

CAPÍTULO 5

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL MODELO ECONÓMICO PARA LA OBTENCIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 - INTRODUCCIÓN

El cálculo empírico de los beneficios económicos derivados de la investigación en la tecnología *SISPLAN*, requiere la estimación del valor de los ingresos y costes obtenidos por la venta de madera con y sin la tecnología, más el cómputo de los costes de la investigación.

En este Capítulo se detalla cada uno de los parámetros necesarios para la aplicación del modelo, para la obtención de los beneficios económicos de la investigación en la tecnología *SISPLAN*, desarrollado en el Capítulo 4. La información a determinar es la siguiente: (1) - Elección del período de análisis; (2) - Estimación del área de adopción de la tecnología; (3) Determinación de los precios de la madera; (4) - Estimación de los volúmenes de madera y costes de producción para cada uno de los regímenes de manejo; (5) - Determinación de los costes de adquisición y generación de la tecnología; y (6) Elección de una tasa de descuento. El último apartado de este Capítulo se refiere a la recogida de los datos e informaciones para la estimación de estos parámetros y para los demás capítulos.

5.2 - PERÍODO DE ANÁLISIS

El período considerado en el estudio del impacto económico de la tecnología SISPLAN abarca 25 años, comprendidos entre los años 1981 y 2005. En la elección de este período se ha empleado el siguiente criterio. El período de análisis se retrotrae a los ocho años previos a la disponibilidad de la tecnología, fenómeno que tiene lugar en 1989. La elección de 1981 como punto de partida de la investigación se debe a que las primeras claras tienen lugar a los ocho años después de la plantación. De esta manera, las plantaciones realizadas en 1981 podrían ser objeto de adopción de las pautas de manejo propuestas por la tecnología SISPLAN. Por otra parte, se eligió el año 2005 como final de período, puesto que es hasta esta fecha cuando se cuenta con predicciones de plantaciones de *Pinus* spp en la Región Sur de Brasil.

5.3 - ÁREA EN LA QUE SE ADOPTA LA TECNOLOGÍA

El área potencial estimada de *Pinus* spp para la aplicación de la tecnología SISPLAN se recoge en la Tabla 3. Las cifras correspondientes a los años 1981 a 1993 se obtuvieron consultando diversas fuentes oficiales. Los datos de plantaciones referentes al resto del período, esto es, 1994 a 2005, proceden de las estadísticas elaboradas por la “Associação Nacional de Fabricantes de Papel e Celulose - ANFPFC,” tanto de superficies reales, 1994 a 1996, como de predicciones de futuras plantaciones para el período restante. Sin embargo, haciendo un análisis comparativo entre las superficies obtenidas de las fuentes oficiales y de la ANFPFC, se verificó que en el área del período de 1981 a 1993, un 45,84% se destinaba al procesamiento

mecánico. Así, para completar la serie histórica de la Tabla 3, se consideró este porcentual, adicionando el área de las industrias de papel y pastas, y se estimaron las áreas de los años de 1994 a 2005.

El área potencial total estimada para la aplicación de la tecnología SISPLAN, durante el período de 1981 a 2005, en esta Región, es de 646 mil hectáreas. Se observa, sin embargo, una gran oscilación en el área plantada a lo largo del período. En 1981 se plantaron 43,6 mil hectáreas de *Pinus* spp. Por otra parte, en 1990, solamente se plantaron 5,4 mil hectáreas. Esta oscilación refleja el contexto de la Política de Incentivos Fiscales, de forma que al retirarse las subvenciones gubernamentales, en el año de 1987, disminuyó la repoblación de *Pinus* spp. No obstante, se observa una recuperación del área plantada a partir de 1991, debido a que aquellas empresas con mejor organización y más capacidad de penetración en el mercado mantuvieron su programa de repoblación tras la terminación de esta política.

La información recogida en la Tabla 3, sobre superficie plantada de *Pinus* spp en la Región Sur, servirá de base para la estimación del área de adopción de la tecnología.

TABLA 3: *Área potencial estimada para la aplicación de la tecnología SISPLAN, período de 1981 a 2005, REGIÓN SUR*

AÑOS	PLANTACIÓN (ha)
1981	43.650
1982	54.701
1983	36.170
1984	38.036
1985	37.372
1986	40.086
1987	20.787
1988	9.880
1989	5.440
1990	5.432
1991	20.098
1992	18.503
1993	16.205
1994	18.926
1995	24.557
1996	24.049
1997	23.414
1998	27.417
1999	28.166
2000	28.186
2001	27.612
2002	24.562
2003	24.383
2004	24.280
2005	24.235
TOTAL	646.161

Fuente: Elaboración propia a partir de informaciones de RAMOS (1993, p.179); IBGE, Inventário Florestal Nacional, IBDF, IBAMA, SUPES/SC. Base Primaria, 1995, p.108; BRDE, 1995, p. 37-38); Diagnóstico e Avaliação do Setor Florestal Brasileiro, FUNATURA/ITTO, versión preliminar, 1995, p. 109. Para el período de 1994 a 2005 elaboración a partir de informaciones del "Relatório Estatístico Florestal de la ANFPC (1995, p.24; 1996, p.25; 1997, p.13, 25-27).

