

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RENTABILIDAD COMERCIAL PRIVADA DE PLANTACIONES DE *Pinus pinea* L. EN TIERRAS AGRARIAS DE LA PROVINCIA DE VALLADOLID

S. MUTKE REGNERI ¹, L. DÍAZ BALTEIRO ², J. GORDO ALONSO ³

¹ Unidad de Anatomía, Fisiología y Genética Forestal; ETS de Ingenieros de Montes;
Ciudad Universitaria s/n; 28040 Madrid

² Área de Economía Agraria y Forestal. ETS Ingenierías Agrarias; Avda. Madrid, 57. 34071 Palencia

³ Servicio Territorial de Medio Ambiente. c/ Duque de la Victoria, 5; 47001 Valladolid

balteiro@iaf.uva.es

RESUMEN

En este trabajo se analiza la rentabilidad económica que supone el uso de plantas injertadas para las forestaciones con *Pinus pinea* en la provincia de Valladolid. Esta mejora tecnológica permite a las plantaciones entrar en producción de piña en poco tiempo, frente a la dilatada fase de espera en las masas tradicionales.

Ante la ausencia de datos empíricos, se han realizado una serie de hipótesis sobre la producción futura de estas masas injertadas. Esta información constituye la piedra angular sobre la que se han calculado el turno óptimo y la rentabilidad de estas plantaciones. Como alternativas, se han estimado las rentabilidades en el caso de que no se adoptara la mejora tecnológica del injerto al reforestar con la especie, o de que se mantuviera el cultivo agrícola tradicional (cebada en secano). Los resultados muestran, ante un amplio espectro de variación de parámetros fundamentales de la inversión, que las plantaciones injertadas resultan plenamente competitivas, incluso con el cultivo agrícola aquí descrito.

Bajo las hipótesis base se espera una renta perpetua anual entre 72.000 y 114.000 ptas/ha, frente a 17.000 ptas/ha en el caso de la cebada en secano subvencionada.

PALABRAS CLAVE: *Pinus pinea*
Plantaciones injertadas
Economía forestal
Turno óptimo

Recibido: 20-12-99

Aceptado para su publicación: 27-7-00

INTRODUCCIÓN

A lo largo de este trabajo se ha intentado mostrar las posibilidades que tiene en Castilla y León la aplicación de una mejora tecnológica a las plantaciones de pino piñonero, consistente en el empleo de injertos con el fin de aumentar la producción de piñones. El interés de las plantaciones injertadas para producción de piña, desde un punto de vista privado, radica en la posible puesta en valor de tierras de cultivo marginales.

Como primer paso en este análisis, es preciso contar con una función de producción contrastada para este tipo de plantaciones. Ante la ausencia de datos empíricos relevantes en todo el ciclo productivo de estas masas, se ha tenido que realizar una serie de hipótesis, que se pueden calificar como moderadamente conservadoras, en cuanto a la producción de estos rodales.

Dado que los resultados de este análisis perderían gran parte de su potencial si se consideran aisladamente, se han estudiado dos casos que, en buena lógica, pudieran ser unas alternativas válidas a este tipo de inversiones. Una de ellas sería la reforestación tradicional utilizando plantas no injertadas, y la otra un cultivo agrícola (la cebada en secano).

Con la excepción de este último escenario, se ha aplicado la metodología basada en la solución de Faustmann para calcular el turno óptimo, y la rentabilidad privada que se obtiene a dicha edad, tanto absoluta como relativa. Es decir, se pretende calcular el excedente neto de explotación de un posible inversor bajo las diferentes alternativas propuestas. En este análisis se han incluido las posibles subvenciones que se pudieran derivar de un cambio de uso agrícola a otro forestal. Los resultados así obtenidos permiten alcanzar el objetivo principal de este trabajo: analizar, bajo un punto de vista financiero, las plantaciones injertadas de pino piñonero, alternativa prácticamente ignorada hasta la actualidad. Las conclusiones obtenidas adquieren un especial interés a la luz de las nuevas medidas comunitarias sobre desarrollo rural.

En este trabajo, después de analizar el uso tradicional del pino piñonero en Castilla y León y las experiencias recogidas en la literatura forestal sobre plantaciones injertadas de *Pinus pinea*, se presentan los diferentes escenarios considerados. A continuación se describe la metodología utilizada en cada caso, y seguidamente se presentan los resultados obtenidos. Por último, se muestran las conclusiones obtenidas.

ANTECEDENTES

El uso del pino piñonero en la Meseta Norte

En la cuenca central del Duero el pino piñonero presenta una amplia distribución en las provincias de Valladolid, Ávila y Segovia, con representaciones más puntuales en las de Zamora, Salamanca y Burgos (Ceballos *et al.*, 1966). El centro de gravedad de esta región de procedencia denominada *Meseta Norte* se sitúa al sureste de Valladolid (Prada *et al.*, 1997). En esta provincia constituye la principal especie forestal, con un 42 % del total de la superficie forestal arbolada (VV.AA., 1995a).

Durante los años noventa, la Junta de Castilla y León lleva a cabo el Programa de Mejora Genética de *Pinus pinea* (Gordo, 1998), que se centra en dos propiedades del pino pi-

ñonero que son claves para explicar el interés que tiene su uso en las repoblaciones forestales a lo largo de extensas comarcas de la Meseta Castellana: la gran valencia ecológica que permite a sus pinares cumplir sus funciones productiva y protectora, y el interés comercial como especie productora de los piñones comestibles, frutos secos muy apreciados.

A las repoblaciones forestales tradicionales realizadas por la Administración para restaurar la cubierta vegetal y luchar contra la erosión, se han unido en los últimos años las ejecutadas por particulares, en el marco del Programa de Forestación de Tierras Agrarias (Cuevas, 1998). Dentro de éste, el piñonero es la especie más empleada en el entorno de su región de procedencia Meseta Norte y la cuarta especie en toda Castilla y León. La Tabla 1 refleja su importancia no solamente en el centro de la misma Tierra de Pinares, sino sobre todo de su expansión hacia el norte, en las comarcas naturales de Páramos-Cerratos y Tierra de Campos. Las comarcas citadas en esta tabla abarcan varias provincias de Castilla y León, pero con una mayor incidencia en la de Valladolid (cerca de un 40 % de la superficie total).

TABLA 1
***Pinus pinea* EN EL PROGRAMA REGIONAL DE FORESTACIÓN DE TIERRAS AGRARIAS EN CASTILLA Y LEÓN**

Importance of Pinus pinea in Castilla y Leon's afforestation program

COMARCA NATURAL	Superficie (ha)	Superficie repoblada con <i>Pinus pinea</i> 1993 - 1997*	% de P.pa. sobre la superficie total repoblada hasta 1995	Peso de la comarca en las repoblaciones con P.pa.
1. Comarcas con <i>Pinus pinea</i> como especie recomendada				
Tierra de Campos	798.830	2.311	64 %	20 %
Páramos-Cerratos	1.048.471	4.286	46 %	36 %
Tierra de Pinares	1.481.624	3.429	51 %	29 %
Oeste	1.153.655	374	8 %	3 %
Montaña Sur (parte)	481.546	229	3 %	2 %
Tiétar	116.079	59	15 %	0 %
Total	5.080.205	10.688	36 %	90 %
2. Resto de comarcas				
	4.172.358	1.149	1 %	10 %
Total Castilla y León	9.252.563	11.836	13 %	100 %

Fuente: D.G. del Medio Natural, Junta de Castilla y León

* datos provisionales

P.pa. = *Pinus pinea*

No obstante, el segundo aspecto citado anteriormente es el que más influye en la preferencia por el pino piñonero en las repoblaciones: la perspectiva de que las futuras masas ofrezcan al propietario unos rendimientos económicos apreciables con la producción de piña, frente al pésimo panorama que presentan hoy en día tanto los mercados de madera de calidades bajas como los de leña, principales productos forestales obtenidos en las co-

marcas consideradas ¹. Al contrario que la madera, la rentabilidad del piñón se ha visto incrementada por la revaloración que este fruto ha experimentado en los últimos años.

Consecuentemente, la investigación y experimentación forestal ha dedicado una especial atención a este carácter de árbol productor de piñón. La utilización agronómica del pino piñonero mediante plantaciones formadas por uno o por pocos genotipos propagados vía injerto, se plantea como una de las líneas básicas de la mejora genética de la especie (Gil y Abellanas, 1989). Como señalan estos autores, su principal ventaja es el empleo de material vegetativo adulto que permite a las plantaciones entrar en producción de piña en poco tiempo, frente a la fase de espera de veinte a treinta años en caso de pinares jóvenes sin injertar, ya que éstos no alcanzan con anterioridad la madurez sexual y una producción apreciable de piña.

Esta línea de trabajo se desarrolla en el marco del Programa de Mejora de la Junta de Castilla y León. A medio plazo permitiría la puesta en valor de muchas tierras marginales dentro y fuera del ámbito de distribución actual de la especie (Gordo *et al.*, 1999a).

Indudablemente, las masas de *Pinus pinea* pueden contemplarse como sistemas productores de múltiples bienes y servicios. En este trabajo únicamente se van a analizar los bienes con precios de mercado, que provocan unos mayores ingresos al propietario, principalmente los procedentes de la madera y los piñones. Aunque existen otras rentas adicionales (fundamentalmente debidas a las actividades cinegéticas y de pastoreo), su importancia es actualmente muy reducida. En cuanto a la caza y siguiendo a Hernández *et al.* (1998), no tiene un valor excesivamente importante, pues, en general, los pinares son hábitats poco apropiados para la fauna cinegética de la provincia. Por otro lado, el pastoreo se ha reducido en los pinares durante los últimos años, principalmente por su baja aptitud pascícola, no proporcionando en muchas ocasiones (el llamado «pastoreo de primavera», de carácter gratuito) ningún ingreso al propietario. En Campos y López (1998) se detalla un ejemplo de estas rentas en el Parque Natural de Doñana y se puede apreciar cómo los apartados correspondientes a las leñas, la caza y los pastos, siendo notablemente superiores a los obtenidos en la provincia de Valladolid, suponen menos del 10 % de los ingresos totales anuales.

Plantaciones injertadas de *Pinus pinea*

La finalidad de estas plantaciones sería desarrollar un modelo de «fruticultura forestal», con una inversión caracterizada por una utilización más reducida de algunos insumos que en la fruticultura agronómica, y limitada previsiblemente a terrenos de vocación forestal o de clases agrológicas marginales, donde representan una alternativa a las repoblaciones forestales clásicas.

En la actualidad, existen pocas referencias publicadas sobre los rendimientos en fruto de injertos de la especie, aunque existen antecedentes de su empleo desde el siglo XVIII (Cavanillas, 1797, cit. en Prada *et al.*, 1997) y se utiliza esta técnica desde hace varias décadas a nivel experimental (Magini y Giannini, 1971; Gil y Abellanas, 1989; Catalán, 1998). Los conocimientos vigentes y las perspectivas del cultivo agronómico del pino piñonero injertado se resumen en Prada *et al.* (1997), a falta de resultados más definitivos

¹ Con excepción de las choperas, caso especial limitado a terrenos de vega.

de las experiencias actualmente puestas en marcha en diferentes Comunidades Autónomas (Abellanas *et al.*, 1997; Iglesias, 1997; Gordo *et al.*, 1999a).

Se recogen en la Figura 1 las series disponibles de producción de piña para los primeros 10-13 años del ciclo productivo de las siguientes parcelas ²:

- datos originales de un banco clonal italiano (Magini y Giannini, 1971)
- datos originales de una parcela de injertos sobre patrones de pino carrasco en Pezuela de las Torres, Madrid (Catalán, 1990, 1995; Catalán y Catalán, 1996, cit. en Prada *et al.*, 1997),
- datos inéditos de dos parcelas del Programa de Mejora Genética de la Junta de Castilla y León, ubicadas en Valladolid
- referencias indirectas procedentes de las revisiones bibliográficas en Prada *et al.* (1997) y en Catalán (1998), entre las que destacan especialmente los datos de producción del monte «Tudia y sus Faldas», en la provincia de Badajoz, donde existen unas 30 ha de repoblación, injertadas en monte entre 1975 y 1979 con púas procedentes de pinos seleccionados en la provincia de Valladolid (Garrote, cit. en Catalán, 1995, y en Prada *et al.*, 1997). También se refleja una serie de producción propuesta por árbol (Gallego, cit. en Catalán, 1998) extrapolada a la densidad de plantación prevista de 278 pies por hectárea.

