

CAPÍTULO 6

BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA TECNOLOGÍA SISPLAN

6.1 - INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan los beneficios económicos de la tecnología SISPLAN, obtenidos al aplicar la metodología, desarrollada en el Capítulo 4, a los valores de los parámetros estimados en el Capítulo 5.

El modelo económico utilizado genera los siguientes resultados económicos, relativos a la tecnología SISPLAN: *beneficios privados por hectárea, beneficios privados totales, beneficios netos totales y relación beneficio-coste*. A partir de su análisis es posible conocer la magnitud de las ganancias privadas y públicas derivadas de las inversiones en la investigación y desarrollo del SISPLAN, realizadas por EMBRAPA. En la segunda parte del capítulo se efectúa un *análisis de sensibilidad*, modificando los valores de los principales parámetros económicos (precios de la madera, costes y tasas de descuento) y técnicos (índice de sitio) del modelo. Con ello se pretende conocer el grado de sensibilidad de los resultados obtenidos respecto a los valores adoptados inicialmente, por estos parámetros.

6.2 - RENTABILIDAD DE LOS RÉGIMENES DE MANEJO SIMULADOS

Siguiendo el modelo desarrollado en el Capítulo 4, el cálculo de los beneficios de la investigación de la tecnología SISPLAN requiere, en primer lugar, el conocimiento de la rentabilidad del régimen de manejo tradicional, esto es, aquel recomendado con anterioridad a la disponibilidad del SISPLAN, así como la de aquellos otros regímenes configurados a partir de la información generada por el SISPLAN.

Para obtener la rentabilidad de los regímenes de manejo, se utilizó la formulación sugerida por Faustmann, para el caso de las inversiones forestales. Los VAN de cada régimen se obtienen a partir de los ingresos por la venta de madera, según su destino industrial, es decir, desenrollo, sierra, pasta y leña y de los tipos de costes relacionados con el proceso de producción, es decir, los costes de labores culturales y claras, desbosque y saca, coste fijos, incluidos los derivados de la adopción de la tecnología.

En la Tabla 14 se recogen los valores actuales netos de la inversión correspondientes a los 25 regímenes de manejo simulados²⁷. En la columna 1 se ordena los regímenes de manejo según los criterios establecidos en el Capítulo 5. La segunda columna indica sus correspondientes turnos de rotación. En la tercera columna se expresan los valores actuales netos que indican la rentabilidad o beneficio privado por hectárea de la inversión en cada régimen, expresados en dólares estadounidense de 1997. Los VAN varían desde 1708 dólares por hectárea,

²⁷ En la Tabla 1 del Anejo III se observa más detalladamente la obtención de los valores actuales netos de cada régimen de manejo.

en el caso del régimen de manejo 19, RM19, a 2160 dólares por hectárea, que se corresponden con el régimen de manejo 1, RM1. El régimen de manejo 14, *RM14*, que se corresponde con el propuesto por la Política de Incentivos Fiscales a la Repoblación (PIF), (tecnología antigua), tiene un VAN de 2016 dólares por hectárea²⁸. Es interesante reiterar que en el cálculo del VAN del RM14 no se han considerado los gastos con la utilización de la tecnología SISPLAN.

TABLA 14: Valor actual neto de 25 regímenes de manejo simulados

Régimen de Manejo*	Turno de Rotación (Años)	Valor Actual Neto (US\$1,00)**
1	16	2160 (mayor)
2	16	2007
3	18	2066
4	20	2053
5	22	1974
6	24	1829
7	16	1848
8	18	1964
9	20	2088
10	22	2051
11	24	1943
12	26	1863
13	18	1833
14	20	2016
15	22	2011
16	24	1973
17	26	1921
18	28	1825
19	30	1708 (menor)
20	20	2022
21	22	2047
22	24	2015
23	26	1973
24	28	1873
25	30	1751

*RM1 no se hizo ninguna clara; RM2 al RM6 se hizo 1 clara a los 8 años; RM7 al RM12 se hizo 2 claras a los 8 y 12 años; RM13 al RM19, se hizo 3 claras, a los 8, 12 y 16 años; RM20 al RM25 se hizo, también, 3 claras, sólo que a los 10, 14 y 18 años tras la plantación.