5.3.1 - CÁLCULOS DEL ÁREA DE ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Desde 1989, cuando se obtuvo la primera versión del sistema de simulación de régimen de manejo (véase Capítulo 2), hasta 1997, la tecnología **SISPLAN** fue adquirida, en Brasil, por un total de 70 instituciones, que incluyen empresas públicas

y privadas, universidades, sindicatos, servicios de extensión forestal, empresas de consultoría y profesionales autónomos del área forestal (Tabla 4)¹⁹. Se observa que el 78% de estas instituciones están ubicadas en la Región Sur, y 12% en otros estados brasileños. En nuestro estudio se ha considerado solamente aquellas instituciones que están en la Región Sur y que disponen de áreas de plantaciones de *Pinus* con fines de procesamiento industrial. No se han tenido en cuenta aquellas instituciones que adquirieron la tecnología con finalidad de estudios de innovaciones tecnológicas, campos experimentales destinados a la enseñanza, pronósticos de producción, planificación de toma de decisión, incluso, participantes como formadores de opinión en la definición de políticas para el sector forestal²⁰.

TABLA 4: *Número de empresas e instituciones que adquirieron la tecnología SISPLAN en 1989 a 1997*

Años	Región Sur de Brasil	Otros Estados Brasileños	Total en Brasil	Otros Países
1989	14	02	16	-
1992	02	-	02	01
1993	04	-	04	-
1995	17	04	21	01
1996	06	03	09	09
1997	12	06	18	01
Total	55	15	70	12

Fuente: Elaboración propia a partir de comunicación personal con Oliveira (nov. y dic./97 y ene./98).

En la Tabla 5 se indica el área de plantación de las empresas localizadas en la Región Sur, que adquirieron la tecnología SISPLAN en el período de 1989 a 1997. En el año en que se difundió la primera versión de la tecnología, ésta fue adquirida por 14 empresas que disponían de un total de 334 mil hectáreas. De nuevo, en 1993,

¹⁹ Fue adquirida, también, por 12 instituciones extranjeras, lo que indica efecto exterior de la tecnología.

²⁰ Las Tablas 1,2 y 3 del Anejo II, contienen el nombre y tipo de cada institución, así como el total del área plantada, ubicación y destino de la madera por cada una de ellas.

la tecnología fue adquirida por 4 empresas, que poseían un total de 80 mil hectáreas de *Pinus* spp. En 1995 el Sistema fue adquirido por 17 empresas que poseían un total de 185 mil hectáreas. En 1996, lo adquirieron 6 empresas con un total de 26 mil hectáreas y, por último, en 1997, un total de 12 empresas con 72.500 hectáreas, totalizando así 697,5 mil hectáreas, con posibilidades de ser atendidas directamente por la tecnología.

TABLA 5: *Área de propiedad de las empresas que adquirieron la tecnología SISPLAN, en la Región Sur, en el Periodo 1989 a 1997*

AÑOS	ÁREA (ha)
1989	334.000
1990	-
1991	-
1992	-
1993	80.000
1994	-
1995	185.000
1996	26.000
1997	72.500
Total	697.500

Fuente: Elaboración propia a partir de comunicación personal con Oliveira (12/97 a 01/98).

A partir de la información contenida en la Tabla 5, se ha estimado el área de adopción de la tecnología asumiendo el siguiente criterio. En el período 1981 a 1997, para que se cuente con datos reales, de las 697,5 mil hectáreas pertenecientes a las empresas que adquirieron el SISPLAN en estos años, no todas fueron susceptibles de aplicación de la tecnología, puesto que parte de estas hectáreas ya estaban bajo regímenes de manejo preestablecidos, con sus turnos de rotación definidos, cuando se dispuso de la tecnología en 1989. Así se ha considerado que en el año 1989, de las 14 empresas que adquirieron el Sistema, y que dispondrían de 334 mil hectáreas

de población de *Pinus spp*, sólo un 25% fueron plantadas en los 8 años anteriores, y, por tanto, susceptibles de beneficiarse de la tecnología. Para los años de 1993, 1995, 1996 y 1997 se consideró el mismo criterio.

Contrastados los datos de superficie de adopción con las cifras del área potencial de la Tabla 3, se estimó una tasa media de adopción del 84,5% a lo largo del período 1981 a 1997. Esta tasa de adopción se ha utilizado, junto con la información contenida en la Tabla 5, para hacer las proyecciones sobre superficie de adopción prevista en el período 1998 a 2005.

En la Tabla 6 se recoge la superficie de adopción de la tecnología en el período 1981 a 2005, que se utiliza en el cómputo del análisis de los beneficios económicos de los gastos de inversión de la tecnología SISPLAN, considerando un total de 546 mil hectáreas a lo largo del periodo de análisis.

TABLA 6: *Área estimada de adopción de la tecnología SISPLAN, en la Región Sur, en el período de 1981 a 2005*

AÑOS	ÁREA (ha)
1981	20.875
1982	20.875
1983	20.875
1984	20.875
1985	20.875
1986	25.875
1987	25.875
1988	37.437
1989	39.062
1990	22.718
1991	22.718
1992	22.718
1993	22.718
1994	17.718
1995	17.718
1996	6.156
1997	4.531
1998	23.173
1999	23.806
2000	23.823
2001	23.338
2002	20.760
2003	20.609
2004	20.521
2005	20.484
TOTAL	546.134

Fuente: Elaboración propia.