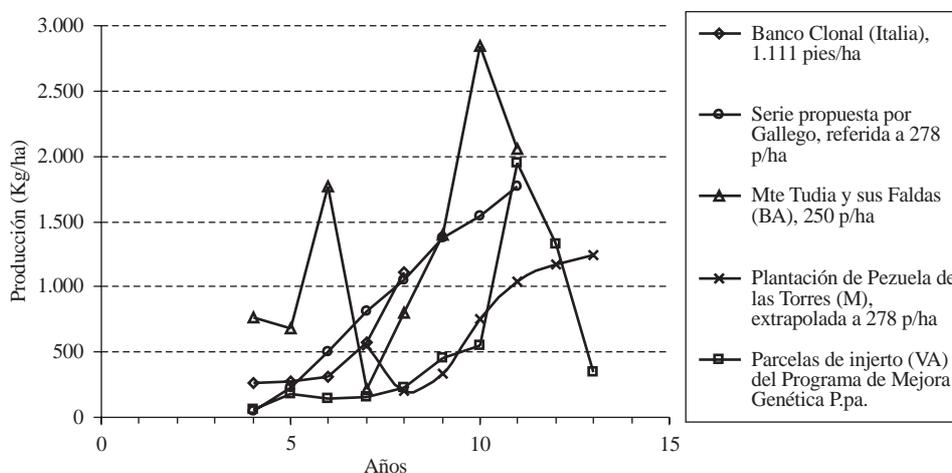


Fig. 1.—Referencias de producción de piña en parcelas de injerto (kg/ha vs. edad)

Records of cone production in grafted plots

² Cuando existen sólo las series de producción referidas al peso de piñón, fueron convertidas a peso de piña mediante un coeficiente de rendimiento piña-piñón medio, estimado en un 18 % del peso.

Todas estas series presentan unas pautas propias de la fase inicial de establecimiento y entrada en producción de la plantación. En la actualidad, no se conocen valores de producción para edades de parcela superiores a los 13 años ³.

Otro aspecto de suma importancia es el estudio de la fenología y de los fenómenos de alternancia o vecería, que bajo condiciones naturales producen oscilaciones considerables de las cosechas entre años, como muestran tanto los datos de pinares convencionales (Gordo *et al.*, 2000b) como la serie de producción en la parcela de injertos en el Monte Tudia ⁴. Es necesario reducir la alternancia mediante el desarrollo de técnicas de cultivo adecuadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Casos analizados

Para evaluar la rentabilidad comercial privada de la producción frutícola del pino piñonero injertado, se han analizado cinco casos alternativos: después de considerar tres posibles escenarios de producción en la plantación con injertos, se han incluido como otros posibles usos del suelo dos opciones que, en buena lógica, son las alternativas a este tipo de inversión. Una de ellas es la opción que supone el abandono del cultivo agrícola y su forestación convencional (sin injertar), acogida a las subvenciones del Programa de Forestación de Tierra Agrarias. Se ha creído conveniente no reducir el espectro de las posibles inversiones al mundo forestal, por lo que la otra alternativa sería la continuidad del uso agrícola actual consistente en el cultivo de cebada en secano. Aunque tradicionalmente han ido por separado, se puede decir que gracias a las subvenciones comunitarias se está produciendo un cierto cambio en la toma de decisiones de algunos agricultores que, animados por dichas ayudas, reconvierten una parte más o menos importante de sus tierras hacia una componente forestal. Siguiendo a Campos *et al.* (1999), este hecho, alentado por los riesgos bajos que caracterizan a una inversión de estas características, no asegura el mantenimiento de estas plantaciones de especies de crecimiento lento más allá del período de duración de las ayudas, lo que pudiera desvirtuar los objetivos de este programa de subvenciones.

El ámbito geográfico del presente trabajo se sitúa, dentro de la Meseta Norte, en Valladolid, provincia que presenta, como se ha señalado, una mayor abundancia de terrenos poblados con esta especie. Así, las subvenciones utilizadas se corresponden a las de esta provincia para el año 1999, eligiendo, dentro de las comarcas definidas en el Programa Regional de Forestación de Castilla y León ⁵, la de Tierra de Pinares.

³ Existe cierta referencia a un trabajo luso [Lopes Barreira (1989), cit. en Catalán (1995) y Prada *et al.* (1997)] que, extrapolando modelos teóricos del árbol medio, llega a proponer producciones medias anuales de más de 6 t de piñón por hectárea y año, hasta los 80 años. Este valor se considera harto difícil desde todo punto de vista, por lo que esta fuente no ha sido tenido en cuenta a la hora de estimar las cosechas de plantaciones en fase de plena producción o la edad de inicio de la decrepitud.

⁴ Se emplea el término *vecería* como sinónimo de variación interanual de cosecha, sin limitarse explícitamente a las disminuciones en la producción motivadas por causas nutricionales.

⁵ Programa Regional de Forestación de Tierras Agrarias en Castilla y León (VV.AA., 1993).

Antes de pasar a describir estos casos, es preciso señalar que no se va a considerar ninguna otra producción de bienes y servicios en las masas de *Pinus pinea* que no sea la de madera y/o la de piñones. Además de otras producciones tangibles⁶, los pinares tradicionales adquieren una gran importancia como hábitat para la fauna asociada, y, por otro lado, desempeñan un importante papel protector de suelo, tanto en las arenas sueltas como en las laderas margosas de los páramos y valles del este de la provincia de Valladolid. Asimismo, estas masas tradicionales satisfacen demandas del uso recreativo del monte por su valor paisajístico y fácil acceso.

Finalmente, es necesario advertir que en el momento de la realización de este trabajo ya se empiezan a conocer las nuevas líneas de la política comunitaria con respecto a las subvenciones a las plantaciones forestales. En este sentido, aunque se han publicado reglamentos comunitarios sobre la ayuda al desarrollo rural⁷, todavía no han sido adaptados a la legislación española, por lo que los análisis realizados en los siguientes apartados no incluyen este hecho. No obstante, se introducirán algunos comentarios con relación a estas nuevas medidas comunitarias.

Caso 1: Plantación de pino piñonero injertado

Partiendo de la base de los antecedentes expuestos, parece prudente proponer varios escenarios divergentes extrapolados a partir de los datos contrastados para los primeros años del ciclo productivo de las plantaciones injertadas. Aunque algunas de las series citadas muestran una fuerte variación interanual, parece seguro que todas están todavía en la fase de producciones crecientes. Como ya se ha señalado, la productividad media esperada y la duración del turno serían las incógnitas más importantes del ciclo productivo, por lo que se reflejan en los tres escenarios propuestos variando la escala del modelo producción-tiempo adoptado.

Para simular la curva de producción media a lo largo de la rotación del cultivo, se ha optado por mantener la función gamma utilizada por García-Güemes *et al.* (1997) como modelo del binomio edad-producción media en pinares adultos de la especie en la provincia de Valladolid, acortando convenientemente la duración de la fase de establecimiento del cultivo hasta alcanzar la producción máxima. Se conserva la forma asimétrica de la curva, con una culminación temprana (a los 15, 20 ó 25 años, respectivamente) seguida por una caída de producción lenta y prolongada, modificando sólo los parámetros de escala y situación.

De esta forma, se proponen tres escenarios para la producción de plantaciones de pino piñonero injertado, recogidos en la Figura 2:

- Hasta edades de 15 años parece asegurada la viabilidad técnica de estas plantaciones, desconociendo en la actualidad su vida útil productiva antes de entrar en la fase de decrepitud. El escenario más prudente o pesimista (escenario *a*) supone, por lo tanto, contar con que las plantaciones existentes en la actualidad ya estén alcanzando su máximo técnico, con un rendimiento medio por hectárea algo superior a los

⁶ En Gil (1999) se muestra una completa revisión histórica de los productos obtenidos a partir del pino piñonero.

⁷ Reglamentos 1257/1999 y 1750/1999.

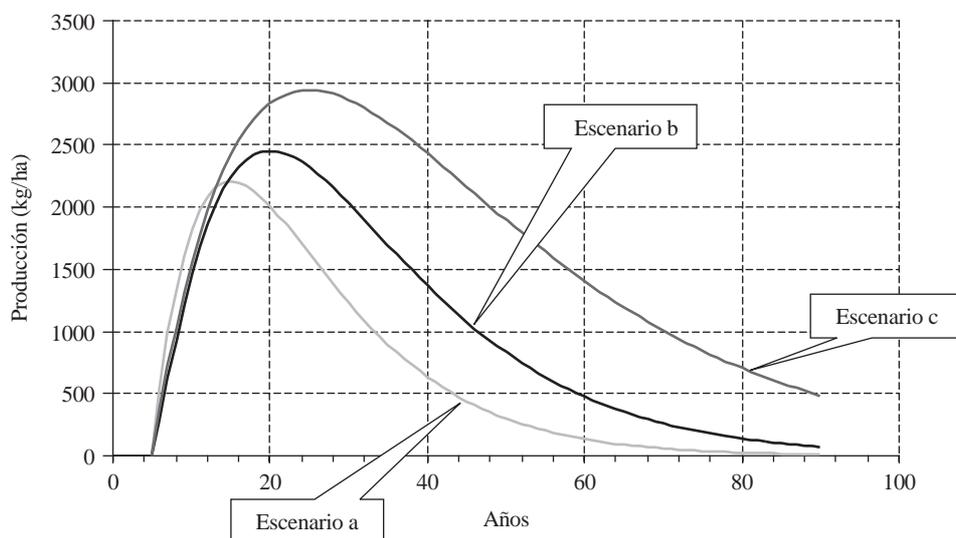


Fig. 2.—Producción anual de piña (kg/ha) según cada uno de los tres escenarios del pino piñonero injertado

Annual cone production (kg/ha) in the three grafted stone-pine cases considered in the analysis

2.200 kg de piña, valor por otra parte concordante con las producciones observadas en un Banco Clonal en Madrid (Sada *et al.*, 2000).

- El segundo escenario (escenario *b*) prevé un aumento sucesivo de la producción media hasta alcanzar a los 20 años los 2.450 kg/ha, o sea, casi 10 kg por árbol, con la caída de productividad posterior más prolongada.
- La predicción más optimista de las tres asume los valores máximos encontrados en parcelas reales no sólo como extremos del ciclo vecero, sino como posibles valores de la curva patrón. A estas edades, dicha función de producción todavía sería creciente, y el máximo técnico se ubicaría a los 25 años, con algo menos de 3.000 kg/ha (escenario *c*).

Es preciso recordar que no se debe interpretar las curvas de la Figura 2 como una predicción precisa de la cosecha a obtener a una edad concreta, sino como el valor de la media móvil de su vecería.

También cabría proyectar escenarios más optimistas, con cosechas mayores, e.g. con un crecimiento caracterizado por mostrar unas productividades marginales positivas durante un horizonte temporal más dilatado, o partiendo de un modelo con plena producción estable alrededor de un promedio constante durante décadas, etc. Sin embargo, se han buscado unos supuestos lo bastante prudentes para fijar un error asumible sin soslayar las incógnitas del ciclo productivo de este cultivo, especialmente las posibilidades de suavizar las oscilaciones veceras del pino piñonero y de regularizar y aumentar la producción con las técnicas culturales adecuadas.

En la Tabla 2 se propone un esquema para el ciclo productivo de la plantación, basado en las experiencias propias (Gordo *et al.*, 1999a) con este tipo de parcelas en la provincia de Valladolid. En principio, se propone una plantación a marco definitivo 6×6 m, o sea, 278 plantas por hectárea, injertadas la primavera anterior en vivero con material seleccionado, procedente de clones grandes productores de piña. En dicha Tabla se desglosan los gastos previstos de instalación y mantenimiento durante los primeros años.

TABLA 2
ESQUEMA DEL CICLO PRODUCTIVO PARA LAS PLANTACIONES
INJERTADAS DE *Pinus pinea*

Outline of grafted stone-pine plantations productive cycle

PLANTACIÓN

Concepto	Unidades	Coste (pta/ha)
Preparación del terreno	1 ha	44.181
Plantación (1)	278 plantas	83.956
COSTE PLANTACIÓN		128.137
GASTOS ANUALES		1.000

LABORES CULTURALES

	año	Coste (ptas/ha)
riego	0	23.352
grapeo y otras labores	0	44.600
grapeo y otras labores	1	44.600
poda	1	21.962
riego	1	23.352
grapeo y otras labores	2	44.600
grapeo y otras labores	3	22.300
grapeo	4	8.400
poda	4	21.962
grapeo	5	8.400
poda	6	21.962
poda	10	21.962
poda	15	21.962
poda	20	21.962

Los valores están referidos a 1 ha.

(1) Coste unitario por planta injertada, incluye planta injertada a 250 pta/ud. y mano de obra.

