

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABLAS	ii
LISTA DE SIGLAS	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT	viii

INTRODUCCIÓN	1
---------------------------	----------

CAPÍTULO 1

EL PROCESO DE INTRODUCCIÓN DEL GÉNERO *PINUS*, EN BRASIL

1.1 - INTRODUCCIÓN	6
1.2 - LA INTRODUCCIÓN DEL <i>PINUS</i> EN BRASIL	9
1.3 - LA REPOBLACIÓN DEL <i>PINUS</i> EN LA REGIÓN SUR DE BRASIL	12
1.4 - LA POLÍTICA DE INCENTIVOS FISCALES A LA REPOBLACIÓN FORESTAL	18
1.5 - PRINCIPALES CAMBIOS TECNOLÓGICOS DEL <i>PINUS</i>	21

CAPÍTULO 2

LA TECNOLOGÍA *SISPLAN*

2.1 - INTRODUCCIÓN	27
2.2 - JUSTIFICACIÓN DEL <i>SISPLAN</i>	28
2.3 - DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA <i>SISPLAN</i>	31

CAPÍTULO 3

MODELOS DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN

3.1 - INTRODUCCIÓN	36
3.2 - DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS	38
3.3 - PROBLEMAS DE LA EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SELVICULTURA	39
3.4 - MODELOS DE EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.4.1 - MODELOS DE EVALUACIÓN <i>EX POST</i>	43
3.4.1.1 - MODELOS DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR - PRODUCTOR	43
3.4.1.1.1 - ANÁLISIS BENEFICIO-COSTE	44
3.4.1.1.2 - MODELOS DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN	45
3.4.2 - MODELOS DE EVALUACIÓN <i>EX ANTE</i>	49
3.4.2.1 - MODELOS DE PUNTUACIÓN	49
3.4.2.2 - ANÁLISIS BENEFICIO-COSTE	50
3.4.2.3 - MODELOS DE SIMULACIÓN	51
3.4.2.4 - MODELOS DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA	51

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

4.1 - INTRODUCCIÓN	53
4.2 - MARCO GENERAL	53
4.3 - CAMBIO TECNOLÓGICO Y MEDIDA DEL EXCEDENTE ECONÓMICO	56
4.4 - EL MODELO BÁSICO	59
4.4.1 - BENEFICIOS PRIVADOS ANUALES	65
4.4.2 - BENEFICIOS PRIVADOS TOTALES	67
4.4.3 - BENEFICIOS NETOS TOTALES	67
4.4.4 - EFICIENCIA DE LAS INVERSIONES EN INVESTIGACIÓN	68
4.4.5 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	68

CAPÍTULO 5

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

5.1 - INTRODUCCIÓN	70
5.2 - PERÍODO DE ANÁLISIS	71
5.3 - ÁREA EN LA QUE SE ADOPTA LA TECNOLOGÍA	71
5.3.1 - CÁLCULOS DEL ÁREA DE ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA	73
5.4 - PRECIOS DE LA MADERA DE <i>PINUS</i>	77
5.5 - PLANES DE MANEJO DE <i>PINUS</i>	80
5.5.1 - DESCRIPCIÓN DE LOS REGÍMENES DE MANEJO	81
5.5.2 - OBTENCIÓN DE LOS VOLÚMENES DE MADERA PARA CADA RÉGIMEN DE MANEJO	83
5.6 - COSTES DE LA EXPLOTACIÓN FORESTAL	87
5.7 - COSTES DE UTILIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA	88
5.8 - COSTES DE LA GENERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA	89
5.9 - TASA DE DESCUENTO	91
5.10 - RECOGIDA DE DATOS PARA ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS	93
5.10.1 - LAS FUENTES DE INFORMACIÓN	94

CAPÍTULO 6

BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA TECNOLOGÍA SISPLAN

6.1 - INTRODUCCIÓN	96
6.2 - RENTABILIDAD DE LOS REGÍMENES DE MANEJO SIMULADOS	97
6.3 - BENEFICIOS DE LA TECNOLOGÍA SISPLAN	99
6.4 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	105
6.4.1 - VARIACIONES EN LOS PRECIOS DE LA MADERA	105
6.4.2 - VARIACIONES EN LAS TASAS DE DESCUENTO	108
6.4.3 - VARIACIÓN EN EL ÍNDICE DE SITIO	111

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES	113
---------------------------	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
---	-----

ANEJOS	133
---------------------	-----

- ANEJO I – Rutina básica del simulador *SISPINUS* 134
- ANEJO II – Empresas adoptantes de la tecnología *SISPLAN* 141
- ANEJO III – Cálculos de los valores actuales netos de los 25 regímenes
de manejo en situaciones diversas 148
- ANEJO IV – Cálculos de los beneficios de la tecnología *SISPLAN* 178