5.4 - PRECIOS DE LA MADERA DE *PINUS*

La determinación de los precios de la madera se efectuó de acuerdo con la utilización final de la materia prima. Así, se establecieron precios diferentes según que el destino de la madera sea desenrollo, sierra, pasta o leña. Los precios se

refieren a la madera en cargadero y dependen esencialmente del diámetro y largo de las trozas.

Actualmente no existe un organismo oficial, en la Región Sur, que organice un banco de datos de los precios de la madera de *Pinus*. Estas informaciones se elaboran, de manera puntual, por algunas asociaciones madereras o empresas de consultoría²¹. Los precios utilizados en este estudio proceden del Banco de Datos de la “STCP Engenharia de Projetos Ltda”, Empresa de Asesoramiento, que actúa en las áreas de bosques, medio ambiente, industrias, equipos, planificación y mercado (STCP-1998). De acuerdo con Ferreira (1994) y STCP (1998), los precios recogidos en esta base de datos son establecidos por empresas mayoristas, excluyéndose el transporte hasta el destino y los impuestos indirectos, es decir, aquellos que no participan en la formación de los costes de producción. Esta empresa se relaciona, aproximadamente, con un total de 50 empresas del Sector Forestal, que “alimentan” este banco de datos²².

La Tabla 7 recoge los precios de la madera de *Pinus* en cargadero, expresados en dólares el metro cúbico, referidos al año de 1997²³.

²¹ Para el Estado de São Paulo, situado en la Región Sudeste de Brasil, la Secretaria de Estado de Medio Ambiente, a partir de 1993, empezó a publicar informaciones estadísticas sobre el sector forestal *paulista*, incluyendo, entre otras cosas, los precios de la madera en pie de los productos de base forestal, con el nombre de “Florestar Estatístico”.

²² Para la madera de *Pinus* en trozas, la información procede de 10 empresas, ubicadas en la Región Sur (Paraná, Santa Catarina y Río Grande do Sur), y en los Estados de São Paulo y Minas Gerais (Región Sudeste), actualmente poseedoras de una base de datos de precios de *Pinus*. Estos precios tras su organización son transformados, al final de cada mes, en dólares estadounidenses.

²³ Para definir los precios de la madera de *Pinus* en cargadero, el criterio adoptado fue sumando a los precios de la madera en pie los costes de desbosque y saca, estimados en 6 dólares el metro cúbico, es decir: \$0,98 de corta + \$0,18 de desrama + \$1,00 de extracción + \$ 0,16 de trocear + \$0,71 de carga + \$2,30 de transporte + \$0,67 de descarga. El objetivo de añadir estos costes al precios es de hacer más amplio el modelo económico desarrollado. Estas informaciones son parte de la Tabla 12 del apartado 5.6 de este Capítulo.

TABLA 7: Precios medios de la madera de *Pinus* en cargadero, en 1997

Destino de la Madera en Troza de <i>Pinus</i>	Diámetro (cm)	Precio medio de la madera en cargadero (US\$/m³)
Leña	<8	9,38
Pasta	8 – 15	12,49
Sierra	15 – 25	19,52
Desenrollo	> 25	27,86

Fuente: Organización propia, a partir de informaciones, de *precios de la madera en pie*, suministradas por la “STCP Engenharia de Projetos Ltda”, ubicada en Curitiba, Estado de Paraná, Brasil y a través de comunicación personal con expertos del Sector Forestal.

No obstante, en la medida en que las relaciones de oferta y demanda en el mercado de madera de *Pinus* spp sufran alteraciones, cabe esperarse en el futuro que los precios se vean afectados por estas circunstancias. Entre los factores que pueden afectar al mercado de madera de *Pinus* spp desde el lado de la oferta, se encuentran los cambios en la tecnología, en la política ambiental y en la rentabilidad relativa de actividades de producción alternativas. Por otra parte, la situación internacional, así como aquellas circunstancias interiores que inciden sobre los niveles de renta *per capita*, demanda de viviendas etc., podrán afectar también a la demanda de madera. Con el fin de incorporar en el análisis estas posibles circunstancias, se realizará un Análisis de Sensibilidad. Los precios de la madera recogidos en la Tabla 8 sirven de base para este análisis considerando variaciones positivas y negativas de un 20% sobre los precios de la madera en el cargadero.

TABLA 8: Precios de la madera de *Pinus*, con variaciones positiva y negativas de un 20% - en 1997

Destino Industrial	- 20%	Precios Corrientes (US\$/m³)	+ 20%
Leña	7,50	9,38	11,26
Pasta	10,00	12,49	14,99
Sierra	15,62	19,52	23,42
Desenrollo	22,29	27,86	33,43

Fuente: Elaboración propia.

5.5 - PLANES DE MANEJO DE *PINUS*

Para las evaluaciones de los beneficios de la tecnología SISPLAN se consideraron 25 regímenes de manejo, apoyados en estudios sobre prácticas selvícolas en el sur de Brasil. La especie utilizada fue *Pinus taeda*, por ser la más plantada en la Región, con buena productividad y con características adecuadas a la producción de pasta de fibra larga, así como a desenrollo y a sierra por contener poca resina. Hoy en día esta especie se encuentra en más del 50% de la superficie plantada de *Pinus* spp.