Los costes están referidos a una hectárea de plantación, aunque conviene señalar que al aumentar el número de injertos y la superficie de la finca es previsible una disminución de los costes unitarios. Por otro lado, no se han tenido en cuenta otros costes adi-

cionales, como el posible cerramiento de la parcela ⁸. Asimismo, se supone que la ubicación de la parcela en la citada comarca presenta unos pinares adultos cercanos que cumplen el papel de polinizador anemógamo, por lo que se hace innecesaria la polinización artificial.

En cuanto al precio de la piña, se ha partido del valor de 80 pta/kg en cargadero. Descontando a este precio final los costes de recogida y transporte del fruto (aproximadamente unas 10 pta/kg piña verde), quedaría en 70 pta/kg ⁹ el valor de la piña verde en árbol, distinto a los pinares tradicionales, donde ronda las 35 pta/kg de piña en árbol. La diferencia se explica por razones tecnológicas: la parcela injertada presenta, por la conformación de sus árboles, una fácil cosecha desde el suelo, que no requiere peones especialistas (piñeros), por lo que se puede realizar con mano de obra contratada y vender la piña en cargadero, en vez de su adjudicación a «riesgo y ventura» en pie.

Por último, dadas las características de la poda necesaria para conseguir una copa baja y abierta para maximizar la floración de conos femeninos, parece probable que no se cuente con una producción maderable apreciable al final del turno. Esto implica que en los tres escenarios se ha asimilado la corta final a una clara autofinanciada, sin ingresos ni gastos.

Si en el apartado precedente se ha justificado la no inclusión de otras rentas en el caso de masa tradicionales de *Pinus pinea*, para el pino piñonero injertado únicamente se ha considerado como renta la producción de piñas. Se asume la no existencia de otras rentas cinegéticas o de pastoreo.

Caso 2: Forestación convencional de pino piñonero (sin injertar)

En esta segunda alternativa se evalúan el turno y la rentabilidad comercial privada para los pinares de nueva constitución en la provincia de Valladolid sometidos a una selvicultura tradicional. Se propone un modelo selvícola de masas artificiales, adaptando para la provincia de Valladolid los valores del Segundo Inventario Forestal Nacional (VV.AA., 1995a) y datos reales del Servicio Territorial de Medio Ambiente de dicha provincia.

Los parámetros selvícolas de un hipotético primer turno se presentan en el Anexo I; se trata de estimaciones aproximadas que parten del supuesto de una repoblación sobre terrenos agrícolas de calidad de estación media para esta especie (Calidad II), en la se aplica una selvicultura de espesuras bajas para facilitar la fructificación. En la Tabla 3 se detallan los gastos necesarios para establecer una plantación de estas características. La posibilidad anual se situaría en 1,15 m³/ha, y el ingreso medio esperado según el modelo aplicado a los futuros aprovechamientos de madera prácticamente coincide con el valor real obtenido en los Montes de Utilidad Pública (U.P.) de la provincia de Valladolid en los años noventa ¹⁰.

⁸ Se escapa del ámbito del presente trabajo reflexionar sobre el hurto frecuente de piña en los pinares convencionales, y el «atractivo» que supondría la posibilidad de acceder al género desde el suelo, sin el riesgo de escaladas nocturnas.

⁹ En Abellanas *et al.* (2000) se estima el coste real de una plantación andaluza en 51 pta/árbol.

¹⁰ Según datos del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid (S.T.M.A. Valladolid), en el período 1990-1997 el ingreso medio ha sido de 2.578 pta/m³.

TABLA 3
ESQUEMA DEL CICLO PRODUCTIVO
PARA LAS PLANTACIONES NO INJERTADAS DE *Pinus pinea*
Outline of non-grafted stone-pine plantations productive cycle

PREPARACIÓN DEL TERRENO

Coste (ptas/ha)		
n.º plantas	1.670	
costes fijos		30.000

PLANTACIÓN

Mano de obra		66.800
coste variable unitario (1)	38	63.460
COSTE PLANTACIÓN		160.260
GASTOS ANUALES		1.000

LABORES CULTURALES

	año	gastos	ingresos	total
mantenimiento	1	25.000		-25.000
mantenimiento	2	25.000		-25.000
mantenimiento	3	25.000		-25.000
mantenimiento	4	25.000		-25.000
mantenimiento	5	25.000		-25.000
clareo	12	80.000	3.725	-76.275
1.ª clara, limpieza fuste	20	80.000	4.233	-75.767

CLARAS

	año	gastos	ingresos	total
2.ª clara, poda	40	80.000	12.495	-67.505
3.ª clara, poda	60	80.000	17.953	-62.047
4.ª clara	80		83.778	83.778

Los valores están referidos a 1 ha. No se han introducido los ingresos debidos a la venta del fruto.

Los valores de referencia y cálculo se han suprimido para simplificar.

(1) Planta de una savia.

Para estimar los ingresos por el aprovechamiento de piña, se ha utilizado el citado modelo producción-edad propuesto por García-Güemes *et al.* (1997) para la cosecha de 1996/97 en las calidades medias de *Pinus pinea* de la provincia de Valladolid. Se ha modificado únicamente el parámetro de escala «a» de la función gamma utilizada por estos autores, aplicando como coeficiente de reducción la relación entre la producción media real de los montes de U.P. de la provincia ¹¹ y la producción media prevista en un turno de cien años según la ecuación original.

Si se supone la venta de la piña en pie, práctica habitual en los pinares de la región, los ingresos medios anuales –también sin descontar– esperados a lo largo del turno rondarían las 6.700 ptas/ha, resultado del precio medio estimado en 35 pesetas por kilogramo de piña para el propietario del pinar. Este valor está dentro del rango de las rentabilidades medias de los diferentes pinares de la provincia (S.T.M.A. Valladolid).

Atendiendo a la metodología expuesta a continuación para obtener la rentabilidad de estas masas, es preciso disponer, además de los costes necesarios reflejados en la Tabla 3, de la función de ingresos $I(t)$. Para el cálculo de esta función se ha partido de los volúmenes reflejados en el Anexo I, y de los precios y subvenciones expuestos en la Tabla 4, obtenido a partir de datos del Servicio Territorial de M.A. de Valladolid. Para los valores anteriormente señalados, se ha construido un modelo que predice la producción de madera, de piña y estima el valor actual neto de la inversión hasta los 130 años ¹².

TABLA 4A

**RANGO DE PRECIOS PROPUESTOS
PARA LA MADERA DE *Pinus pinea*,
SEGÚN EL DIÁMETRO DE LA
TROZA**

*Range of prices proposed for the
estone-pine lumber, according
to the log diameter*

dg	ptas/m ³
0	
5	500
10	500
15	1.000
20	1.000
25	2.600
30	3.275
35	3.275
40	4.300
45	4.300

TABLA 4B

**SUBVENCIONES RECIBIDAS
POR LA REFORESTACIÓN
CON *Pinus pinea***

Grants for stone-pine afforestation

**Subvenciones Programa de Forestación de Tier-
ras Agrarias para agricultor a título principal,
terreno cultivado en los últimos años**

gastos de forestación	100 % inversión
prima de mantenimiento (ptas/ha)	25.000
prima compensatoria (ptas/ha)	23.000

¹¹ 3,2 hectolitros de piña por hectárea (192 kg) como media anual entre 1960 y 1998 (Gordo *et al.*, 2000a).

¹² Se estima que hasta esta edad la masa no sufre procesos de decrepitud notables.

Caso 3: Cultivo de cebada en secano

Como cultivo alternativo a estas inversiones forestales en plantaciones de pino piñonero se ha elegido a la cebada de secano. Este cultivo es el más extendido en la provincia de Valladolid, ocupando 342.198 ha en 1996, lo que supone un 74 % de la superficie provincial dedicada a los cultivos de secano, y un 63,5 % de todas las tierras cultivadas (VV.AA., 1998).

En la Tabla 5 se recogen los ingresos y gastos medios que se han considerado en este estudio. Los datos corresponden a una explotación media de Castilla y León (VV.AA. 1995b), y reflejan de un modo bastante fiel, al rendimiento teórico esperado, en términos de producción, en las comarcas cerealistas de la provincia de Valladolid.

TABLA 5
ESQUEMA DEL CICLO PRODUCTIVO ANUAL DE UN CULTIVO DE
CEBADA EN SECANO REFERIDO A 1 ha

Outline of annual barley crop productive cycle in unirrigated land

COSTES	Ptas/ha	INGRESOS	Ptas/ha
<i>COSTES DIRECTOS</i>		Supuestos de producción	
Semillas	5.666	producción (kg/ha)	2.363
Fertilizantes	11.517	precio venta (pta/kg)	21
Pdtos. Fitosanit.	996	ingresos producción	49.623
Seguro	1.364	subvención (pta/ha)	18.310
<i>MAQUINARIA</i>		INGRESOS TOTALES	
trabajos	4.648		67.933
carburante	4.162		
reparaciones	5.010		
<i>MANO OBRA ASALARIADA</i>	1.732		
<i>COSTES INDIRECTOS PAGADOS</i>			
Cargas sociales	1.729		
Seguros	184		
Intereses y gastos financieros	793		
Canon arrendamiento	2.841		
Contribuciones e impuestos	311		
Conservación edificio	130		
Otros	1.122		
<i>AMORTIZACIONES</i>	6.105		
<i>OTROS COSTES INDIRECTOS</i>	2.446		
COSTE TOTAL	50.756		

Fuente: VV.AA. 1995. Análisis de la Economía de los Sistemas de Producción. Resultados Técnico Económicos de Explotaciones Agrarias en Castilla y León en 1994. M.A.P.A., Madrid.

Asimismo, se ha supuesto que no existe ningún tipo de traba a la hora de cambiar de un tipo de explotación agrícola a otra forestal. La superficie media de las fincas dedicadas al cultivo de la cebada en Valladolid oscila según diversas fuentes entre 37-41 ha y este tamaño no debe suponer ningún inconveniente a la hora de recibir subvenciones para el abandono de los cultivos y la implantación de plantaciones forestales.

En cuanto a la posibilidad de incluir otras rentas en principio se podrían incluir, como acertadamente apunta un revisor, otros ingresos debidos a tres motivos: las rentas cinegéticas, de pastoreo o las subvenciones procedentes de los programas de protección del medio ambiente en las estepas cerealistas. Las rentas cinegéticas presentan una importancia restringida, y aunque pueden sufrir variaciones entre las distintas comarcas cerealistas en función de la riqueza cinegética del coto, pueden oscilar entre las 200-400 ptas/ha, valores que rondan el 1 % de los ingresos debidos a la venta del cereal, sin tener en cuenta la subvención comunitaria. Las rentas debidas al pastoreo en las rastrojeras y en los barbechos son muy variables y dependen de diversos factores como pueda ser la quema o no de los mismos, etc. Esto hace muy difícil su cuantificación exacta, pero las estimaciones barajadas superan ligeramente los ingresos procedentes de las rentas cinegéticas, y debido al carácter residual de estas rentas (entre ambas se pueden estimar como media las 1.000 ptas/ha), no se han considerado en el análisis. Por último, pudiera tenerse en cuenta las subvenciones procedentes de la aplicación del Reglamento comunitario 2078/1992 y sus modificaciones posteriores a las estepas cerealistas de Castilla y León. Estos posibles ingresos no se han considerado debido a varias razones: la casuística en cuanto al tipo de contrato asignado, el ámbito geográfico, las superficies dedicadas a otros cultivos, los costes asociados, etc.; además, el análisis no se podría hacer por unidad de superficie, sino comparando explotaciones.

Metodología

A continuación se va a exponer la metodología empleada para determinar para los diferentes casos analizados el turno óptimo desde una óptica privada.

Aunque dentro de la literatura forestal se citan diversos conceptos de turno óptimo, en este caso vamos a referirnos únicamente al conocido como turno económicamente óptimo. Desde el punto de vista de un posible inversor, parece sensato conocer cuál sería la edad de corta más adecuada en función únicamente del pago de la inversión que se ha realizado para poner en marcha una plantación de *Pinus pinea*.

El turno económicamente óptimo se define como aquel que maximiza el valor actual neto (VAN) de la inversión subyacente, considerando una cadena infinita de ciclos de corta. Esta fórmula, inicialmente propuesta por Faustmann (1849) ha sido desarrollada y contrastada por otros autores (e.g. Samuelson, 1976), y así hoy en día se conoce como teorema de Faustmann-Pressler-Ohlin, o paradigma FPO. Al considerar una cadena infinita de ciclos de corta se considera implícita la existencia de un coste de oportunidad, o renta de la tierra.