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ÁREA DE ESTUDIO – POBLACIÓN DE <i>PINUS</i> - REGIÓN SUR DE BRASIL	13
FIGURA 2 - EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL <i>PINUS</i> , EN BRASIL	24
FIGURA 3 - PRODUCTIVIDAD MEDIA DE LAS PLANTACIONES DE <i>PINUS</i> , POR REGIONES, EN 1994 – BRASIL	26
FIGURA 4 - DIFERENCIA ENTRE UNA POBLACIÓN FORESTAL CON CLARA Y SIN CLARA	34
FIGURA 5 - DESTINO DE LA MADERA TROCEADA DE <i>PINUS</i>	34
FIGURA 6 - ENFOQUE DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR Y DEL PRODUCTOR PARA EL ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS DEBIDO AL CAMBIO TECNOLÓGICO	58
FIGURA 7 - SUPUESTO IMPLÍCITO DEL PROCEDIMIENTO DEL VALOR DE LA PRODUCCIÓN EXTRA	62

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 - ÁREA DE REPOBLACIÓN EN LOS ESTADOS DE LA REGIÓN SUR DE BRASIL, 1990	16
TABLA 2 - USOS DE LA MADERA DE <i>PINUS</i> CON FINES ECONÓMICOS	17
TABLA 3 - ÁREA POTENCIAL ESTIMADA PARA LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA SISPLAN, PERÍODO DE 1981 A 2005, REGIÓN SUR	73
TABLA 4 - NUMERO DE EMPRESAS E INSTITUCIONES QUE ADQUIRIERON LA TECNOLOGÍA SISPLAN EN 1989 A 1997	74
TABLA 5 - ÁREA DE PROPIEDAD DE LAS EMPRESAS QUE ADQUIRIERON LA TECNOLOGÍA SISPLAN, EN LA REGIÓN SUR, EN EL PERIODO 1989 A 1997	75
TABLA 6 - ÁREA ESTIMADA DE ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA SISPLAN, EN LA REGIÓN SUR, EN EL PERÍODO DE 1981 A 2005	77
TABLA 7 - PRECIOS MEDIOS DE LA MADERA DE <i>PINUS</i> , EN CARGADER, EN 1997	79
TABLA 8 - PRECIOS DE LA MADERA DE <i>PINUS</i> , CON VARIACIONES POSITIVA Y NEGATIVA DE UN 20%, EN 1997	80
TABLA 9 - REGÍMENES DE MANEJO (RM) DE <i>PINUS</i> UTILIZADOS EN EL ESTUDIO	82
TABLA 10 - RENDIMIENTO DE <i>PINUS</i> POR EDAD DE CORTA (m ³ /ha)	84
TABLA 11 - VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN (con corteza) DE LOS 25 REGÍMENES DE MANEJO DE <i>PINUS</i>	86
TABLA 12-COSTE DE PLANTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE UNA HECTÁREA DE <i>PINUS</i> , EN DÓLARES, REGIÓN SUR	87
TABLA 13 - COSTES TOTALES NOMINALES Y CORREGIDOS DE LA GENERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISPLAN - PERÍODO DE 1988 A 2005	91

TABLA 14 - VALOR ACTUAL NETO DE 25 REGÍMENES DE MANEJO SIMULADOS	98
TABLA 15 - BENEFICIOS DE LA TECNOLOGÍA <i>SISPLAN</i>	100
TABLA 16 - VALOR ACTUAL NETO DE LOS 25 REGÍMENES DE MANEJO SIMULADOS PARA DIFERENTES PRECIOS DE LA MADERA DE PINUS	106
TABLA 17 – RELACIÓN BENEFICIO-COSTE DE LA TECNOLOGÍA <i>SISPLAN</i> PARA DIFERENTES VALORES DEL PRECIO DE LA MADERA DE PINUS	106
TABLA 18 - VALOR ACTUAL NETO DE 25 REGÍMENES DE MANEJOS SIMULADOS PARA DIFERENTES VALORES DE TASA DE DESCUENTO (4%, 6% y 8%)	109
TABLA 19 – RELACIÓN BENEFICIO-COSTE DE LA TECNOLOGÍA <i>SISPLAN</i> PARA DIFERENTES VALORES DE LA TASA DE DESCUENTO	110
TABLA 20 - VALOR ACTUAL NETO DE LOS REGÍMENES DE MANEJOS 1 Y 14 (MAYOR/PIF) PARA DIFERENTES VALORES DE ÍNDICE DE SITIO	111
TABLA 21 – RELACIÓN BENEFICIO-COSTE DE LA TECNOLOGÍA <i>SISPLAN</i> PARA DIFERENTES VALORES DE ÍNDICE DE SITIO	112