En los proyectos de repoblación de *Pinus* spp, presentados al IBDF (hoy, IBAMA), se determinaron que las claras deberían tener lugar en tres etapas: a los 8 años, 12 y 16 años, respectivamente, siendo muy pocos los proyectos que presentaron planes previendo 4 ó 5 claras antes de la corta final, que estaba prevista para el vigésimo año después de la plantación, además de otros criterios rígidos. Este tipo de plan de manejo fue establecido también para los contratos de arrendamiento o para el *comodato* (préstamo sin interés) de las tierras cedidas para la ejecución de las plantaciones (Ramos, 1993). Este régimen de manejo, establecido por la Política de Incentivos Fiscales a la Repoblación (véase Capítulo 1), será considerado como

tecnología antigua para comparar las ventajas de la introducción de la tecnología nueva SISPLAN. Se asume que una vez disponible la tecnología nueva, los empresarios forestales adoptan el régimen de manejo más rentable.

5.5.1 - DESCRIPCIÓN DE LOS REGÍMENES DE MANEJO

En la Tabla 9 se recoge los 25 regímenes de manejo identificados en la Región Sur de Brasil. El Régimen 14 corresponde al régimen de la Política de Incentivos Fiscales ya comentado.

En la primera columna se indican los respectivos regímenes de manejo ordenados numéricamente desde el 1 al 25. La segunda columna muestra el momento y número de las claras de cada régimen, así como el turno de rotación. Se observa que cada régimen de manejo se caracteriza por un comportamiento diferente de las prácticas selvícolas. Por ejemplo, en el RM1 no se realiza ninguna clara y su turno de rotación ocurre a los 16 años. En el RM12 se realizan dos claras, la primera a los 8 años y la segunda a los 12 años y su turno de rotación ocurre a los 26 años. En el RM25 se realizan tres claras, a los 10, a los 14 y a los 18 años, respectivamente, y su turno de rotación ocurre a los 30 años. Por otro lado, en el RM14 (considerado como tecnología antigua), se realizan tres claras, a los 8, 12 y 16 años, respectivamente, con el turno de rotación a los 20 años.

TABLA 9: Regímenes de manejo (RM) de *Pinus taeda* utilizados en el estudio

Regímenes de Manejo	Edades en Años de las Claras y de los Turnos de Rotaciones													
	0	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
RM1	0					16								
RM2	0	C1				16								
RM3	0	C1					18							
RM4	0	C1						20						
RM5	0	C1							22					
RM6	0	C1								24				
RM7	0	C1		C2		16								
RM8	0	C1		C2			18							
RM9	0	C1		C2				20						
RM10	0	C1		C2					22					
RM11	0	C1		C2						24				
RM12	0	C1		C2							26			
RM13	0	C1		C2		C3		18						
RM14	0	C1		C2		C3		20						
RM15	0	C1		C2		C3			22					
RM16	0	C1		C2		C3				24				
RM17	0	C1		C2		C3					26			
RM18	0	C1		C2		C3						28		
RM19	0	C1		C2		C3							30	
RM20	0		C1		C2		C3		20					
RM21	0		C1		C2		C3			22				
RM22	0		C1		C2		C3				24			
RM23	0		C1		C2		C3					26		
RM24	0		C1		C2		C3						28	
RM25	0		C1		C2		C3							30

Fuente: Elaborada a partir de informaciones de Ahrens (1992, p.75) y Oliveira (1995, p.112).

5.5.2 - OBTENCIÓN DE LOS VOLÚMENES DE MADERA PARA CADA RÉGIMEN DE MANEJO

Antes de proceder a los cálculos de los volúmenes de producción correspondiente a cada uno de los 25 regímenes de manejo, que serán utilizados en el modelo económico, es conveniente destacar algunas consideraciones. En el caso de adoptarse el régimen de manejo propuesto en la Política de Incentivos Fiscales (RM14), Ramos (1993), en su estudio de proyecciones de volúmenes de producción de madera para el Estado de Paraná, de acuerdo con las áreas plantadas de *Pinus* spp, estimó que la productividad esperada sería de 536m³/ha, a lo largo de los 20 años, con un Incremento Medio Anual (IMA) de 26,84 m³/ha.año. Por otra parte, el BRDE²⁴ (1995) utilizando estas informaciones para elaborar propuesta de financiación de nuevas plantaciones de *Pinus* para la Región Sur, consideró que se obtendrían 45,5 m³/ha en la primera clara a los 8 años, 67,4 m³/ha en la segunda a los 12 años y 95,0 m³/ha en la tercera a los 16 años. En la corta final a los 20 años se obtendría un rendimiento de 329,0 m³/ha, totalizando 536 m³/ha (Tabla 10).