**Tasa de Descuento del 6% y dólares estadounidense de 1997.

²⁸ Para recordar, todos los regímenes fueron simulados considerando el mismo contenido genético y misma cantidad de árboles por hectárea, mismo índice de sitio, sin embargo, cambiando las edades de realización de clara, se son sistemática o selectivas y sus turnos de rotación.

6.3 - BENEFICIOS DE LA TECNOLOGÍA SISPLAN

Una vez obtenidos los VAN de las inversiones para los 25 regímenes de manejo, se procede a hacer los cálculos de los *beneficios privados por hectárea*, *beneficios privados totales*, *beneficios netos totales* y de la *relación beneficio-coste* de la inversión en la investigación de la tecnología SISPLAN. Los beneficios privados por hectárea vienen dados por la ganancia adicional obtenida en la plantación, al utilizar la nueva tecnología con respecto a la situación en la que se mantiene la tecnología antigua. Los beneficios privados totales se obtienen al contemplar los beneficios privados por hectárea en el conjunto de la superficie forestal donde se aplica la tecnología, a lo largo del período estudiado, es decir, desde 1981 a 2005. Los beneficios netos totales se obtienen restando a los beneficios privados totales los costes de investigación y mantenimiento de la tecnología. Por último, el cociente entre los beneficios netos totales y los costes de investigación y mantenimiento de la tecnología proporciona la *relación beneficio-coste* de la inversión en el SISPLAN.

Se han considerado *tres casos* para los cálculos de los beneficios de la tecnología. El *primer caso*, la situación más realista, consiste en comparar el régimen de manejo RM14 establecido por la Política de Incentivos Fiscales a la Repoblación (PIF), con el régimen de manejo óptimo, cuya inversión proporciona la máxima rentabilidad (RM1). El *segundo caso*, pretende investigar el grado de incidencia de la adopción de sistemas alternativos de claras, en la rentabilidad de la inversión forestal, ya que estas labores selvícolas también aparecían contemplados en la PIF. Para ello se compara el RM14 con el RM9 que tiene el mismo turno de rotación, pero

presenta una estructura de claras diferentes. Por último, en el *tercer caso*, se analizan el beneficio potencial de la tecnología, comparando el régimen de manejo que resultó más rentable, RM1, con el de menor rentabilidad unitaria (RM19). En los tres casos se parte de la comparación de los beneficios privados por hectárea (VAN) que se obtienen directamente de la Tabla 14.

En la Tabla 15, se recogen los resultados obtenidos al analizar los tres casos citados anteriormente. La columna 2, muestra el beneficio privado por hectárea; las columnas 3 y 4 presentan los beneficios privados totales y los beneficios netos totales, respectivamente; mientras que la *relación beneficio-coste* se indica en la columna 5.

TABLA 15: Beneficios de la tecnología SISPLAN

Regímenes de Manejo Comparados	Beneficio Privado/ha (US\$1,00)	Beneficios Privados Totales (US\$10⁶)	Beneficios Netos Totales (US\$10⁶)	Relación B/C
CASO 1 (RM1-RM14)	144	78,6	77,2	55,7
CASO 2 (RM9-RM14)	72	39,3	37,9	27,3
CASO 3 (RM1-RM19)	452	246,8	245,5	176,9

(Véase más detalladamente estos resultados en las Tablas 1, 2 y 3 del Anejo IV).

CASO 1: COMPARACIÓN DEL RÉGIMEN DE MANEJO ESTABLECIDO POR LA POLÍTICA DE INCENTIVOS FISCALES (TECNOLOGÍA ANTIGUA - RM14) CON EL RÉGIMEN DE MANEJO MÁS RENTABLE (RM1)