De un modo general, y para aprovechamientos propiamente madereros, si se define P como el precio de la madera, $f(t)$ la función de producción o curva de crecimiento correspondiente a una determinada masa forestal, i la tasa de descuento adoptada, y K los gastos de forestación, el turno óptimo se conceptualiza como aquel que maximiza la siguiente

expresión, que corresponde al VAN subyacente a una cadena de infinitos ciclos de plantación utilizando una tasa de capitalización continua:

$$\text{MaxVAN} = \frac{P \cdot f(t) \cdot e^{-i \cdot t} - K}{1 - e^{-i \cdot t}} \quad [1]$$

Supongamos ahora que asimilamos el producto $P \cdot f(t)$ con una función de ingreso temporal $I(t)$ que representa el ingreso obtenido por la venta de madera a los t años. Además, en el caso que nos ocupa, existen otros cobros y pagos que es necesario introducir en el análisis. Así, G representa los pagos anuales de explotación; Y_s serían los pagos debido a labores culturales (labores de mantenimiento, clareos, etc.) producidos en los años l_1, l_2 , etc.; C_l serían los cobros derivados de las claras efectuadas en los años s_1, s_2 , etcétera. Por último, H_j serían los cobros anuales motivados por la venta de piñas desde que comienza la producción en el año z . El VAN incluyendo estos inputs y outputs convenientemente descontados, se expresaría según la siguiente expresión:

$$\text{VAN} = \frac{I(t) \cdot e^{-i \cdot t} - K - G \cdot \alpha - \sum_{\forall s} Y_s \cdot e^{-i \cdot s} + \sum_{\forall l} C_l \cdot e^{-i \cdot l} + \sum_{j=z}^{j=t} H_j \cdot e^{-i \cdot j}}{1 - e^{-i \cdot t}}$$

con:

$$\alpha = \frac{e^{-i \cdot 1} \cdot (e^{-i \cdot t} - 1)}{(e^{-i \cdot 1} - 1)} \quad [2]$$

Asimismo, esta fórmula puede ampliarse para tener en cuenta las subvenciones recogidas en el programa de forestación de tierras agrarias auspiciado por la UE. Siguiendo un procedimiento similar al propuesto en Díaz Balteiro y Romero (1995), P_m representa la prima de mantenimiento que se percibe durante los primeros cinco años; P_c se corresponde a la prima compensatoria percibida durante veinte años por cambio de uso del suelo y K_f sería la subvención para gastos de forestación¹³. Estos datos adecuadamente descontados convierten la ecuación [2] en:

$$\text{VAN} = \frac{I(t) \cdot e^{-i \cdot t} - K - G \cdot \alpha - \sum_{\forall s} Y_s \cdot e^{-i \cdot s} + \sum_{\forall l} C_l \cdot e^{-i \cdot l} + \sum_{j=z}^{j=t} H_j \cdot e^{-i \cdot j} + K_f + P_m \cdot \beta + P_c \cdot \gamma}{1 - e^{-i \cdot t}} \quad [3]$$

con:

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

¹³ Se supone que estas primas se cobran de forma escalonada en el año correspondiente.

$$\beta = \frac{e^{-i \cdot 1} \cdot (e^{-i \cdot 5} - 1)}{(e^{-i \cdot 1} - 1)}$$

$$\gamma = \frac{e^{-i \cdot 1} \cdot (e^{-i \cdot 20} - 1)}{(e^{-i \cdot 1} - 1)}$$

Tanto el turno óptimo como la rentabilidad de las plantaciones de *Pinus pinea*, quedarían definidos maximizando la ecuación [3], si suponemos que se cumplen los supuestos recogidos en la normativa que regula estas ayudas. Dado que la finalidad última de las plantaciones injertadas no es la de obtener una producción de madera a largo plazo, sólo se ha considerado para este caso la existencia de una única subvención para estas plantaciones, lo que implica que las sucesivas plantaciones a lo largo del tiempo no serán beneficiarias de estas ayudas¹⁴.

Por razones de operatividad no se recurrirá al cálculo diferencial para optimizar esta fórmula, sino a un sencillo cálculo numérico a través de la hoja de cálculo. Este procedimiento consiste en ir dando valores sucesivos al parámetro *t* hasta encontrar el valor del mismo que hace el VAN máximo. Ese valor sería el turno óptimo buscado, y para esa edad se puede obtener tanto una medida de la rentabilidad absoluta (VAN), como otra de la rentabilidad relativa (tasa interna de rendimiento, TIR).

Esta rentabilidad se va a comparar con la obtenida mediante el cultivo de la cebada. Para ello se va a utilizar el método analítico de valoración, consistente en capitalizar el flujo de caja anual correspondiente a dicha explotación. Dicho flujo de caja se obtiene como diferencia de los ingresos y gastos medios reflejados en la Tabla 5.

Los resultados obtenidos utilizando la metodología descrita recogen implícitamente una serie de supuestos relativos a la certidumbre en cuanto al valor futuro de ciertos parámetros, además de la producción de piñas en las masas injertadas, que podrían restringir su ámbito de validez. Para soslayar esta dificultad, se ha acudido al análisis de sensibilidad sobre diversos parámetros que definen la inversión, según cada alternativa. En la Tabla 6 se muestran dichos parámetros, y el rango de variación elegido para cada caso. Dentro de estos factores, la tasa de descuento juega un papel fundamental a la hora de determinar la rentabilidad de la inversión. Dado que no se va a emplear una única tasa para todos los escenarios, se justificará su elección para cada caso en el próximo apartado.

Por último, utilizando la metodología expuesta en Alencar *et al.* (1999 a, 1999 b), se ha intentado estimar, de un modo somero, cuál podría ser la rentabilidad social de la aplicación de este cambio tecnológico, resultado de una serie de programas de investigación actualmente en vigor.

¹⁴ Esta consideración alteraría ligeramente la ecuación [3], aunque para no sobrecargar esta exposición metodológica, no se adjunta dicha modificación.

TABLA 6
RANGO VARIACIÓN PARÁMETROS INCLUIDOS EN EL ANÁLISIS
Range of variation for the parameters included in the analysis

	Caso base	Rango variación
Tasa de descuento (%)		
Pinus pinea sin injertar	2	1-7
Pinus pinea con injerto	4	1-7
Cebada	4	1-7
Precio Kg piña (ptas/ha)		
Pinus pinea sin injertar	35	20-150
Pinus pinea con injerto	70	20-150
Precio madera P. pinea (ptas/m³) (1)	4.300	6.000
Subvenciones (2)		
Pinus pinea sin injertar	siempre	nunca
Pinus pinea con injerto	primer turno	nunca, siempre

(1) Se refiere al precio de la madera cuando la masa presenta un diámetro como el previsto a los 105 años.

(2) «Siempre» se refiere a que se consideran infinitos ciclos productivos y en cada uno de ellos se produce la subvención.

«Nunca», por el contrario, indica que en ningún ciclo se ejecuta dicha ayuda, y «primer turno» refleja una ayuda sólo la primera vez que se efectúa la plantación.

RESULTADOS

En este apartado se muestran los resultados obtenidos para cada una de las tres posibles inversiones, utilizando los valores previamente justificados de aquellos parámetros determinantes a la hora de estudiar el turno y la rentabilidad de estas plantaciones. Un resumen de estos resultados se puede encontrar en la Tabla 7.

Caso 1: Pinus pinea injertado

Como se ha dicho anteriormente, se van a considerar tres escenarios según la producción prevista de piñas. Para este caso se ha elegido una tasa de descuento, con la que se va a estimar la rentabilidad, del 4 %. Considerando una inflación actual del 2 %, equivaldría a una tasa nominal del 6 %. Este valor resulta en un punto superior a la rentabilidad obtenida con la deuda pública a largo plazo (5 %), rentabilidad de una posible inversión sin riesgo. Es preciso recordar que este tipo de plantaciones presenta una finalidad marcadamente productiva, y que el turno es más reducido que en las masas tradicionales. Estas razones justifican que se tome una tasa privada de descuento para este caso. No obstante, se acompaña un análisis de sensibilidad para esta variable.

TABLA 7
RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS ANALIZADAS
Results obtained for the different alternatives considered

	turno (1)	Prod. Piña acumulada kg/ha (2)	Producción madera m ³ /ha (3)	Ingreso piña (4)	Ingreso madera (5)	Ingreso anual venta cebada	Subvención (6) ptas/ha	Costes (7) ptas/ha	VAN (8)
Pinus pinea injertado									
caso «a»	35	43.977	0	1.394.132	0	—	549.525	448.556	1.804.597
caso «b»	45	68.727	0	1.833.670	0	—	549.525	450.548	2.206.551
caso «c»	60	118.562	0	2.537.678	0	—	549.525	452.376	2.842.875
Pinus pinea sin injertar (*)									
óptimo	20	1	24	21	2.423	—	653.381	405.135	760.404
máximo local	105	20.223	122	161.961	23.252	—	653.381	432.255	456.653
Cultivo de cebada	—	—	—	—	—	49.623	18.310	50.756	429.425 (**)

(*) Para mejorar la comprensión de estos resultados, además de la solución correspondiente al turno FPO, se acompaña la solución subóptima citada en el texto.

(1) Turno: Se basa en el turno óptimo calculado según los supuestos básicos reflejados en el artículo.

(2) Suma de la producción de piña hasta el turno óptimo.

(3) Volumen de madera obtenido en el turno señalado.

(4) Suma de los ingresos procedentes de la venta de piñas, actualizados al año 0 (ptas/ha).

(5) Ingreso derivado de la corta final en el turno establecido, actualizado al año 0.

(6) Se refiere a la suma de todas las subvenciones recibidas durante el primer ciclo productivo, actualizadas al año 0.

(7) Se refiere a la suma de todos los costes incurridos en el primer ciclo productivo, actualizados al año 0.

(8) El VAN se ha calculado utilizando la metodología FPO, a excepción de la cebada (**), en donde se correspondería con el flujo de caja anual capitalizado.

Escenario a

Las hipótesis de partida anteriormente establecidas para este contexto conducen a que el turno se sitúe en los 35 años, y el VAN, cuando existe esta única subvención en 1.804.597 ptas/ha. Utilizando el método analítico de valoración se puede obtener la renta perpetua anual a la que correspondería el VAN anteriormente calculado. Así, multiplicando el VAN por la tasa de descuento elegida, se obtiene una renta perpetua anual superior a las 72.000 ptas/ha¹⁵. El TIR en este caso, para la edad correspondiente al turno FPO, rondaría el 24,5 %. Este valor supera en más del doble a la rentabilidad obtenida si no hubiera esta única subvención (11 %).

Se ha realizado un análisis de sensibilidad que incluye posibles variaciones en el precio de la piña, en la tasa de descuento y la posibilidad de que las subvenciones se produzcan en cada nuevo ciclo productivo de la plantación. En cuanto a variaciones en la tasa de descuento, el VAN evoluciona según lo expuesto en la Fig. 3. Es decir, se produce un descenso cada vez que aumenta dicha tasa, pero a un ritmo decreciente. El turno permanece invariable, según los intervalos considerados, salvo en el caso donde la tasa de descuento alcanza el 5 %, ya que para ese valor el turno aumenta hasta los 40 años, contradiciendo el análisis de estática comparativa que generalmente se realiza sobre los postulados de la teoría de FPO¹⁶.

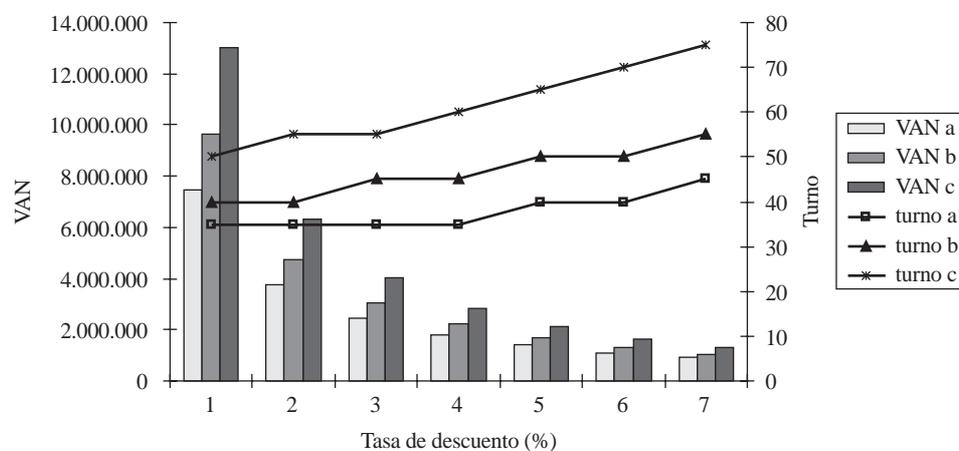


Fig. 3.—Análisis de sensibilidad para los tres escenarios del pino piñonero injertado, respecto a la tasa de descuento

Sensibility analysis for the three grafted stone-pine cases considered, when the discount rate varies

¹⁵ Nótese que debido a la inclusión implícita de infinitos ciclos de corta en la expresión [3], esta rentabilidad debe equipararse a una renta perpetua.