Basándose en estas informaciones, se determinaron los datos necesarios para la aplicación del simulador de crecimiento SISPINUS (uno de los sistemas de la tecnología SISPLAN), para los cálculos de los volúmenes de madera por hectárea de los 25 regímenes de manejo propuestos en este estudio. Los datos de partida para la aplicación del SISPINUS fueron: 2000 árboles plantados por hectárea, con un espaciamiento de 2,00 x 2,50 m, a la edad inicial, con una altura dominante a los 15 años de 20,3 metros (índice de sitio). La primera clara fue sistemática de 1 línea por cada 4, simultánea a una selectiva, dejando 1300 árboles por hectárea. La segunda y

²⁴ Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (Banco Regional de Desarrollo del Extremo Sur).

tercera claras se hicieron de forma selectiva, dejando 760 y 445 árboles por hectárea, respectivamente. La corta final tuvo una variación de 16 a 30 años de edad, con objeto de simular el turno óptimo de rotación que pueda proporcionar la rentabilidad más eficaz a los propietarios del bosque o su mejor decisión²⁵. Para el análisis de sensibilidad también se considera variación en el parámetro tecnológico - índice de sitio, para verificar su influencia en el volumen de la madera y consecuentemente en la rentabilidad de la tecnología evaluada.

TABLA 10: Rendimiento de *Pinus* por edad de corta (m³/ha)

Corta	Edad (Años)	Rendimiento (m³/ha)
1° Clara	8	45,4
2° Clara	12	67,4
3° Clara	16	95,0
Corta Final	20	329,0
TOTAL		536,8

Fuente: Elaborada a partir de informaciones de RAMOS (1993) y BRDE (1995, p.37),

Tras la aplicación del simulador de crecimiento SISPINUS²⁶ para cada régimen de manejo, y considerando las informaciones de la Tabla 9 (25 RMs, con sus respectivas claras y turnos de rotación), se ha elaborado la Tabla 11, donde se recogen los volúmenes de producción de madera de los 25 regímenes de manejo de *Pinus taeda*. En la segunda columna se indica el volumen total de madera producida en la corta final según su destino industrial. La tercer columna indica el volumen

²⁵ Ahrens (1992, p.35-41) señala que las claras se caracterizan a través de tres criterios: método (o tipo), grado e intensidad. En cuanto al método o tipo las clara se agrupan en tres categorías básicas: a) - clara selectiva - cuando los árboles son retirados tras la aplicación de algún criterio cualitativo que los identifiquen, favoreciendo los saludables para obtener el máximo crecimiento potencial de un sitio, haciéndose la clara selectiva por el alto, donde se retira los mejores para obtener un ingreso adelantado; b) - clara sistemática - cuando los árboles son retirados según un procedimiento sistemático en el cual no se considera ni la calidad de los árboles ni su posición relativa en la población. En una clara sistemática solamente la intensidad podrá ser variable; y c) - clara libre - cuando es realizada por la combinación de otros métodos de clara. Existen otros métodos de claras, sin embargo, no son relevantes para esta investigación. Hay también varios criterios para su realización, sólo que lo más usual es el uso integrado de la edad y el número de árboles por hectárea.

²⁶En el Anejo I, contiene el Cuadro 1 con los parámetros utilizados para la simulación del RM14, como también Tabla 1 - Tabla de crecimiento y producción y Tabla 2 - Tablas de frecuencia de los árboles para la obtención de los volúmenes de producción. Esta rutina fuera hecha para los demás regímenes de manejo.

total durante todo el período de plantación, es decir, el volumen de producción obtenido en la corta final sumando al de sus respectivas claras.

A partir de esta Tabla es posible determinar aquellos regímenes de manejo que proporcionan mayores volúmenes de producción para cada destino de la madera, es decir:

Para *desenrollo*, los regímenes que generan mayor volumen de madera son: el RM19, con 289,0 m³/ha; el RM18, con 256,3 m³/ha, y el RM25, con 248,6 m³/ha. Para *sierra*, el RM6, con 425,1 m³/ha; el RM4, con 396,5 m³/ha y el RM5, con 390,8 m³/ha. Para *pasta*, el RM1, con 132,5 m³/ha; RM5, con 98,8 m³/ha y el RM3, con 96,6 m³/ha. Por último, para *leña*, el RM1, con 21,1 m³/ha; el RM3, con 14,6 m³/ha y el RM2, con 14,2 m³/ha. Considerando la producción general en los 25 regímenes de manejo, los de mayores volúmenes de producción se obtienen a partir del régimen RM25, con 776,5 m³/ha y RM19, con 760,5 m³/ha, con la CF a los 30 años y el RM24, con 743,0 m³/ha, cuya CF se realiza a los 28 años. Se observa que en todos estos regímenes de manejo su producción es superior a la producción del Régimen de Manejo 14 (541,8 m³/ha - *RM14* - considerado como la tecnología antigua).

TABLA 11: Volúmenes de producción (con corteza) de los 25 regímenes de Manejo de *Pinus taeda*