De acuerdo con la Tabla 14, el régimen de manejo, de entre los 25 simulados, con el mayor VAN fue el RM1. Este régimen tiene un turno de rotación de 16 años y

no realiza ninguna clara. Según los criterios tecnológicos utilizados, el RM1 es el régimen que oferta una mayor producción de madera destinada a pasta y leña, además de una importante cantidad de madera para sierra, totalizando un volumen de 533,5 m³/ha. El RM14, que procede de un turno de rotación de 20 años, dispone de poca producción de madera para pasta y leña, y una cantidad menor que el RM1 para sierra. No obstante, oferta una importante cantidad de madera para desenrollo, totalizando un volumen de 541,8 m³/ha. A pesar de que el RM14 obtuvo un volumen de producción más elevado, el RM1 resultó más rentable, proporcionando un beneficio privado por hectárea de 144 dólares, como se refleja en la Tabla 15, lo que supone un incremento del 7,14% respecto al obtenido por el RM14. Una de las razones que explica la menor rentabilidad relativa del RM14 es que la realización de 3 claras, tras la plantación (a los 8, 12 y 16 años), hace que los costes de producción se incrementen considerablemente, disminuyendo así el retorno económico

Por otra parte, los beneficios privados totales, que supone la opción al RM1, ascendieron a 78,6 millones de dólares, tal como de recoge en la columna 3 de la Tabla 15²⁹. Restando de los beneficios privados totales los costes de la investigación y mantenimiento del SISPLAN, se obtiene los beneficios netos totales que alcanza 77,2 millones de dólares.

Por último, la eficiencia relativa de la investigación en el SISPLAN viene por la *relación beneficio-coste*, que asciende a 55,67. Estos resultados indican que la utilización de la tecnología SISPLAN genera una alta rentabilidad social, significando que por cada dólar público gastado y proyectado en la inversión de la

²⁹ La adopción del RM1 supone también una reducción del turno de rotación de 4 años, lo que implica un beneficio adicional al liberar áreas para nuevas plantaciones de *Pinus*, a más corto plazo.

investigación y mantenimiento del Sistema, en el período de 1988-2005, generó un retorno medio de 55,67, en el caso de que los empresarios forestales adoptasen el RM1, en lugar del RM14, establecido por la PIF.

CASO 2: COMPARACIÓN DEL RÉGIMEN DE MANEJO ESTABLECIDO POR LA PIF (RM14) CON UN RÉGIMEN DE MANEJO DEL MISMO TURNO Y CON ESTRUCTURA DE CLARAS DIFERENTE (RM9).

Al plantearse la evaluación de los beneficios de la tecnología SISPLAN, se tuvo también en cuenta la rigidez de los planes de manejo establecidos en la PIF que determinaba el número y año de las claras. En este sentido, se observó que otra ventaja adicional del SISPLAN residía en la posibilidad de recomendar alternativas más rentables en la adopción de diferentes regímenes de claras. En los 25 regímenes de manejo simulados por el SISPLAN encontramos tres regímenes de manejo (RM4, RM9 y RM20) con el mismo turno que el RM 14 y con estructuras de claras diferentes, pero que, sin embargo, tienen una rentabilidad superior. Para conocer los beneficios de la tecnología SISPLAN, derivados de la posibilidad de optimizar el régimen de claras dentro de un mismo turno, se compara al RM14 con el RM9, siendo este último régimen el más rentables de los tres anteriormente citados.

La adopción del RM9 supone un aumento en el volumen de producción de 541,8 m³/ha respecto a los 573,4 m³/ha, del RM14, proporcionando además más madera para desarrollo y sierra (véase Tabla 11, Capítulo 5). El beneficio privado adicional debido a este cambio de régimen es de 72 dólares por hectárea, lo que supone un incremento del 3,57%. Este resultado proporcionó un beneficio privado total de 39,3 millones de dólares (Tabla 15, columna 3).

Por otra parte, los beneficios netos totales que supondría la adopción del RM9 en lugar del RM14 ascienden a 37,9 millones de dólares y la *relación beneficio-coste* es de 27,3 (Tabla 15, columna 4 y 5). Estas cifras confirman la alta eficiencia de la inversión en el SISPLAN, así como, la posibilidad de lograr un retorno económico considerable, con muy poca alteración en las prácticas de manejo.

CASO 3: COMPARACIÓN DEL RÉGIMEN DE MANEJO CON MAYOR Y MENOR RENTABILIDAD (RM1 – RM19).