LISTA DE SIGLAS

- ANFPC - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSA (Asociación Nacional de los Fabricantes de Papel y Pasta). Actualmente BRACELPA, resultado de la unión de la ANFPC y de la ABECCEL - Asociación Brasileña de los Exportadores de Celulosa)
- BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social)
- BRDE - BANCO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO EXTREMO SUL (Banco Regional de Desarrollo del Extremo Sur)
- BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (Asociación Brasileña de Pasta y Papel)
- CNPF - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE FLORESTAS (Centro Nacional de Investigación de Bosques)
- CNPTIA - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE TECNOLOGIA DE INFORMÁTICA PARA A AGRICULTURA (Centro Nacional de Investigación de Tecnología de Informática para la Agricultura)
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria)
- FFC - FUNDAÇÃO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS DE CURITIBA-PARANÁ (Fundación de Ciencias Forestales de Curitiba).
- FORESTAR - FUNDAÇÃO PARA A CONSERVAÇÃO E PRODUÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DE SAO PAULO (Fundación para la Conservación y Producción Forestal de Estado de São Paulo - Brasil)
- FUNATURA - FUNDO NACIONAL DE PROTEÇÃO À NATUREZA (Fondo Nacional de Protección a la Naturaleza)
- FUPEF - FUNDAÇÃO DE PESQUISA FORESTAL DE CURITIBA (Fundación de Investigación Forestal de Curitiba)
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables)

IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal)

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA DE SAO PAULO (Instituto de Economía Agraria de São Paulo)

IPEF - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS (Instituto de Investigación y Estudios Forestales)

ITTO - INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION (Organización Internacional de Madera Tropical)

IUFRO - INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATION (Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal)

PRODEPEF - PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA FLORESTAL (Programa de Desarrollo de Investigación Forestal)

SBS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (Sociedad Brasileña de Silvicultura)

STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA (STCP - Ingeniería de Proyectos Ltda)

RESUMEN

Esta tesis tiene por objetivo 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 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.

Los parámetros utilizados en la aplicación del modelo para cuantificar los beneficios económicos de la tecnología, fueron: el área de adopción de la tecnología; los precios de la madera de

Pinus en cargadero; los volúmenes de producción de la madera de los regímenes de manejos simulados y los costes de implantación de una hectárea de *Pinus*. Se determinaron también los costes de generación, mantenimiento y adquisición de la tecnología, así como la tasa de descuento. Se realizó un análisis de sensibilidad con nuevos escenarios de precios, tasas de descuento y alteraciones en las prácticas selvícolas con influencia en los retornos económicos de la tecnología.

Los beneficios netos totales estimados de la tecnología SISPLAN, a lo largo del período 1981-2005, presentan un umbral mínimo de 37,9 millones de dólares, con un retorno medio mínimo de 27,33 unidades monetarias por cada dólar gastado en la inversión de la investigación. Estas cifras confirman la importancia de la inserción de la tecnología de la información en la actividad forestal y su capacidad para predecir los impactos esperados de nuevas tecnologías de manejo forestal, con mayores rentabilidades. Todo ello contribuye a una mayor eficiencia de los aprovechamientos selvícolas, y, en general, a una mejor gestión de los recursos naturales.

Palabras Claves: Cambio Tecnológico, Evaluación económica, Gestión forestal, Simulación de manejo de *Pinus*.

ABSTRACT

This thesis has the objective to evaluate the economic benefits derived from the public investments expended on research and development of a computer system to perform simulations of growth and productivity of afforestation and reforestation of pine, in the south region of Brazil, denominated SISPLAN. This system permits to generate criteria for production planning and reforest management, reducing uncertainties, mainly at the forest activity planning.

The methodology consists of identifying the costs and economic benefits derived from the generation, utilization and maintenance of the technology analyzed. The framework of this research is provided by the economy of the welfare, that is fit in the cost-benefit technique, whose utilization generates a set of information that contributes to improve the efficiency in the productive sector and effectiveness in the public policies.

The parameters used to apply the model to quantify the economic benefits of the technology were: the adoption area of the technology; the prices of the pine wood its transportation; the wood production volume referred to the simulated handling and the implementation cost of one hectare of pine. The generation, maintenance, and the technology acquisition costs, as well as the

discount rate, were also determined. An analysis of sensibility was carried out with new scenarios of prices, discount rates, and modifications in the silviculture practices influencing on economic returns of the technology.

The total net benefits estimated of the SISPLAN technology, along the 1981-2005 period, presented a minimum threshold of 37.9 million dollars, with minimum average return of 27.33 monetary units for each dollar spent in the investment of this research. These figures confirm the importance of the insertion of the information technology in the forest activity and its capacity to predict the expected impact of the new technologies of the forest handling, with greater profits. All of these contributes for a better efficiency of the silviculture products utilization, and consequently for a better management of the natural resources.

Keywords: Technology change, Economic evaluation, Forest management, Simulation pine management.