Regímenes de Manejo (RM)	Volumen Total en la Corta Final Según Destino Industrial (m ³ /ha)					Volumen Total (CF + Claras) (m ³ /ha)
	Desenrollo	Sierra	Pasta	Leña	Total	
RM1.CF	9.2	370.7	132.5	21.1	533.5	533,5
RM2.C1*	0.0	14.1	25.1	7.9	47.1	-
RM2.CF	15.4	316.6	95.3	14.2	441.5	488,6
RM3. CF	40.6	355.7	96.6	14.6	507.6	554,7
RM4. CF	66.5	396.5	92.9	13.3	569.2	616,3
RM5. CF	115.9	390.8	98.8	13.6	619.1	666,2
RM6. CF	140.2	425.1	86.5	13.1	664.8	711,9
RM7.C2*	0.0	20.7	40.9	6.3	67.8	-
RM7. CF	21.2	255.9	54.6	8.7	340.4	455,3
RM8. CF	44.3	298.7	50.5	7.7	401.2	516,1
RM9. CF	106.0	291.3	52.9	8.3	458.5	573,4
RM10. CF	139.6	317.9	47.1	8.3	512.9	627,8
RM11. CF	174.3	328.0	53.8	7.3	563.5	678,4
RM12. CF	222.2	333.1	49.8	7.9	613.0	727,9
RM13.C3*	1.1	67.9	24.4	3.5	97.0	-
RM13. CF	37.3	209.1	30.3	4.3	281.0	492,9
RM14. CF*	95.4	201.6	28.1	4.8	329.9	541,8
RM15. CF	133.1	212.7	27.2	4.9	377.9	589,8
RM16. CF	170.2	222.6	26.8	4.7	424.3	636,2
RM17. CF	215.7	221.6	27.0	4.7	469.0	680,9
RM18. CF	256.3	219.7	29.5	4.7	510.3	722,2
RM19. CF	289.0	227.7	27.3	4.6	548.6	760,5
RM20.C1*	0.0	30.5	34.3	7.3	72.1	-
RM20.C2*	0.0	29.7	43.2	6.4	79.3	-
RM20.C3*	1.7	80.2	23.5	3.5	108.9	-
RM20. CF	70.7	203.8	29.8	5.4	309.7	570,0
RM21. CF	105.0	218.5	29.8	4.3	357.7	618,0
RM22. CF	140.5	228.2	28.4	4.6	401.7	662,0
RM23. CF	185.1	226.5	28.7	4.7	445.0	705,3
RM24. CF	220.6	226.9	30.6	4.7	482.7	743,0
RM25. CF	248.6	234.4	28.3	5.0	516.2	776,5

*RM2.C1, RM7.C2 y RM13.C3 (1ª, 2ª y 3ª claras a los 8, 12 y 16 años, respectivamente). RM20.C1, RM20.C2 y RM20.C3 (1ª, 2ª y 3ª claras a los 10, 14 y 18 años, respectivamente), expresadas en la Tabla 6.

5.6 - COSTES DE LA EXPLOTACIÓN FORESTAL

Para obtener los beneficios privados de cada régimen de manejo es necesario conocer también los costes de explotación de las repoblaciones de *Pinus* spp. En la Tabla 12 se observan estos costes referidos a la plantación de una hectárea de *Pinus* spp, a los costes de corta, desrama, extracción, carga, transporte, descarga, así como también a los costes anual standard de gestión y a los costes de labores culturales que ocurren tras el primer año de implantación de la población, al 4º año y al 9º año. Estos costes, junto a los volúmenes de madera obtenidos en las claras y en la corta final, y a los precios por finalidad industrial, permiten obtener el flujo de caja de la explotación de cada régimen de manejo.

TABLA 12: *Coste de plantación y aprovechamiento de una hectárea de Pinus taeda - REGIÓN SUR*

Actividades Selvícolas	Costes U\$1,00/ud*
1 – Plantación de la población	600,00/ha
2 – Coste de Labores Culturales	
1º año	150,00/ha
4º año	50,00/ha
9º año	40,00/ha
3 - Coste de Desbosque y Saca	6,00/ha
3.1 – Corta	0,98/m ³
3.2 – Desrama	0,18/m ³
3.3 – Extracción	1,00/m ³
3.4 – Troceado	0,16/m ³
3.5 – Carga	0,71/m ³
3.6 – Transporte	2,30/m ³
3.7 – Descarga	0,67/m ³
4 - Gestión (coste anual standard)	20,00/año

Fuente: Contactos con investigadores y con selvicultores en noviembre y diciembre de 1997, enero de 1998. Costes medio referente a 1997. * Ud. - unidad de medida en cada actividad.

5.7 - COSTES DE UTILIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Hasta el principio de la década de los noventa, las tecnologías desarrolladas por EMBRAPA/CNPF eran en su mayoría transferidas y difundidas para su adopción a través de los Servicios de Extensión Rural Públicos, sin coste alguno para sus usuarios. Como resultado de las constantes reducciones presupuestarias, se han adoptado nuevas estrategias para mantener las actividades de investigación pública tanto agrícola como forestal. Entre ellas, se incluyen la búsqueda de ayuda para la financiación de la investigación, en el sector privado; realizaciones de acuerdos de *aparcería*; ventas de consultoría, productos y servicios; divulgaciones a través de la prensa, revistas, periódicos y otros medios de comunicación, es decir - *la comercialización del conocimiento* (EMBRAPA, 1990; Flores, 1991, Flores y Silva, 1992, Souza, 1994).

En este contexto, la comercialización de la tecnología SISPLAN, caracterizada como un *producto tecnológico*, se realiza a través de una copia del sistema informático al precio de mil dólares. Este coste debe ser añadido al usuario de la tecnología como coste de utilización. En algunas situaciones, sin embargo, se ha realizado donaciones del sistema, principalmente para asociaciones de pequeños selvicultores, sindicatos, universidades y empresas que participaron del suministro de informaciones selvícolas, etc. Para el uso de la tecnología es imprescindible que el beneficiario disponga de un ordenador (PC, a partir del modelo 386). Sin embargo, todos los que adquirieron este Sistema ya disponían de este equipo. Para este estudio, fue considerado en el modelo económico, del Capítulo 4 (expresión 5), un coste simbólico de utilización de la tecnología de 1,00 dólar por hectárea, a lo largo del período de plantación de *Pinus*.