¹⁶ En Romero (1997, cap. 8) se profundiza en dicho análisis de estática comparativa.

En el caso base elegido (tasa de descuento del 4 %, existencia de una única subvención), si se modifica el precio de la piña, se observa cómo (Fig. 4) la inversión es siempre rentable. Aunque no se muestre en ningún gráfico, la existencia de ayudas aumenta la rentabilidad y provoca que algunas rentabilidades negativas cuando el precio es reducido se conviertan en positivas. Además, se aprecia cómo el VAN se comporta de un modo elástico ante incrementos del precio de la piña. También se puede comprobar cómo el turno se reduce paulatinamente hasta que el precio de la piña alcanza las 70 ptas/kg, para a continuación permanecer constante ante nuevos aumentos de dicho precio. El efecto sobre el VAN de la existencia o no de subvenciones es claramente decreciente ante el aumento del precio de la piña. Si se varían conjuntamente la tasa de descuento y el precio de la piña se aprecia que, salvo combinaciones, de precios muy bajos (20 ptas/kg) y tasas de descuento iguales o superiores al 4 %, el VAN es siempre positivo en ausencia de subvenciones. En la Tabla 8 se puede apreciar esta circunstancia, tanto para este como para los otros dos escenarios considerados. El turno tiende a reducirse cuanto mayor sea el precio y menor la tasa de descuento, pero es invariable ante la existencia o no de subvenciones.

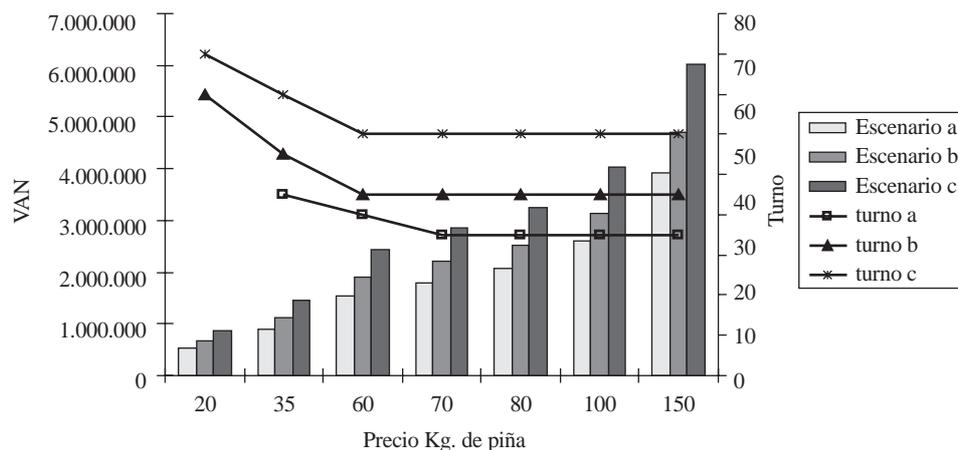


Fig. 4.—Análisis de sensibilidad para los tres escenarios del pino piñonero injertado, según el precio del kilogramo de piña

Sensibility analysis for the three grafted stone-pine cases considered, when the cone price varies

Por último, si se considera la existencia de un régimen de subvenciones permanente, es decir, que se incluyan siempre que se proceda a reemplazar la plantación existente, el VAN se incrementa en un 11 % para el caso general, pero tiene un efecto mucho mayor cuando el precio es bajo y con tasas de descuento reducidas. En cuanto al turno, en general es siempre unos cinco años más corto que el considerado cuando no hay subvenciones o éstas sólo se conceden para la primera plantación.

Escenario b

La producción de piña que subyace en este escenario conduce a que el VAN se sitúe en 2.206.551 ptas/ha, con un turno de 45 años en el caso general. Este valor obtenido es equivalente a una renta perpetua anual superior a las 88.000 ptas/ha. En términos relativos, se alcanzaría una rentabilidad ligeramente superior al 24 %.

Al realizar un análisis de sensibilidad similar al escenario anterior se obtienen resultados bastante parejos. La inversión es rentable en todos los casos con independencia, dentro del rango considerado, del precio de la piña, de la tasa de descuento y de la existencia o no de ayudas comunitarias. La diferencia más acusada radica en los valores que puede alcanzar el turno, ya que, al igual que el VAN, es siempre superior al caso anterior. Como se puede apreciar en la Tabla 8 y en las Figs. 3 y 4, las pautas son similares al escenario *a*. Igualmente, la existencia de subvenciones cada vez que se produce una nueva plantación lleva a turnos más cortos, insensibles a variaciones en el nivel de precios con tasas de descuento reducidas, y a rentabilidades mayores, pero más inelásticas ante la existencia de estas ayudas que en el caso precedente.

Escenario c

Si atendemos ahora a los resultados obtenidos en el caso que incorpora una previsión más optimista en cuanto a la producción de piñones, se puede apreciar que se produce, como es lógico, un aumento en la rentabilidad. En este escenario, y con las condiciones de partida, el VAN se incrementa hasta las 2.842.875 ptas/ha, alcanzándose este máximo a los 60 años. Operando de forma análoga a los escenarios precedentes, se puede equiparar a una renta perpetua anual cercana a las 114.000 ptas/ha. Por último, en términos relativos, la rentabilidad a la edad del turno FPO es del 24,75 %.

Realizando un análisis de sensibilidad similar al de los contextos anteriores, se puede apreciar cómo se cumplen prácticamente las mismas pautas. Siempre es igual el turno con independencia de que se contabilice esa primera subvención, y esta edad óptima será más reducida cuanto mayor sea el precio de la piña y/o menor la tasa de descuento. En cualquier caso, nunca será menor de 50 años, o de 45 si existen subvenciones cada vez que se produce una plantación. También en este escenario siempre resulta la inversión rentable, y la existencia de subvenciones cada vez que se produce una nueva plantación tiene un efecto, si lo comparamos con escenarios anteriores, similar en cuanto al turno y más reducido en el VAN.

Caso 2: Forestación de pino piñonero (sin injertar)

En el análisis realizado se ha optado por tomar una tasa de descuento real del 2 %. Aunque esta tasa de descuento resulte inferior a la rentabilidad sin riesgo que se puede obtener en los mercados financieros, se puede justificar debido a razones como el autoconsumo de renta ambiental o a las preferencias de los propietarios, que aceptan este tipo de rentabilidades. De todas formas, se ha efectuado un análisis de sensibilidad para mostrar los efectos de una variación en este parámetro.

Los resultados muestran que, sin tener en cuenta la existencia de ayudas comunitarias, la plantación no es rentable, obteniéndose un VAN máximo a los 130 años igual a -256.576 ptas/ha. Por el contrario, si adoptamos un entorno donde tengan cabida las subvenciones para la reforestación de superficies agrarias, la inversión se vuelve viable, alcanzando el VAN 760.404 ptas/ha.

TABLA 8
VALOR DE UN CULTIVO DE CEBADA EN SECANO CUANDO SE
MODIFICA LA TASA DE DESCUENTO

Barley crop value when the discount rate is modified

caso	tasa de descuento	precio kg piña	VAN		
			sin subvenciones	subv. 1.º ciclo	con subvenciones
P. pinea injertado «a»	0,01	20	824.960	1.489.253	3.232.802
		70	6.817.109	7.481.402	9.348.316
		150	16.704.299	17.368.592	19.267.338
	0,04	20	-19.257	530.268	679.038
		70	1.255.072	1.804.597	2.003.423
		150	3.369.868	3.919.393	4.125.733
	0,07	20	-177.529	291.412	310.733
		70	434.334	903.275	939.113
		150	1.436.063	1.905.004	1.947.016
P. pinea injertado «b»	0,01	20	1.573.581	2.237.874	3.580.284
		70	8.985.880	9.650.173	11.078.821
		150	20.981.358	21.645.651	23.083.040
	0,04	20	110.156	659.681	757.337
		70	1.657.026	2.206.551	2.328.807
		150	4.167.652	4.717.177	4.847.286
	0,07	20	-134.798	334.143	342.962
		70	578.693	1.047.634	1.063.678
		150	1.730.110	2.199.051	2.217.623
P. pinea injertado «c»	0,01	20	2.686.205	3.350.498	4.344.793
		70	12.375.701	13.039.994	14.081.070
		150	27.983.891	28.648.184	29.672.187
	0,04	20	309.847	859.372	910.765
		70	2.293.350	2.842.875	2.905.497
		150	5.482.903	6.032.428	6.100.569
	0,07	20	-66.475	402.466	404.935
		70	813.635	1.282.576	1.287.044
		150	2.224.276	2.693.216	2.698.454
P. Pinea sin injertar	0,01	0	-582.939		1.489.936
		35	-42.052		1.490.075
		150	1.735.148		2.699.785
	0,02	0	-451.974		760.341
		35	-256.576		760.404
		150	385.445		1.091.609
	0,07	0	-327.495		236.092
		35	-320.339		236.102
		150	-296.826		236.135

En sombreado se resalta el caso base para cada escenario.

El turno óptimo también se modifica, reduciéndose hasta los 20 años. Es preciso significar que se produce una rentabilidad absoluta mayor a edades más reducidas (10-20 años), pero no se han tenido en cuenta ya que para percibir las ayudas europeas es necesario que la masa se mantenga durante esos 20 años en que se producen los citados cobros. Esta misma solución se obtendría si no hubiera ingresos debidos a la venta de piñones, ya que a esa edad todavía no se ha iniciado su producción. Revisando el intervalo habitual dentro del que se suele mover el turno de una masa de piñonero, es preciso apuntar que se produce un máximo local a los 105 años, con un VAN inferior en un 40 % al óptimo (Tabla 7).

En el caso que nos ocupa, la rentabilidad obtenida cada 20 años se equipara a una renta perpetua anual superior a las 15.000 ptas/ha, siempre y cuando no se alteren aspectos como la tasa de descuento, la existencia de subvenciones, etc.

La peculiar distribución y cuantía de los flujos de caja a lo largo del horizonte de planificación empleado provoca que no sea posible obtener un valor de la tasa interna de rendimiento, independientemente de la ausencia o presencia de subvenciones en el análisis.

Si se modifica la tasa de descuento elegida, el valor actual neto varía notablemente. En la Fig. 5 se puede verificar las variaciones que sufre, *ceteris paribus*, ante cambios en la tasa de descuento. Como se puede apreciar, estas variaciones son más acusadas si nos encontramos ante un contexto de ayudas comunitarias. Asimismo, se observa cómo variaciones en la tasa de descuento no modifican el sentido de la decisión al considerar un escenario con ayudas comunitarias u otro sin subvenciones: el VAN es siempre positivo en el primer caso, y siempre negativo en el segundo. Contrariamente a lo que se podría esperar, el turno óptimo no sufre variaciones al modificarse la tasa de descuento.

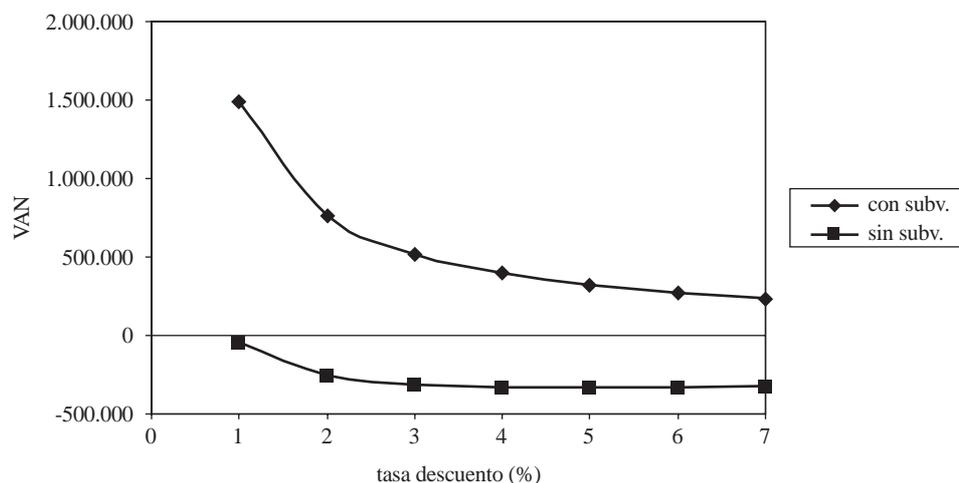


Fig. 5.—Análisis de sensibilidad respecto a la tasa de descuento
Discount rate sensibility analysis

Analizando las variaciones que se producen al variar el precio del kilogramo de piña, se observa (Fig. 6) cómo únicamente para precios elevados (>100 ptas/kg), la inversión es rentable sin ayudas comunitarias. Asimismo, si se producen estas subvenciones, el VAN apenas sufre variaciones para precios de la piña inferiores a 100 ptas/kg. Por otro lado, el turno óptimo sólo se modifica cuando los precios son elevados y existen subvenciones, pasando de 20 a 125 años. En la Tabla 9 se muestran los resultados que reflejan la variación del VAN al modificarse conjuntamente el precio de la piña y la tasa de descuento.