En este último caso, se compara el RM1 con el RM19, régimen de menor rentabilidad, tal como se recoge en la Tabla 14. Con ello se pretende determinar el máximo beneficio potencial de la tecnología SISPLAN. El régimen RM19 tiene un turno de rotación de 30 años y consta de 3 claras. Genera un volumen de madera de 760,5 m³/ha, del cual un 82% se destina a desenrollo y sierra. Este volumen de madera supera en 227 m³/ha la producción del RM1 (Tabla 11, Capítulo 5). Sin embargo, el mayor volumen de producción junto al precio más alto de la madera para desenrollo y sierra no permiten cubrir satisfactoriamente los elevados costes de producción de este régimen³⁰.

En el caso (irreal) de que los empresarios forestales solo hubiera podido optar entre el RM19 y el RM1, inclinándose por este último, el beneficio privado por hectárea habría sido de 452 dólares y los beneficios privados totales habrían ascendidos a 246,8 millones de dólares. En este contexto, los beneficios netos totales alcanzarían 245,5 millones de dólares y la *relación beneficio-coste* sería de 176,8 (Tabla 15, columnas 3, 4 y 5, respectivamente).

³⁰ El RM1, además de la mayor rentabilidad, permite tener los suelos disponibles 14 años antes que el RM19 para

A pesar de las ventajas económicas que aparentemente supone la adopción del RM1, cuando se compara con el RM19, es necesario hacer algunas consideraciones.

En la actualidad, el RM1 es el régimen más utilizado por las industrias de procesamiento químico de pasta y papel, que prefieren una madera de *Pinus* con menor diámetro. Por otra parte, el RM19 es el régimen preponderante en las industrias de procesamiento mecánico que utilizan madera para desenrollo y sierra, y que requieren madera con mejores propiedades tecnológicas y de mayores diámetros, características necesarias para usar en la construcción, fabricación de muebles, láminas, paneles, conglomerados, etc.(Rosa, 1997 y Ribas Junior, 1998).

La comparación del RM1 y RM19 indica que en el contexto analizado resulta más ventajoso producir madera del género *Pinus* para pasta y papel que para desenrollo y sierra. Esta situación ha llevado a algunas empresas procesadoras, que utilizan la madera de *Pinus* como materia prima a orientar su producción hacia pasta y papel en detrimento de sus actividades orientadas a desenrollo y sierra (Bernert y Hau, 1998). Por otra parte, el “Banco Nacional de Desenvolvimento Económico e Social”, señala en un informe que, los planes de manejo forestal que contemplan turnos de rotación entre 25 y 30 años no son estimulados, actualmente, en Brasil, a pesar de que estos turnos son cortos cuando comparados con los de ciclos de 80 años que caracterizan los *bosques boreales* de clima templado. Afirma además, que el tipo de madera producido en los regímenes de manejo con turno más largo es en muchos casos el que permitirá sustituir a la madera de los bosques nativos y atender las demandas de uso múltiple de los bosques plantados (BNDES, 1995).

6.4 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Los parámetros elegidos para realizar el análisis de sensibilidad son los *precios de la madera de Pinus*, la *tasa de descuento*³¹ y el *índice de sitio*.

6.4.1 - VARIACIONES EN LOS PRECIOS DE LA MADERA

La Tabla 16 muestra los valores actuales netos de los 25 regímenes de manejo simulados, tras las variación en los precios de la madera de *Pinus* respecto el valor inicialmente adoptado en el estudio. La segunda y cuarta columnas recogen los VAN de la inversión cuando los precios iniciales de la madera se aumentan y disminuyen en un 20%, respectivamente. Por su parte, los VAN en los precios iniciales se indican en la columna tercera.

Se observa que, al incrementar los precios en un 20%, los VAN aumentan en todos los regímenes de manejo, con una oscilación entre el régimen de mayor rentabilidad (RM1) y el de menor rentabilidad (RM19), entre 3319 a 2585 dólares por hectárea. Por el contrario, cuando el precio de la madera se reduce en un 20%, los VAN oscilaron entre 775 dólares (RM7) a 1027 dólares por hectárea (RM9 y RM10). La variación en los precios de la madera afecta también a la posición relativa de los regímenes de manejo en términos de rentabilidad. Así, por ejemplo, cuando los precios se reducen un 20%, el RM1 deja de ser el régimen más rentable pasando a ocupar su lugar los regímenes RM9 y RM10, con turnos de rotación más largos.

