

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

El objetivo de la tesis ha consistido en evaluar los beneficios económicos derivados de la inversión pública en la investigación y desarrollo de un sistema informático para la realización de simulaciones de crecimiento y de productividad de poblaciones y repoblaciones de *Pinus*, en la Región Sur de Brasil, denominado SISPLAN. Este sistema permite generar criterios para la planificación de la producción y de la gestión de las repoblaciones forestales, disminuyendo incertidumbres, principalmente, en el momento de la planificación de la actividad forestal.

La metodología consistió en identificar los costes y beneficios económicos derivados de la generación, utilización y mantenimiento de la tecnología analizada. El marco conceptual dentro del que se desarrolló la investigación es el que proporciona la economía del bienestar donde se enmarca la técnica beneficio-coste, cuya utilización genera informaciones que contribuyen a mejorar la eficiencia en el sector productivo y la efectividad de las políticas públicas.

A continuación, a modo de conclusión, se exponen un conjunto de consideraciones, con el fin de sintetizar los resultados obtenidos y resaltar los principales aspectos de la investigación.

Se simularon 25 regímenes de manejo (RM) de *Pinus* en la Región Sur de Brasil, con turnos de rotación que oscilaron entre 16 a 30 años de edad y con variaciones

en el sistema de claras. De estos 25 regímenes, se denominó *tecnología antigua*, no beneficiada por el SISPLAN, al régimen de manejo RM14, que coincide con el sistema de explotación fijado por la Política de Incentivos Fiscales a la Repoblación (PIF), desarrollada por el gobierno brasileño, durante el período de 1966 a 1988. Esta política determinó prácticas selvícolas rígidas, con sólo una opción de régimen de manejo, en los planes presentados a la financiación, debido a que en la época no se disponía de informaciones tecnológicas más adecuadas. Los demás regímenes simulados se considera *tecnología nueva* puesto que se generan mediante el simulador SISPLAN.

Tras la simulación de los 25 regímenes de manejo, se obtuvieron los volúmenes de madera respectivos (m^3/ha) y la rentabilidad de las inversiones en términos de Valor Actual Neto (VAN) por hectárea. A continuación se analizaron tres casos que permiten conocer, desde diferentes perspectivas, las ventajas que supone la adopción de la tecnología SISPLAN, y, en última instancia, los beneficios económicos de la inversión en la investigación y desarrollo de la misma. El *primer caso*, la situación más realista, se comparó el régimen de manejo RM14 establecido por la PIF con el régimen de manejo que según la simulación efectuada generó la máxima rentabilidad y que resultó ser el RM1. El *segundo caso*, pretendió investigar el grado de incidencia, en la rentabilidad de la inversión forestal, de la adopción de sistemas alternativos de claras, ya que estas labores selvícolas también aparecían contempladas de forma rígida en la PIF. Para ello se comparó el RM14 con un régimen de manejo como el RM9, con el mismo turno de rotación, pero con una estructura de claras diferente. Por último, en el *tercer caso*, se analizó el máximo beneficio potencial de la tecnología, comparando el régimen de manejo que resultó más rentable, RM1, con aquél que mostró la menor rentabilidad, el

RM19.

Los resultados obtenidos al estudiar los tres casos anteriores se resumen a continuación:

- La comparación de los regímenes RM1 y RM14 (*caso 1*) indicó beneficios netos totales de la inversión en la investigación y desarrollo del SISPLAN de 77,2 millones de dólares, al considerar el área de adopción de la tecnología, a lo largo del período de análisis (1981-2005), y la eficiencia relativa de la investigación que viene por la relación beneficio-coste ascendió a 55,67. Estos serían los resultados económicos si se hubiera optado por implementar el RM1 en lugar del régimen RM14, establecido por la PIF. Además de estos beneficios, habría que considerar aquellos otros derivados de la liberación de terrenos forestales para nuevas plantaciones de *Pinus* con 4 años de antelación.
- La comparación de los regímenes RM9 y RM14 (*caso 2*) indicó beneficios netos totales de 37,9 millones de dólares y una relación beneficio-coste de 27,33, eso si los empresarios forestales hubiesen adoptado el RM9 en lugar del RM14. En este caso no existirían beneficios debidos a la temprana liberación de terrenos al no variar el turno de rotación.
- La comparación de los regímenes RM1(más rentable) y RM19 (menos rentable) indicó beneficios netos totales de 245,5 millones de dólares y una relación beneficio-coste de 176,88. Como en el caso 1 (*caso 3*), habría que considerar, además, el beneficio que supondría disponer de terrenos forestales liberados con 14 años de antelación. La situación comparada en este caso es obviamente irreal, pero resulta ilustrativa del beneficio máximo potencial que puede generar la tecnología SISPLAN

Las tres comparaciones anteriores de regímenes de manejo del género *Pinus* mostraron unos elevados retornos públicos para la inversión en la investigación y desarrollo del SISPLAN. Conviene, sin embargo, hacer algunas consideraciones adicionales sobre estos resultados.

En primer lugar, hay que señalar que el régimen de manejo RM1, turno de 16 años, cuya simulación ofrece la mayor rentabilidad coincide con el régimen de manejo más utilizado en la actualidad por las industrias de procesamiento químico de pasta y papel, que prefieren una madera de *Pinus* con menor diámetro. Por el contrario, el régimen de manejo que generó una menor rentabilidad, RM19 - turno de rotación de 30 años, es el régimen más utilizado por las industrias de procesamiento mecánico que utilizan madera para desenrollo y sierra. Estas industrias requieren madera con mejores propiedades tecnológicas y de mayores diámetros, que se destina a la construcción, fabricación de muebles, láminas, paneles, conglomerados, etc. Por tanto, los resultados de nuestra investigación muestran que, en el contexto analizado, resulta más ventajoso producir madera para pasta y papel que para desenrollo y sierra. Esta conclusión confirma la opinión del “Banco Nacional de Desarrollo Económico e Social” - BNDES (1995), al señalar, en informe, las desventajas de los turnos de rotación con período muy largos en Brasil, a pesar de que estos turnos son cortos cuando comparados con los ciclos de 80 años que caracterizan los bosques boreales de clima templado.