5.8 - COSTES DE LA GENERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA

Los costes de la generación de la tecnología SISPLAN, comenzaron en 1988. Entre 1988 y 1989, el proyecto de investigación tuvo la participación de un consultor internacional. En este período se generó la primera versión del Sistema con el nombre de SISPINUS.

Estos costes tienen dos componentes. En el primero se consideran los gastos de los científicos involucrados en el desarrollo del sistema y en el segundo los gastos operacionales necesarios para apoyar esta investigación, los cuales se detallan a continuación.

La investigación tuvo la participación de tres investigadores, uno de ellos dedicó un 50% de su tiempo de trabajo y los otros dos un 5%. A pesar de haber obtenido en 1989 una primera versión del sistema, fue necesario continuar esta investigación, porque al contactar con sus usuarios sobre su eficiencia, empezaron a surgir nuevas exigencias, modificando la estructura del sistema. Así, durante el período de 1992 a 1995, el investigador principal estuvo involucrado en la adquisición de nuevos conocimientos para proporcionar modificaciones al sistema, añadiendo otros criterios de análisis y otros dos sistemas (PLANIN y REPLAN) ocasionados por esta demanda. Estos dos sistemas no serán utilizados en este estudio.

Los costes operacionales de la investigación se han obtenido, considerando que el CNPF, Centro donde se desarrolla el sistema, en su programación para el año de 1997 contempla un total de 77 proyectos de investigación, por lo que se ha hecho

un prorrateo de los gastos totales de estos proyectos. Estos gastos se refirieron a publicaciones técnico-científicas, biblioteca, mantenimientos de las instalaciones, viajes, energía, agua, teléfono, vigilancia, campos experimentales, laboratorios, etc. Oliveira (1998), al conocer estos costes concluyó que los mismos están sobrestimados, ya que este tipo de tecnología tiene un coste operacional muy reducido, llegando, aproximadamente, a unos seis mil dólares al año. Sin embargo, a pesar de ello, se mantienen los cálculos citados en este apartado, debido a compensar los costes de la obtención de informaciones antes del período de desarrollo de la tecnología. En la Tabla 13 se recoge estos costes ocasionados por la generación y mantenimiento del SISPLAN.

Los costes de la generación de la tecnología **SISPLAN**, a partir de 1998, se mantendrán constantes hasta el año 2005, similares al de 1997, considerados como costes de mantenimiento y actualización de la tecnología. Este coste se justifica porque el sistema se modifica continuamente de acuerdo a las exigencias tecnológicas de los usuarios, como por ejemplo la mejor manera de prever los daños de plagas y enfermedades, impactos ambientales, etc. Además, esta tecnología es flexible, permitiendo añadir otros parámetros de nuevos enfoques que puedan surgir en el estudio de la biometría. Estos costes fueron descontados y capitalizados, tomando con base el año de 1997, con una tasa de descuento de un 6% al año.

TABLA 13: *Costes totales nominales y corregidos de la generación y mantenimiento del SISPLAN - Período de 1988 a 2005*

AÑOS	COSTES DEL PERSONAL TÉCNICO-CIENTÍFICO (US\$1.000,00)	COSTES OPERACIONALES DE I+M (US\$1.000,00)	COSTES TOTALES DE I+M NOMINALES (US\$1.000,00)	COSTES TOTALES DE I + M CORREGIDOS (US\$1.000,00)*
1988	44,24	12,74	56,98	97,78
1989	44,55	6,51	51,06	82,52
1990	34,87	11,62	46,48	70,74
1991	35,18	9,97	45,15	64,71
1992	35,49	6,45	41,95	56,63
1993	35,81	8,26	44,07	56,02
1994	36,12	24,87	60,00	73,03
1995	67,06	15,76	82,83	93,39
1996	80,65	20,11	100,76	106,99
1997	81,34	14,40	95,74	95,74
1998	81,34	14,40	95,74	90,16
1999	81,34	14,40	95,74	84,91
2000	81,34	14,40	95,74	79,97
2001	81,34	14,40	95,74	75,31
2002	81,34	14,40	95,74	70,93
2003	81,34	14,40	95,74	66,80
2004	81,34	14,40	95,74	62,91
2005	81,34	14,40	95,74	59,24
TOTAL	1.146,03	245,91	1.391,94	1.387,78

Fuente: Elaboración propia, con base en informaciones obtenidas junto a los Sectores de Recursos Humanos y Financiero del CNPF, incluyendo los costes sociales de la empresa, que representan el 88,87% sobre los salarios del personal, así como los costes de consultoría entre los años de 1988 y 1989 (valores en dólares estadounidense de 01.11.97).

*La tasa de descuento utilizada es de un 6% al año, considerando el año base 1997.

5.9 - TASA DE DESCUENTO

Las inversiones selvícolas requieren un largo tiempo para generar beneficios.