³¹ Véase Capítulo 4, apartado 4.3.5 y Capítulo 5, apartados 5.4 y 5.9 (precios en US\$/m³ y tasas de descuento, respectivamente).

TABLA 16: Valor actual neto de los 25 regímenes de manejo simulados para diferentes precios de la madera de Pinus

Regímenes de Manejo (RM) y Turnos de Rotación	VAN (US\$1,00) (+20%)	VAN (US\$1,00)	VAN (US\$1,00) (-20%)
1-16	3319(mayor)	2160 (mayor)	1001(4°)
2-16	3124	2007	891
3-18	3158	2066	975
4-20	3107	2053	999
5-22	2976	1974	972
6-24	2769	1829	890
7-16	2922	1848	775(menor)
8-18	3030	1964	898
9-20	3149(3°)	2088	1027(mayor)
10-22	3077	2051	1027(mayor)
11-24	2919	1943	967
12-26	2799	1863	928
13-18	2866	1833	800
14-20	3057(8°)	2016	976(9°)
15-22	3030	2011	992
16-24	2962	1973	984
17-26	2879	1921	964
18-28	2744	1825	907
19-30	2585(menor)	1708 (menor)	832
20-20	3077	2022	968
21-22	3083	2047	1011
22-24	3022	2015	1008
23-26	2951	1973	995
24-28	2811	1873	936
25-30	2646	1751	857

*Para los cálculos de los VAN se utilizó la tasa de descuento de un 6%. Véase con mayores detalles sus cálculos en las Tablas 2 y 3 del Anejo III.

En la Tabla 17 se recoge la *relación beneficio-coste* de la inversión en la investigación y desarrollo del SISPLAN, al aumentar y reducir los precios de la madera un 20%.

TABLA 17: Relación beneficio-coste de la tecnología SISPLAN, para diferentes valores del precio de la madera de Pinus

Regímenes de Manejo Comparados	Relación B/C (Precio +20%)	Relación B/C	Relación B/C (Precio -20%)
CASO 1 (RM1-M14)	102,10	55,67	-
CASO 1 (RM9-RM14)	-	-	19,07
CASO 2 (RM9-RM14)	35,20	27,33	19,07
CASO 3 (RM1-RM19)	287,85	176,88	-
CASO 3 (RM9-RM7)	-	-	98,17

(Véase más detalladamente en las Tablas 4, 5, 6, 7, 8 del Anejo IV).

Se observa que, cuando el precio de la madera aumenta un 20%, la *relación beneficio-coste*, en el caso 1, pasa de 55,7 a 102,1, es decir, un incremento del 83%. Por el contrario, cuando el precio baja un 20%, la *relación beneficio-coste* se reduce a 19,09. En este caso, el régimen de manejo más rentable es el RM9.

En el *caso 2*, cuando el precio de la madera se eleva en un 20%, la *relación beneficio-coste* pasa de 27,33 a 35,20, esto es, un incremento del 28,8%. Por el contrario, cuando el precio baja en un 20%, la *relación beneficio-coste* se reduce a 19,07. Esta *relación beneficio-coste* coincide con la obtenida en el caso 1, ya que los dos regímenes de manejo comparados también coinciden.

Por último, en el caso 3, cuando el precio de la madera se eleva en un 20%, la *relación beneficio-coste* pasa de 176,88 a 287,85, con un incremento del 62,7%. Sin embargo, cuando el precio baja en un 20% la *relación beneficio-coste* se reduce de 176,88 a 98,17, es decir, en un 44% (Tabla 17).