Por otra parte, se debe destacar que son los regímenes de manejo con un plazo más largo los que, en muchos casos, permitirían sustituir la utilización de la madera de los bosques nativos, recurso escaso y de un gran valor ambiental, por aquella madera

procedente de bosques de plantación, evitando así las presiones a la sobre-utilización de los primeros. La disyuntiva anterior, esto es, menor rentabilidad privada frente a mayor ganancia ambiental, debería orientar las políticas forestales, entendidas en su sentido más amplio, a eliminar los obstáculos que limitan la rentabilidad de los regímenes de manejo del tipo RM19, proporcionando las condiciones técnicas y económicas que conduzcan a su viabilidad.

Puesto que los resultados sobre la rentabilidad del SISPLAN pueden verse afectados por la adopción de distintos supuestos sobre los valores de los parámetros del modelo, se realizó el *Análisis de Sensibilidad*, alterando los valores iniciales adoptados para los precios de la madera de *Pinus*, la tasa de descuento y el índice de sitio. Los principales resultados este análisis se exponen a continuación.

Se observó, en primer lugar, que cuando los precios de la madera son elevados los selvicultores tienden a reducir los turnos de rotación, mientras que, por el contrario, cuando los precios de la madera son bajos interesa postergar la corta de los árboles. La variación de los precios afectó también a los resultados obtenidos sobre la rentabilidad de las inversiones públicas en la investigación y desarrollo de la tecnología SISPLAN. Así, cuando los precios de la madera se incrementaron en un 20,0% sobre los precios base, la relación beneficio-coste osciló, teniendo en cuenta todos los casos analizados, entre 35,20 a 287,87, mientras que cuando éstos se redujeron un 20%, los valores de la relación beneficio-coste se encontraron en un rango de 19,09 a 98,17, verificándose la influencia de este parámetro económico en las inversiones selvícolas y de investigación.

Como cabría esperar, el análisis de sensibilidad, demostró también la enorme importancia que la tasa de descuento tiene al computar los resultados de las inversiones selvícolas, así como en el cálculo de los beneficios de la inversión en la tecnología SISPLAN. Se observó que una mayor tasa de descuento coincide con un menor turno de rotación ya que los rendimientos tienden a disminuir más con el paso del tiempo. Ello supone, que la rentabilidad de una actividad como la forestal, caracterizada por un largo plazo de maduración y no exenta de incertidumbre, sólo soporte tasas de descuento bajas. Así, al elevar la tasa de descuento en un 33,3% la relación beneficio-coste de la inversión en el SISPLAN osciló, teniendo en cuenta los casos analizados, entre 2,54 a 150,12. Por el contrario, al reducir la tasa de descuento en un 33,3%, los valores de la relación beneficio-coste se elevaron, situándose en un rango comprendido entre 107,22 a 283,13.

Finalmente, se analizó también el efecto producido por la variación del índice de sitio, sobre la rentabilidad de la tecnología SISPLAN. Utilizó sólo el *caso 1*, prevaleciendo así mismo la ventaja relativa del RM1 sobre el RM14 independiente del valor del índice de sitio utilizados en los cálculos.

Una vez expuestos los principales resultados obtenidos, es necesario mencionar en estas conclusiones los efectos de desbordamiento “*spillover*”, relacionados con la generación y uso de la tecnología SISPLAN. En efecto, al estudiar la génesis de la tecnología SISPLAN, en el Capítulo 2 y de los parámetros en el Capítulo 5, se observó la existencia de importantes efectos desbordamiento hacia dentro “*spill in*”, en la medida en que, con un reducido número de investigadores y con un presupuesto limitado fue posible captar un enorme volumen de conocimientos científicos y técnicos generados, en

su mayor parte, fuera de Brasil, y configurar una tecnología de alto rendimiento para la selvicultura del país. Aunque, no cabe duda, de que este fenómeno no habría sido posible sin la existencia de unos procesos previos de investigación en selvicultura y campos afines en Brasil, sin los cuales los beneficios de la utilización del SISPLAN no habrían sido posibles. El caso que se analiza en esta tesis resulta ilustrativo de las ganancias potenciales que los países con sistemas de investigación menos desarrollados pueden obtener mediante la apropiada transferencia de conocimientos científico-técnicos procedente del exterior.

Por otra parte, la tecnología SISPLAN también ha generado efectos desbordamiento hacia afuera “*spill out*”, no cuantificados en esta tesis, en la medida en que esta tecnología está siendo usada en otras regiones de Brasil y en otros países del continente, no contemplados en nuestro análisis. A estos beneficios habría que añadir las externalidades sociales y ambientales que puedan derivarse de la utilización del SISPLAN.

Para terminar, sólo resta señalar que, en gran medida, la clave del éxito de la tecnología SISPLAN se fundamenta, además de los aspectos ya mencionados, en los dos hechos siguientes. En primer lugar, la sincronización de esfuerzos entre investigadores de las áreas social, biológica e informática y, en segundo lugar, el desarrollo de la tecnología en estrecho contacto con sus destinatarios, facilitándose así la realización de ajustes para incrementar su eficacia, como por ejemplo, mejora de la calidad de la madera y predicciones de los daños ocasionados por plagas y la rapidez de su adopción que conduce también la adopción de otras técnicas selvícolas y ambientales.