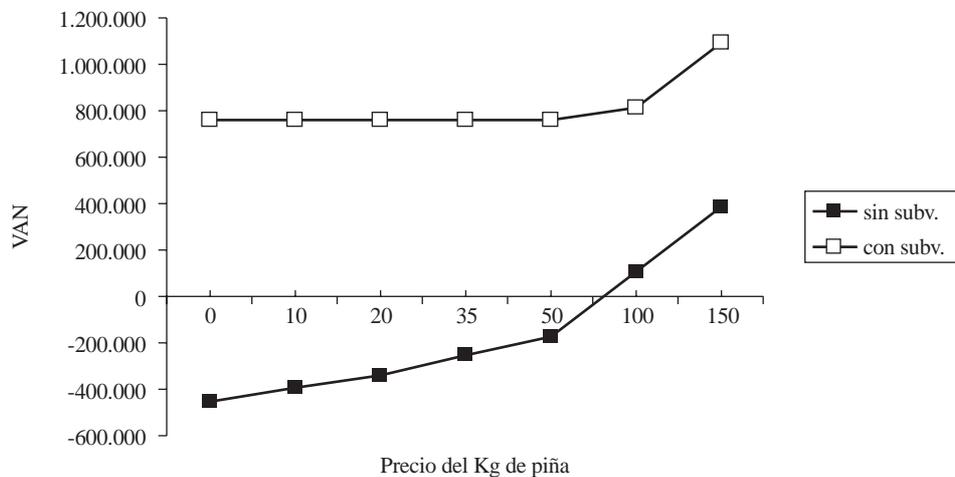


Fig. 6.—Análisis de sensibilidad del precio de la piña
Cone price sensibility analysis

TABLA 9

VALOR DE UN CULTIVO DE CEBADA EN SECANO CUANDO SE
MODIFICA LA TASA DE DESCUENTO

Barley crop value when the discount rate is modified

Ingresos Totales	67.933						
Costes Totales	50.756						
	tasa de descuento						
Ganancia Neta	17.177	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
VALOR DE MERCADO	867.467	581.198	438.071	352.200	294.958	254.074	

En el análisis efectuado no se han considerado otras subvenciones a las cuales se podrían acoger estas repoblaciones, como las que sufragar una parte de ciertas labores culturales. Si se produjera este hecho, el obtener una ayuda para el 75 % del clareo y de la primera clara supone, el incrementar el VAN en más de la tercera parte. Esto puede dar idea de la importancia que pueden tener, sobre todo si se extienden a las demás claras no autofinanciadas.

Asimismo, se ha efectuado un análisis de sensibilidad con respecto al precio de la madera de *Pinus pinea*. En concreto, se ha supuesto que las trozas de mayores dimensiones (a partir de 20 cm de Ø) duplican su precio. Los resultados muestran, *ceteris paribus*, una casi absoluta inelasticidad si existen subvenciones y un VAN algo más cercano al umbral de rentabilidad. Únicamente para tasas de descuento muy reducidas es sensible este aumento en el precio de la madera. En cambio, el turno se presenta algo menos inelástico ante cambios en la tasa de descuento si no hay subvenciones.

Por último, aunque inicialmente no se ha tenido en cuenta, se ha estudiado el efecto que tendría el contemplar en el análisis unos ingresos debidos a la venta de leñas. Se ha considerado que suponen un 20 % del volumen de madera en cada corta, y a un precio¹⁷ de 1.200 ptas/m³, la influencia que presentan en los resultados es imperceptible (alrededor del 1 % del VAN, si no hay subvenciones). Si descontáramos estos ingresos al momento inicial se puede apreciar que únicamente suponen un 2 % de los gastos de la plantación, similares a los que se obtendrían si se consideraran las rentas procedentes de la caza o el pastoreo, máxime cuando éstas no comienzan a producirse por lo menos hasta que la masa alcanza los 15 años de edad.

Caso 3: Cultivo de cebada en secano

En cuanto a la tasa de descuento, se ha tomado una tasa real de descuento igual que en el caso de las plantaciones injertadas (4 %). Aunque actualmente nos encontramos en un período alcista en cuanto al precio de la tierra de secano, lo que cabría plantearse el incluir explícitamente las plusvalías esperadas, por un principio de prudencia no se van a contabilizar debido al dilatado período considerado en el análisis y a la variabilidad que pueden sufrir a lo largo de los próximos años. También se acompaña un análisis de sensibilidad para posibles variaciones de la tasa de descuento elegida.

Reuniendo todas las hipótesis realizadas anteriormente, se obtiene un flujo de caja de 17.177 ptas/ha. Utilizando un tipo de capitalización continuo, se obtiene de esta renta anual un valor de 438.071 ptas/ha, cantidad que en el mercado real de fincas de esta provincia resulta bastante habitual. Por otro lado, es necesario precisar otra serie de observaciones: en primer lugar hay que decir que no se ha considerado en el análisis la existencia de una superficie anual dedicada al barbecho, que reduciría ligeramente el flujo de caja anual. Además, la producción considerada corresponde, como ya se ha mencionado, a una tierra promedio, no a una tierra marginal que en un principio sería la más apropiada para establecer este tipo de análisis. En este tipo de terrenos las producciones pueden llegar a ser inferiores a los 1.000 kg/ha, frente a los 2.300 del caso anterior, lo que conlleva a unos resultados netos negativos, a pesar de una fuerte reducción en los costes.

¹⁷ Según datos del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid.

Para completar el análisis se ha realizado, al igual que en los casos anteriores, un análisis de sensibilidad respecto a la tasa de descuento. Los resultados relativos a variaciones en cuanto a la tasa de descuento se muestran en la Tabla 9. Finalmente, conviene no olvidar que el sector agrario se encuentra inmerso en la antesala de un conjunto de reformas como consecuencia de la entrada en vigor de la Agenda 2000. Probablemente los precios de venta de la cebada sufrirán un descenso, aunque estará mitigado por un aumento en las subvenciones (Gómez-Limón, 1999). Por esta razón se ha obviado un análisis de sensibilidad ante variaciones del precio de la cebada.

DISCUSIÓN

Comparando los resultados con las hipótesis anteriormente formuladas, se desprenden las siguientes consecuencias. En primer lugar, se puede apreciar que independientemente del precio de la piña, las plantaciones injertadas de pino piñonero siempre serán más rentables que el cultivo de cebada y que una forestación tradicional de *Pinus pinea*. Debido a la diferencia entre las tasas de descuento elegidas, la forestación con subvenciones es más rentable que la cebada, pero a unos turnos inaceptables selvicolamente. Esta circunstancia vuelve a plantear la necesidad de establecer nuevas medidas para evitar la corta prematura de especies de crecimiento lento acogidas a las ayudas comunitarias (Díaz Balteiro y Romero, 1995). Estas hipotéticas medidas podrían disminuir la fragilidad a la que se ven sometidas hoy en día las masas de *Pinus pinea*, (presión urbanística, industrial, cambios hacia cultivos agrarios, etc.), motivadas por la escasa rentabilidad financiera que aportan a sus propietarios. Por otro lado, si comparamos ambas inversiones bajo un escenario de tasas de descuento idénticas, siempre es más rentable el cultivo de cebada.

En cuanto a los turnos, se comprueba cómo en las plantaciones injertadas, la duración del ciclo productivo se incrementa conforme lo hace la producción esperada según el escenario elegido. Debido a la estructura de los flujos de caja en este caso (no existe ingreso debido a una corta final, y los flujos anuales debidos a la venta de piñones son moderadamente elevados), se producen ciertas desviaciones en cuanto a las conclusiones obtenidas realizando un análisis de estática comparativa de la solución FPO. En efecto, en los tres escenarios analizados se cumple que el turno óptimo se incrementa al elevarse la tasa de descuento y una insensibilidad del turno (o un incremento si consideráramos la existencia de subvenciones de un modo permanente) ante subidas en el precio de la piña (Figs. 3 y 4).

Además de esta ordenación en cuanto a los resultados obtenidos es preciso destacar el hecho de que, para el precio de las piñas considerado, la rentabilidad de las plantaciones injertadas es sustancialmente más alta que en los demás casos. Pero incluso con un precio de la piña extremadamente bajo (20 ptas/kg) y considerando la existencia de una única subvención, el escenario menos optimista ofrece todavía una rentabilidad superior a la cebada en un 20 %. Recordamos que este escenario parte del supuesto de que las series de producción basadas en datos reales publicadas hasta hoy, reflejen ya el umbral máximo de producción, disminuyendo a partir de los 15 años.

Se deduce que las predicciones anteriormente realizadas para paliar la carencia de unos datos empíricos, referidos a la producción de piñas en masas injertadas, no influyen a la hora de priorizar las alternativas expuestas frente a las plantaciones tradicionales o al cultivo de cebada. Ahora bien, sí que tienen una gran importancia en términos de rentabi-

lidad absoluta, ya que el pasar a un escenario más productivo supone, dependiendo de la tasa de descuento y del precio de la piña, un incremento del VAN que oscila entre el 20 y el 35 %. En cambio, la tasa interna de rendimiento se muestra extremadamente inelástica ante posibles incrementos en la producción de piña. Esta ausencia de datos empíricos ha redundado en una mayor prudencia a la hora de considerar diferentes hipótesis y variaciones de los parámetros considerados. Así, en Abellanas *et al.* (2000) se puede encontrar un plazo de recuperación de nueve años para una inversión basada en datos reales de *Pinus pinea* injertado en la provincia de Córdoba, considerando las subvenciones, frente a los doce años que se obtienen en los tres escenarios considerados en este trabajo.

En esta línea, cabe destacar el hecho de que la rentabilidad obtenida sin subvención en los pinares injertados concede al propietario un colchón para realizar una serie de inversiones anuales con el fin de incrementar y regularizar la producción (e.g. podas anuales, gradeos, etc.). Tomando el escenario *a* sin subvenciones como ejemplo (el caso más desfavorable), un gasto anual de 20.000 ptas/ha y año conduce a una reducción en la renta anual equivalente de 30.000 ptas., pero aún así esa renta (42.000 ptas/ha) es lo suficientemente atractiva para considerar la inversión, máxime cuando no se han considerado los aumentos en la producción derivados de esas prácticas culturales.

Asimismo, cabe resaltar el hecho de que dentro de las alternativas consideradas, las plantaciones injertadas de *Pinus pinea* son aquellas en las que la subvención tiene una menor influencia en el VAN. En el Anexo II se muestra este hecho para los ingresos y gastos correspondientes al primer ciclo productivo de cada alternativa, definido éste por el turno óptimo anteriormente calculado. Se puede apreciar cómo resulta un requisito imprescindible para la rentabilidad de masas de *Pinus pinea* no injertadas y para el cultivo de cebada. En cambio, para los supuestos básicos de las plantaciones injertadas, la diferencia entre ingresos y gastos siempre es positiva, y tanto mayor cuanto más optimistas sean las predicciones en cuanto a la producción futura de piñones.

En cuanto al caso centrado en las forestaciones tradicionales, si uniéramos posibles variaciones en el precio de la piña y en la tasa de descuento, se obtendrían las siguientes consecuencias:

- Salvo para precios de la piña elevados y/o tasas de descuento reducidas, la inversión no es rentable en ausencia de ayudas comunitarias.
- Si se producen estas ayudas, el turno óptimo será muy reducido, a excepción del contexto anterior de precios elevados y tasas de descuento reducidas.
- Salvo cuando el precio de la piña es igual o mayor que 100 ptas/kg, el VAN permanece prácticamente invariable, porque se basa principalmente en el cobro de subvenciones. Esta inelasticidad ante cambios en la tasa de descuento y en el precio muestra la importancia que tienen las ayudas comunitarias en esta inversión.

Analizando muy someramente las posibles influencias que puedan tener los cambios en la normativa comunitaria sobre las plantaciones de *Pinus pinea*, parece que el sistema de ayudas no se va a modificar en su estructura, aunque sí que pueden oscilar las cantidades a recibir¹⁸. La hipótesis más pesimista en cuanto a la posibilidad de que las plantaciones injertadas no reciban subvenciones, se puede mantener, aunque en principio podrían acogerse a las ayudas a la silvicultura previstas en el artículo 30 del Reglamen-

¹⁸ La prima compensatoria se establece entre 185 y 725 €

to 1257/1999. De todas formas, estas particularidades no se sabrán con exactitud mientras no se promulguen los decretos correspondientes.