El *análisis de sensibilidad* entre las variaciones en los precios de la madera de *Pinus* muestra una fuerte incidencia de este parámetro sobre los beneficios de la inversión en la investigación de la tecnología SISPLAN. Conviene, por tanto, hacer unas breves consideraciones a este respecto. Las predicciones actuales indican una tendencia al alza en los precios de la madera de *Pinus*, en Brasil. Los motivos son diversos, entre ellos podemos destacar la Política Medio Ambiental desarrollada por el Gobierno brasileño, que prohíbe la deforestación de los bosques nativos, con algunas excepciones, haciendo que la demanda de madera procedente de los bosques plantados aumente, con su consecuente incidencia al alza sobre el precio. Por otra parte, aunque Brasil es un país grande en recursos naturales, existen limitaciones en la utilización del uso del suelo a las plantaciones comerciales de *Pinus* en áreas marginales, incentivadas en períodos anteriores por políticas gubernamentales, por no resultar siempre viables económicamente, debido a la baja calidad del suelo y de la falta de infraestructura, que afecta sensiblemente los costes de transportes, lo cual hacen que los precios se eleven.

6.4.2 - VARIACIONES EN LA TASA DE DESCUENTO

Se ha considerado también un aumento y una disminución del 33,3% en el valor adoptado inicialmente para la tasa de descuento (6%). La Tabla 18 recoge los valores actuales netos de los 25 regímenes de manejo simulados con los nuevos valores de la tasa de descuento, 4% y 8%, respectivamente (columnas segunda y cuarta), así como los VAN obtenidos con la tasa de descuento inicial (columna tercera).

TABLA 18: *Valor actual neto de 25 regímenes de manejos para distintos valores de la tasa de descuento (4%, 6% y 8%).*

RM y Turno de Rotación	VAN/ha (US\$1,00) (4%)	VAN/há (US\$1,00) (6%)	VAN/ha (US\$1,00) (8%)
1-16	4605(mayor)	2160 (mayor)	1004 (mayor)
2-16	4229	2007	950
3-18	4470	2066	938
4-20	4586 (3°)	2053	881
5-22	4582	1974	788
6-24	4446	1829	660
7-16	3883(menor)	1848	875
8-18	4193	1964	908
9-20	4542	2088	942(3°)
10-22	4600	2051	879
11-24	4519	1943	777
12-26	4494	1863	694
13-18	3906	1833	845
14-20	4311(19°)	2016	933(5°)
15-22	4393	2011	898
16-24	4414	1973	847
17-26	4411	1921	788
18-28	4319	1825	708
19-30	4178	1708(menor)	620(menor)
20-20	4347	2022	925
21-22	4463	2047	915
22-24	4481	2015	872
23-26	4485	1973	823
24-28	4373	1873	744
25-30	4207	1751	656

. Véase más detalladamente sus cálculos en las Tablas 4 y 5 de Anejo III.

Como cabría esperar, en la Tabla 18 se observa que cuanto más elevada es la tasa de descuento más bajos son los beneficios privados por hectárea de la inversión forestal (VAN) (columna cuatro). Por otra parte, la utilización de diferentes tasas de descuento no alteró la posición del RM1 en cuanto el régimen de mayor rentabilidad. Sin embargo, si se altera el régimen que ocupa la posición con menor rentabilidad. Así, cuando la tasa de descuento es del 4%, la menor rentabilidad se obtiene con el RM7 con un turno de 16 años. Esta posición es ocupada por el RM19 (turno de 30 años) cuando las tasas de descuento son del 6 y 8%, respectivamente.

La Tabla 19 recoge la *relación beneficio-coste* de la inversión en la investigación y desarrollo de la tecnología SISPLAN para los tres valores de la tasa de descuento.

TABLA 19: *Relación beneficio-coste de la tecnología SISPLAN, para diferentes valores de la tasa de descuento (4%, 6% 8%).*

Regímenes de Manejo Comparados	Relación B/C (4%)	Relación B/C (6%)	Relación B/C (8%)
CASO 1 (RM1-RM14)	114,70	55,67	26,94
CASO 2 (RM9-RM14)	-	27,33	2,54
CASO 2 (RM4-RM14)	107,22	-	-
CASO 3 (RM1-RM19)	-	176,88	150,12
CASO 3 (RM1-RM7)	283,13	-	-

Véase más detalladamente en las Tablas 9, 10, 11, 12, 13 y 14 del Anexo IV).

