%	7	8	8	7	30	1,242
alta	10%	6	6	6	-	18	2,034
baja	10%	6	7	7	7	27	995
alta	12%	6	6	6	-	18	1,447
baja	12%	6	7	7	7	27	628
alta	14%	5	6	6	6	23	1,047
baja	14%	6	6	7	7	26	361
alta	16%	5	6	6	6	23	749
baja	16%	5	6	6	7	24	172