Por otro lado, esta marcada diferencia entre las forestaciones tradicionales y las injertadas justifica de los programas de investigación que actualmente se están desarrollando en este campo en Castilla y León. No es objeto de este artículo el introducir y desarrollar técnicas que midan este cambio tecnológico, pero fácilmente se pueden llegar a obtener conclusiones partiendo de los resultados obtenidos. Utilizando la metodología anteriormente citada, se ha calculado cuál sería el beneficio privado procedente de la aplicación de esta nueva tecnología. Así, se ha procedido a comparar una secuencia de forestaciones tradicionales, modesta en cuanto su implantación (50 ha por año durante los próximos 20 años), con una plantación injertada correspondiente al escenario menos rentable (caso *a*), tomando, como caso más desfavorable, un precio de la piña muy bajo (20 ptas/kg), y una tasa de descuento del 2 %. El beneficio privado total obtenido (diferencia entre ambos supuestos multiplicado por la superficie y convenientemente descontado) equivale a un gasto anual en este tipo de investigación de 35.000.000 ptas., durante los últimos 10 años. Sirva esta comparación como muestra para intuir que incluso suponiendo una implantación reducida de estas plantaciones, una caída en el precio del piñón debido al aumento de superficies productoras y el escenario de producción menos optimista, este tipo de investigación presenta una rentabilidad social positiva y con un plazo de recuperación relativamente corto. Además, no se han tenido en cuenta los efectos positivos de esta investigación en otras direcciones.

Sobre todo para la segunda gran alternativa mostrada (forestaciones tradicionales de *Pinus pinea*), resulta conveniente el destacar otros beneficios que no se han contabilizado. En efecto, existen aspectos como los recreativos, paisajísticos, la absorción de CO₂, la importancia como refugio y lugar de cría de la fauna silvestre (SEO/Birdlife, 1999), etc., que no se han incluido en el análisis.

Contabilizando estos intangibles, el turno óptimo puede sufrir una cierta variación, probablemente en este caso al alza (Díaz Balteiro, 1998). Esta situación deja entrever la necesidad de realizar una valoración económica que contemple estas otras producciones no madereras de bienes y servicios que caracterizan a un pinar tradicional de pino piñonero. Dicha valoración queda fuera de los objetivos de este trabajo, pero sin duda constituye una futura línea de investigación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten distinguir claramente los tres diferentes casos entre sí. Aún adaptando el escenario más prudente, las plantaciones injertadas del pino piñonero superan en rentabilidad a las forestaciones tradicionales, pudiendo incluso competir con cultivos agrícolas tradicionales como el analizado en este trabajo (cebada en secano). Este aumento en la rentabilidad entre las plantaciones injertadas y tradicionales se produce pese a la diferencia entre las tasas de descuento elegidas. Además, las plantaciones injertadas presentan unos turnos óptimos mucho más reducidos que los habitualmente empleados para esta especie.

Igualmente, se muestra cómo la rentabilidad absoluta para las masas injertadas se fundamenta en su corriente de ingresos y gastos prevista y no en las ayudas comunitarias,

como ocurre con las masas tradicionales y con la cebada. Si se analiza el TIR de la inversión, el efecto de las subvenciones es mucho mayor al producido en el VAN.

Cabe resaltar el hecho de que en las forestaciones no injertadas estas subvenciones obligan, desde un punto de vista estrictamente económico, a cortar la masa a unas edades irracionales desde un punto de vista selvícola, para reiniciar el siguiente ciclo de lo que se podría llamar un «cultivo de subvenciones», o el «negocio de las subvenciones» como se recoge en Campos *et al.* (1999), bien sea para un uso forestal, o para retornar al cultivo agrícola. Este resultado pone en evidencia que el enfoque de los programas de forestación de tierras agrarias, centrado en la retirada de tierras de cultivo, no garantiza la permanencia del carácter forestal que ha adquirido el predio. Por otro lado, y en base a los primeros datos disponibles, parece que las nuevas disposiciones comunitarias no van a cambiar de forma notable este hecho, por lo menos en cuanto a la estructura de las subvenciones. Una posible forma de intentar mitigar el problema que supone el cortar la masa a edades tan tempranas sería el incorporar al análisis otros bienes intangibles que ofrecen estas masas más naturalizadas, a diferencia de las injertadas.

Con relación al estudio económico de las plantaciones injertadas, los resultados anteriormente expuestos se pueden considerar como conservadores, a tenor de las hipótesis realizadas en cuanto a ciertas variables y parámetros que influyen en este tipo de inversiones. De todas formas, y para soslayar esta debilidad, se ha efectuado un análisis de sensibilidad que reafirma estas conclusiones, salvo casos marcadamente extremos y con pocas probabilidades de ocurrencia. Los resultados anteriormente obtenidos ponen de manifiesto la necesidad de profundizar en los conocimientos del pino piñonero injertado, con el fin de poner a punto técnicas de cultivo y material genéticamente mejorado que aproximen esta nueva tecnología al propietario privado. Por último, los primeros resultados muestran cómo la rentabilidad social derivada de la investigación de este tipo de plantaciones es bastante elevada, y con un plazo de recuperación de la inversión relativamente reducido.

AGRADECIMIENTOS

Los profesores de la Universidad de Valladolid D. Ernesto Casquet y D. José Antonio Gómez-Limón han aportado valiosos datos sobre el cultivo de cebada y su problemática actual y futura. Los profesores de la Universidad Politécnica de Madrid D. Casimiro Herruzo y D. Carlos Romero han mejorado este trabajo con sus comentarios. Además, los autores estiman la aportación, en forma de sugerencias y comentarios críticos, de dos revisores anónimos. No obstante, los autores son los únicos responsables de los errores que se pudieran hallar en este trabajo. Asimismo, los autores quisieran reconocer la labor de D. Luis Gil Sánchez, impulsor constante desde hace una década de los trabajos de mejora genética de *Pinus pinea* y director del Programa de Mejora Genética para la producción de fruto en Castilla y León. Dicho programa está financiado por la Junta de Castilla y León, lo que ha permitido crear un marco de trabajo y ofrecer unos resultados a partir de los cuales se generan trabajos de esta naturaleza. La aportación de Luis Díaz Balteiro está financiada por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).

SUMMARY

Economic analysis of *Pinus pinea* plantations in cultivation land in Valladolid, Central Spain

This paper reports an assessment of the economic profitability from the use of grafted stone-pines for afforestations in Valladolid, Central Spain. With this technical change, the plantations begin to yield cones at few years, saving the long unproductive youth stage of traditional stone-pine stands. Some assumptions are made, due to a lack of empirical data, about the expected yield of the grafted plantations in order to obtain their optimal rotation and profitability. As alternative land-use options, the profitability of traditional afforestations and barley crops are calculated. The cases analysed indicate that grafted plantations are competitive under a broad spectrum of essential financial parameter variations, even with the agricultural crop described in this paper.

In the basic cases, expected annual return of grafted plantations is about 430-680 euros per hectare, whereas income from barley crop is about 100 euros per hectare.

KEY WORDS: *Pinus pinea*
Grafted plantations
Forest economics
Optimal rotation

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELLANAS B., BUTLER I., MONTEAGUDO F.J., 2000. Estudio de la rentabilidad económica de una parcela de injertos de pino piñonero a los 9 años de su instalación. Actas (Tomo II) 1.º Simposio Internacional del Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.), Valladolid, febrero 2000: 101-110.
- ABELLANAS B., OLIET J., CUADROS S., NAVARRO R., BUTLER I., MONTEAGUDO F.J., BASTIDA F. & LÓPEZ J., 1997. Selección de clones de *Pinus pinea* L. para la producción de piña: Diseño preliminar de un método de selección. Cuadernos de la SECF, 5, 157-166.
- ALENCAR J.R. de, HERRUZO A. C., HOEFLICH V.A., 1999a. Economic evaluation of research on projection systems for *Pinus* plantations in Southern Brazil. International Symposium: «150 Years of the Faustmann Formula: The consequences for Forestry and Economics in the past, Present and Future», October 3-6, Darmstadt, Germany.
- ALENCAR J.R. de, HERRUZO A. C., HOEFLICH V.A., 1999b. Evaluación económica de la investigación en sistemas de simulación de plantaciones de *Pinus spp* en la región sur de Brasil. Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 195, 155-178.
- CAMPOS PALACÍN P., LÓPEZ J., 1998. Renta y Naturaleza en Doñana. Icaria Editorial.
- CAMPOS P., MONTERO G., MARTÍN D., CAPARRÓS A., RODRÍGUEZ Y., CAÑELLAS I., 1999. ¿Puede el negocio de las subvenciones favorecer la renovación y expansión del alcornocal extremeño? Caudal de Extremadura, 13, 62-66.
- CATALÁN G., 1990. Plantaciones de *Pinus pinea* en zonas calizas para producción precoz de piñón. Ecología, 4, 105-120.
- CATALÁN G., 1995. El pino piñonero como árbol productor de frutos secos. (Documento sin publicar) ICONA, Madrid.
- CATALÁN G., 1998: Current Situation and Prospects of the Stonepines as Nut Producer. FAO - Nucis-Newsletter, 7, 28-32.
- CEBALLOS L., LOPEZ VALLEJO M., PARDOS J. A., ÚBEDA J., 1966. Mapa Forestal de España, Ministerio de Agricultura, Madrid.
- CUEVAS Y., 1998. Forestación de Tierras Agrarias en Castilla y León. Montes, 52, 35-42.
- DÍAZ BALTEIRO L., ROMERO C., 1995. Rentabilidad económica de especies arbóreas de crecimiento medio y lento: algunas reflexiones de política forestal. Revista Española de Economía Agraria, 171 (1), 85-108.
- DÍAZ BALTEIRO L., 1998. Fundamentos económicos del turno forestal óptimo al incorporar diversos bienes y servicios. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 184, 159-182.

- FAUSTMANN M., 1849. Berechnung des Wertes welchen Waldboden sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen. Allgemeine Forst und Jagd Zeitung, 15. Reimpreso en: 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-GÜEMES C., CAÑADAS N., MONTOTO R., MONTERO G., 1997. Producción de piña de *Pinus pinea* L. en los montes de la provincia de Valladolid en la campaña 1996/97. I Congreso Forestal Hispano Luso Irati 97. Actas Mesa 4, 273-277.
- GIL L., ABELLANAS B., 1989. La mejora genética del pino piñonero. Montes, 21, 4-12.
- GIL L., 1999. La transformación histórica del paisaje: La permanencia y la extinción local del pino piñonero. En: Marín F., Santos J.D., Calzado A. (Eds.): Los montes y su historia. Una perspectiva política, económica y social. Publicaciones de la Universidad de Huelva, 151-185.
- GÓMEZ-LIMÓN J.A., 1999. Impacto de la Agenda 2000 sobre el sector de cultivos herbáceos de Castilla y León. Investigación Económica y Social de Castilla y León, 2, 57-70.
- GORDO J., 1998. Programa de mejora genética de *Pinus pinea* L. en Castilla y León. Montes, 52, 71-84.
- GORDO J., GIL L., MUTKE S., 1999a. Plan de Mejora Genética para la producción de fruto de *Pinus pinea* L.: Selección de clones grandes productores y de rodales. Dirección General del Medio Natural, Servicio de Ordenación de los Ecosistemas Forestales. Junta de Castilla y León (documento sin publicar).
- GORDO J., MUTKE S., PRADA A., 1999b. El pino piñonero (*Pinus pinea* L.). en: Alía R., Galera R., Martín S., Mejora genética y masas productoras de semilla de los pinares españoles. CIFOR INIA-DGCONA.
- GORDO J., MUTKE S. & GIL L., 2000a. La mejora genética de *Pinus pinea* L. en Castilla y León. Actas (II) del Primer Simposio del Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.) febrero 2000, Valladolid: 21-32.
- GORDO J., MUTKE S. & GIL L., 2000b. La producción de piña de *Pinus pinea* L. en los montes públicos de la provincia de Valladolid. Actas (Tomo II) 1.º Simposio Internacional del Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.), Valladolid, febrero 2000: 269-277.
- HERNÁNDEZ J.A., GORDO J., FINAT L., ROJO L.I., MOLINA J., BLANCO R., SESEÑA A., 1998. Análisis de la evolución de los aprovechamientos en los montes de U.P. de la provincia de Valladolid (1986-1997). Servicio Territorial de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León (documento interno sin publicar).
- IGLESIAS S., 1997. Programa de Mejora Genética de *Pinus pinea*. Actas de la Reunión de Madrid, 12 a 13 de junio de 1996. Reunión del Grupo de Trabajo sobre Mejora Genética Forestal. Cuadernos de la SECF n.º 5-1997, Madrid: 217-224.
- MAGINI E., GIANNINI R., 1971. Prime osservazioni sulla produzione di strobili e semi di un parco di cloni di pino domestico (*Pinus pinea* L.). L'Italia Forestale e Montana, anno XXVI, 2, 63-78.
- PRADA M.A., GORDO J., DE MIGUEL J., MUTKE S., CATALÁN G., IGLESIAS S., GIL L., 1997. Las regiones de procedencia de *Pinus pinea* L. en España. Organismo Autónomo de Parques Naturales, Madrid. Reglamento 1750/1999. Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 214/31-52, 13 de agosto.
- Reglamento 1257/1999. Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 160/80-102, 26 de junio.
- ROMERO C., 1997. Economía de los recursos ambientales y naturales (2.ª ed.). Alianza Economía, Madrid.
- SADA B., IGLESIAS S., GIL L., 2000. Estudio de la producción de un banco clonal de *Pinus pinea* L. de procedencia Cataluña litoral para la selección de grandes productores de fruto. Actas (Tomo II) 1.º Simposio Internacional del Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.), Valladolid, febrero 2000: 65-74.
- SAMUELSON P., 1976. Economics of forestry in a evolving society. Economic Inquiry, 14, 466-492.
- SEO/BirdLife, 1999. Talas de pinares-isla en Tierra de Campiñas en época de cría. Quercus, 163, 53.
- VV.AA., 1993. Programa Regional de Forestación de Tierras Agrarias en Castilla y León. Junta de Castilla y León.
- VV.AA., 1995a. Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1995. Castilla y León. Valladolid. ICONA, M.A.P.A., Madrid.
- VV.AA., 1995b. Análisis de la Economía de los Sistemas de Producción. Resultados Técnico Económicos de Explotaciones Agrarias en Castilla y León en 1994. M.A.P.A., Madrid.
- VV.AA., 1998. Anuario de Estadística Agraria de Castilla y León 1996. Junta de Castilla y León.