Se observa que, en el *caso 1*, cuando la tasa de descuento se reduce al 4%, la *relación beneficio-coste* aumenta desde 55,67 a 114,7. Y al contrario, cuando la tasa de descuento se eleva al 8%, la *relación beneficio-coste* disminuye a 26,94, lo que supone una reducción de un 51,6% de la ganancia neta de la inversión. Esta situación se mantiene cuando se contemplan los dos casos restantes. En el *caso 2*, la *relación beneficio-coste* inicial oscila entre 27,33 y 107,22, y el *caso 3*, entre 150,2 y 283,13.

El *análisis de sensibilidad* con las tasas de descuento, indica que este parámetro económico tiene impactos muy significativos en los resultados de los beneficios de la inversión en la investigación del SISPLAN. Se observa, en los tres casos analizados, que los VAN y la rentabilidad de la tecnología SISPLAN

aumentan, cuando se reduce la tasa de descuento, lo cual indica que la viabilidad de las inversiones forestales, con un largo plazo de maduración sólo soporta tasas de descuento relativamente bajas.

6.4.3 - VARIACIÓN EN EL ÍNDICE DE SITIO

Interesa conocer también cómo afectan a los resultados la adopción de diferentes supuestos sobre los parámetros técnicos del modelo de evaluación. Para ello se efectúa un *análisis de sensibilidad* alterando, en este caso, el valor del índice de sitio adoptado en los cálculos iniciales sobre la rentabilidad del SISPLAN. El índice de sitio refleja la capacidad productiva del suelo. En la región Sur de Brasil, este índice puede oscilar entre 15 a 26m, cuando sus cálculos se realizan a los 15 años. En los cálculos iniciales se adoptó un valor intermedio para el índice de sitio igual a 20,3 m, de acuerdo con los supuestos de Ramos (1993). En el análisis de sensibilidad se considera dos nuevos valores, uno inferior, 18m, y otro superior, 22 m. En la Tabla 20 se recoge, los valores actuales netos de los RM1-RM14, por considerar para este análisis sólo el *caso 1*.

TABLA 20: *Valor actual neto de los regímenes de manejos 1 y 14 (mayor/PIF) para diferentes valores de índice de sitio (18, 20.3 y 22m)*

RM y Turno de Rotación	VAN/ha (US\$1,00) (18 m)	VAN/há (US\$1,00) (20.3m)	VAN/ha (US\$1,00) (22 m)
1-16	1113	2160	3011
14-20	680	2016	2895

.Véase más detalladamente sus cálculos en las Tablas 6 y 7 de Anejo III.

Se observa en la Tabla 20 que el parámetro técnico - índice de sitio, tiene impacto muy significativo en los resultados de la inversión forestal. Las columnas 2 y 4 expresan las variaciones de índice de sitio de 18 y 22m. Cuando el suelo es de mejor calidad, los volúmenes de madera de *Pinus* se elevan, y, consecuentemente sus ventajas económicas, resultados éstos que eran de esperarse.

En la Tabla 21 se recogen la *relación beneficio-coste* de la inversión en la tecnología SISPLAN, referida al *caso 1*, para los tres valores del índice de sitio considerados.

TABLA 21: *Relación beneficio-coste de la tecnología SISPLAN, para diferentes valores de índice de sitio (18, 20.3 y 22m)*

Regímenes de Manejo Comparados	Índice de Sitio de 18 m	Índice de Sitio de 20.3m	Índice de sitio de 22m
CASO 1 (RM1-RM14)	169,4	55,67	44,65

(Véase con mayores detalles en las Tablas 15 y 16 del Anejo IV).

Se puede observar, en primer lugar, que la ventaja relativa del RM1 sobre el RM14, y en definitiva, la rentabilidad del SISPLAN se mantiene, independiente del valor del índice de sitio utilizado en los cálculos. Asimismo, se observa cómo, la rentabilidad del SISPLAN aumenta a medida que el índice de sitio, calidad del suelo, disminuye. En efecto, la *relación beneficio-coste* de la inversión en el SISPLAN pasa de un valor inicial de 55,6 a 169,4, cuando el índice de sitio se reduce a 18. Por el contrario, cuando el índice de sitio aumenta hasta 22m, la *relación beneficio coste* se reduce a 44,6. Sin embargo, se observa también que los regímenes de turno más corto, como el RM1, se ven menos afectados por la calidad del suelo que regímenes con un turno más prolongado, como es el caso del RM14.