Por eso, la tasa de descuento elegida para computar la rentabilidad de esta inversión tiene un impacto importante sobre las estimaciones de los resultados finales.

Klemperer (1996), argumenta que la tasa real a largo plazo del capital ha estado entre un 2% a un 6%. Kula (1984), estima que la tasa real de preferencia de tiempo en Canadá y en Estados Unidos está sobre un 5% al año. Row (1987), recomienda que se use una tasa de un 4% para evaluar inversiones selvícolas en Estados Unidos. Ribas (1989), en su trabajo sobre “estratégia econômica de reforma de população de *Pinus spp*”, utilizó la tasa de descuento del 6% al año, en Brasil. Ahrens (1992), en su trabajo sobre “modelos de programação dinâmica para seleção de ótimo regime de desbaste e idade de rotação para *Pinus taeda L.*”, también en Brasil, utilizó la misma tasa de descuento. Oliveira (1995) para estudios de modelos de simulaciones en manejo de *Pinus* utilizó una tasa de descuento del 10% al año. Por otra parte, Balteiro y Romero (1995), al estudiar la rentabilidad financiera de especies forestales arbóreas de crecimiento medio (*Pinus radiata*) y lento (*Pinus sylvestris* y *Fagus sylvatica*), en España, utilizaron un conjunto de tasa de descuento, que osciló entre el 0,37% a 7,5%, para conocer los efectos que tienen estas tasas en el plan de ayudas públicas en las inversiones forestales.

Para este estudio se elige la tasa de descuento del 6%, tanto para los 25 tipos de manejo como para los cálculos del análisis de evaluación *ex-post* y *ex-ante* de los beneficios. Tasas de descuento de 4 y 8% se usa en el análisis de sensibilidad para mostrar el impacto de una tasa más alta y más baja sobre los beneficios de la nueva tecnología, como se ha considerado también con relación a las alteraciones de precios. El año base del análisis es 1997. Todos los costes anteriores a 1997 se capitalizan y todas las rentas y costes después del año 1997 se actualizan para producir un valor actual para el año base. El factor de capitalización y actualización osciló entre 0,3936 a 1,6895, durante el período de análisis, es decir, de 1981 a 2005.

5.10 - RECOGIDA DE DATOS PARA ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS

Para recopilar la información requerida para estimar los parámetros descritos en este apartado, en primera instancia se elaboró un cuestionario. Sin embargo, de acuerdo con la orientación de expertos, era mucho mejor hacer comunicaciones personales informales con algunos directivos de instituciones claves del sector forestal brasileño, investigadores y empresas relacionadas con la utilización de la tecnología SISPLAN y con el conocimiento de la evolución tecnológica del *Pinus* spp, en Brasil. Así, solamente con un sencillo guión, fueron visitadas varias instituciones de investigación, enseñanza, campos experimentales de *Pinus*, bibliotecas, empresas de papel y pasta, sindicatos y empresas de consultoría, con el objeto de conocer toda la dinámica de esta conífera, es decir, las condiciones en las que se utilizan las tecnologías; el por qué de su entrada en el país, su inserción en el mercado; coeficientes técnicos; precios pagados y recibidos; adquisición de datos estadísticos; etc. Estos contactos se realizaron durante los períodos de julio a septiembre de 1996, noviembre de 1997 a febrero de 1998, en la Región Sur y en el Estado de São Paulo, incluyendo la capital y en tres ciudades donde se dan las plantaciones de *Pinus*. También se ha realizado visita técnica a una industria de pasta y papel y a una institución de investigación forestal, en Portugal.

5.10.1 - LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Las informaciones primarias y secundarias proceden de las fuentes e instituciones que se citan a continuación:

1 - a) - Censos Agropecuarios, Industriales, Comerciales, de Servicios y Anuario Estadístico de Brasil, de varios años; b) - Base de Datos de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA; c) - Base de Datos - TREE-CD, de International Union of Forestry Research Organization - IUFRO; e) - Florestar Estadístico de la Fundação para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo; f) - Informes Estadísticos de la Associação Nacional de Fabricantes de Papel e Celulose - ANFPC.

2 - -Instituciones: a) - Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais - IPEF; b) - Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS; c) - Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz - USP/ESALQ; d) - Faculdade de Ciências Florestais de Curitiba - FFC; e) - Associação Nacional de Fabricantes de Papel e Celulose f) - Instituto de Economia Agrícola de São Paulo - IEA; g) - Instituto Florestal do Estado de São Paulo, h) - Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia de Informática para a Agricultura; i) Instituto de Pesquisa Tecnológicas - Divisão de produtos Florestais- IPT- j) - Empresas privadas del sector forestal.

3 - La mayor parte de trabajo de campo, en Brasil, se concentró en la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, donde obtuve todas las informaciones sobre los costes de la investigación y difusión, como también de la adopción del SISPLAN. Además de eso, fueron hechas más de 10 entrevistas con el principal investigador responsable para el desarrollo de la tecnología y con otros investigadores que trabajan con *Pinus*; Instituto Florestal de São Paulo, a través de visitas a sus campos experimentales en tres municipios de São Paulo y en la STCP - Engenharia de Projetos Ltda, en Curitiba.

4 - *Internet* también fue considerada una vía de información muy importante para este estudio.