ANEXO I

PROPUESTA DE SELVICULTURA DE P.pa. EN VALLADOLID, BASADO EN DATOS DASOMÉTRICOS MEDIOS DEL IFN-2 DE DICHA PROVINCIA

Proposal of silvicultural prescriptions in stone-pine stands

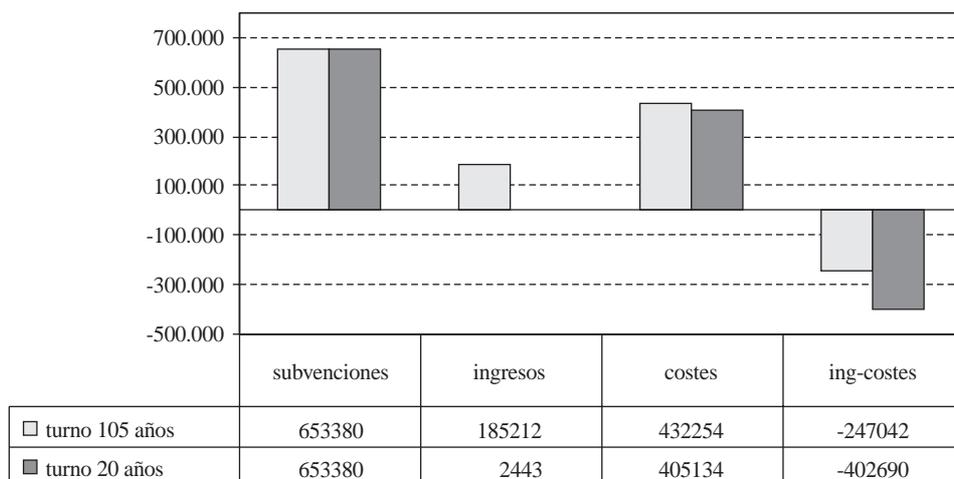
edad	N	dg	Masa principal		Tratamiento	Masa extraída		Masa total
			G	V		V ext	V ext total	V total
0	1.670							
12	835	8	3,8	7,5	1.º clareo, pode fuste	7,5	7,5	14,9
20	415	11	3,6	8,4	1.ª clara (sistemática)	8,5	15,9	24,3
25	415	12	5,0	12,5			15,9	28,4
30	415	14	6,6	17,7			15,9	33,6
35	415	16	8,4	24,0			15,9	39,9
40	250	18	6,3	18,9	2.ª clara (selectiva)	12,5	28,4	47,3
45	250	20	7,6	24,2			28,4	52,6
50	250	22	9,1	30,2			28,4	58,7
55	250	23	10,7	37,1			28,4	65,5
60	150	25	7,5	26,9	3.ª clara (selectiva)	18,0	46,4	73,3
65	150	27	8,6	32,1			46,4	78,5
70	150	29	9,8	37,9			46,4	84,2
75	150	31	11,1	44,2			46,4	90,6
80	75	32	6,2	25,6	4.ª clara (apertura)	25,6	71,9	97,5
85	75	34	6,9	29,4			71,9	101,3
90	75	36	7,7	33,5			71,9	105,4
95	75	38	8,5	37,9			71,9	109,8
100	75	40	9,3	42,6	corta final		114,6	114,6

N = número de pies; dg = diámetro medio cuadrático; G = área basimétrica; V = Volumen masa; V ext = Volumen extraído.

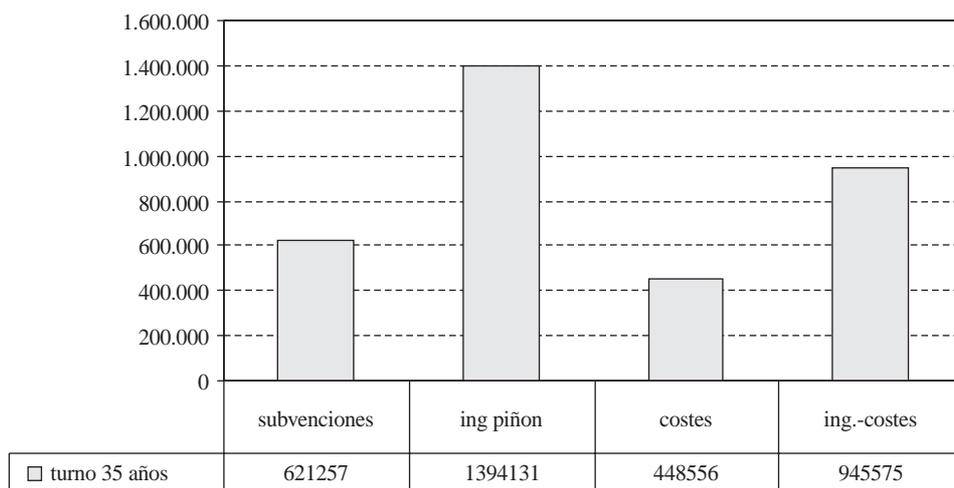
ANEXO II

Influencia de las subvenciones en el VAN correspondiente a un ciclo productivo

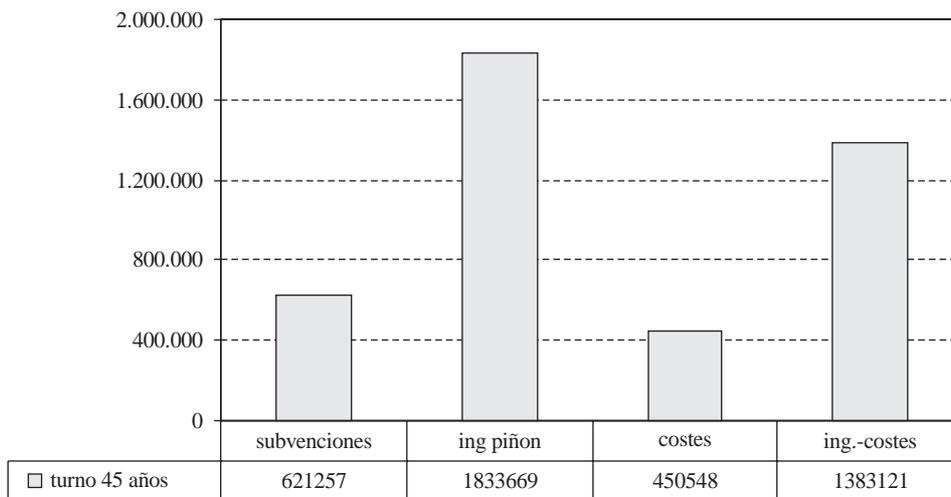
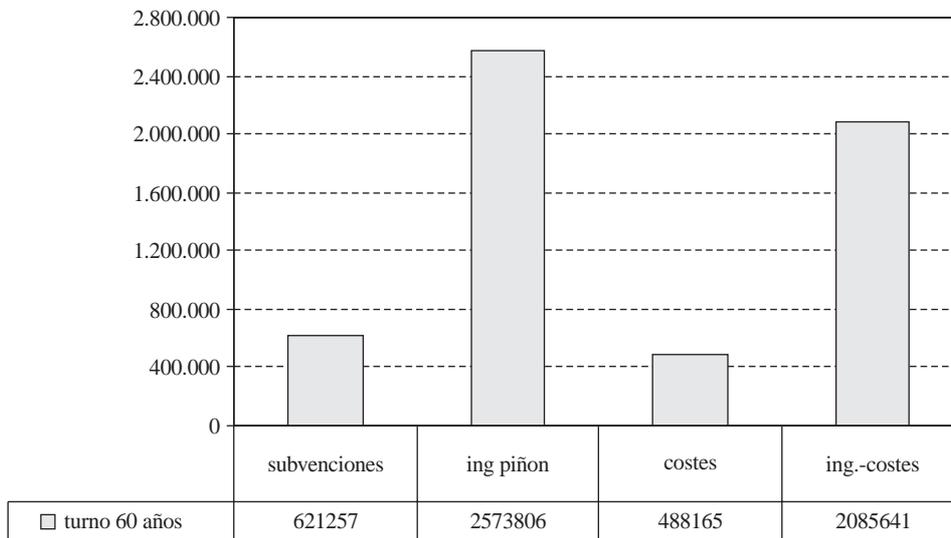
Influence of the grants in the net present value along the first productive cycle



I) Plantación tradicional de *Pinus pinea*.



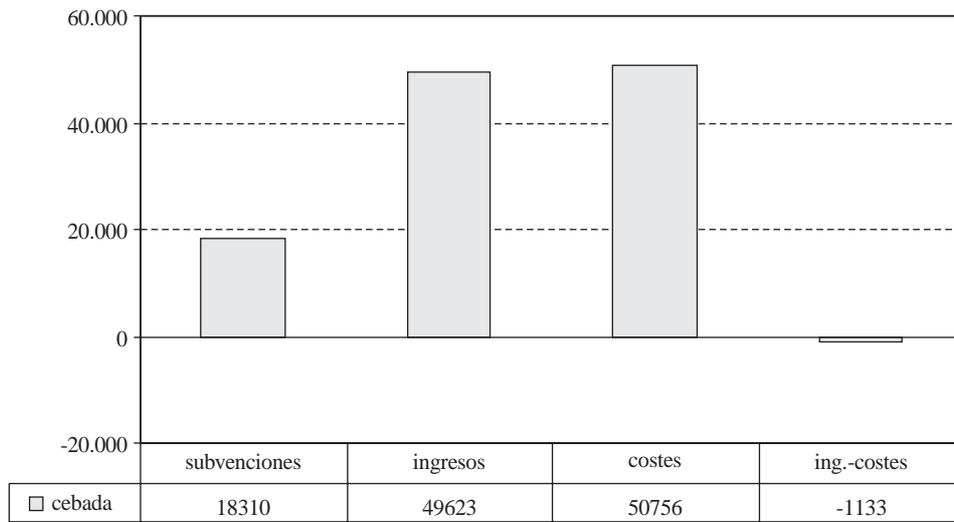
II) Plantación injertada de *Pinus pinea*. Escenario a.

ANEXO II (continuación)**Influencia de las subvenciones en el VAN correspondiente a un ciclo productivo***Influence of the grants in the net present value along the first productive cycle*III) Plantación injertada de *Pinus pinea*. Escenario *b*.IV) Plantación injertada de *Pinus pinea*. Escenario *c*.

ANEXO II (continuación)

Influencia de las subvenciones en el VAN correspondiente a un ciclo productivo

Influence of the grants in the net present value along the first productive cycle



V) Plantación injertada de *Pinus pinea*. Escenario d.