

FAO



CDF



# PLAN DE ACCION PARA EL DESARROLLO FORESTAL DE BOLIVIA

Proyecto FAO TCP / BOL / 0051A

**Curso / Taller**

## **FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS FORESTALES**

**Memoria Descriptiva**

José Imaña Encinas

José Luiz Pereira Rezende

Gerardo Lozano Figueroa

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS  
(MACA)

CENTRO DE DESARROLLO FORESTAL  
(CDF)

SUBSECRETARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE  
(SEGMA)

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION  
(FAO)

PROYECTO TCP/BOL/0051A  
PLAN DE ACCION FORESTAL DE BOLIVIA

Curso/Taller

FORMULACION Y EVALUACION  
DE PROYECTOS FORESTALES

SUCRE 25 DE FEBRERO - 15 DE MARZO, 1991

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS (MACA)  
CENTRO DE DESARROLLO FORESTAL (CDF)

SECRETARIA GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE (SEGMA)

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA  
Y LA ALIMENTACION (FAO)

La Paz, Bolivia, 1991

## CONTENIDO

PRESENTACION.....	1
<b>I. CURSO TALLER SOBRE FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS FORESTALES .....</b>	<b>1</b>
<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos del Curso/Taller .....	1
1.2 Alcances del Curso/Taller.....	1
1.3 Contenido curricular .....	2
<b>2. CONTENIDO PROGRAMATICO .....</b>	<b>2</b>
2.1 Utilidad de la reforestación.....	3
2.2 Función de la producción forestal .....	3
2.3 Factores de producción.....	4
2.4 Costos de producción.....	4
2.5 Revisión de matemática financiera .....	5
2.6 Conceptos de proyectos.....	5
2.7 Coeficientes técnicos .....	6
2.8 Criterios de evaluación de proyectos .....	6
2.9 Formulación de proyectos.....	6
2.10 Elaboración y evaluación de un proyecto de 5.000 Has .....	7
2.11 Evaluación del curso .....	7
<b>II. EL PLAN DE ACCION PARA EL DESARROLLO FORESTAL DE BOLIVIA .....</b>	<b>9</b>
<b>III. UTILIDAD DE LA REFORESTACION .....</b>	<b>13</b>
1. GENERALIDADES.....	13
2. CLASIFICACION DE LAS PLANTACIONES .....	14
3. PRODUCCION MADERABLE .....	14
4. PECULIARIDADES DE LAS PLANTACIONES .....	15
5. PROGRAMA NACIONAL DE REFORESTACION.....	17
6. CONDICIONANTES ECONOMICOS .....	19

IV.	EXPERIENCIA DE LA REFORESTACION EN BOLIVIA .....	21
1.	SUPERFICIE PLANTADA.....	21
2.	SELECCION DE ESPECIES .....	22
3.	PRODUCCION DE PLANTAS .....	23
4.	PROCESO DE PLANTACION .....	24
5.	MANEJO DE PLANTACIONES.....	25
6.	CONCLUSIONES .....	26
V.	ESTADO DE LA REFORESTACION EN BOLIVIA .....	27
1.	A MODO DE INTRODUCCION .....	27
2.	PROBLEMATICA SOCIO-AMBIENTAL DE BOLIVIA .....	27
2.1	Degradación de cuencas hidrográficas en zona de montaña.....	27
2.2	Seguridad alimentaria precaria y bajos ingresos económicos en el área rural .....	28
2.3	Problemas socio-económicos generados por déficit energético .....	28
3.	OBJETIVOS Y FINALIDAD DE LA FORESTERIA EN BOLIVIA .....	29
3.1	El Altiplano .....	29
3.2	Los valles Interandinos.....	29
3.3	Los llanos Orientales .....	29
4.	UN PROGRAMA DE DESARROLLO FORESTAL PARTICIPATIVO .....	30
4.1	Actividades técnico-científicas .....	31
4.2	Actividades socio-culturales .....	32
5.	CONCLUSIONES .....	34
VI.	RELACION DE ACTIVIDADES DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES INDUSTRIALES .....	37
1.	INTRODUCCION .....	37
2.	DEFINICION DEL PROYECTO DE REFORESTACION .....	39
2.1	Objetivos de la plantación .....	39
2.2	Localización.....	40

2.2.1	Características topográficas y edáficas.....	41
2.2.2	Características ambientales.....	41
2.2.3	Aspectos humanos.....	42
2.2.4	Recursos financieros.....	42
3.	ACTIVIDADES PRIMARIAS DE CAMPO.....	42
3.1	Levantamiento topográfico.....	43
3.1.1	Ubicación en el terreno.....	43
3.1.2	Apertura de caminos.....	43
3.2	Limpieza del área.....	43
3.2.1	Desmante.....	44
3.2.2	Control y combate a hormigas.....	45
3.2.3	Apilamiento.....	45
3.2.4	Quema - Descoivarada - Requema.....	46
3.2.5	Preparación del suelo.....	46
3.2.6	Fertilización.....	48
3.2.7	Posibles retornos financieros iniciales.....	50
4.	IDENTIFICACION DE LOS RODALES.....	50
4.1	Lay-out de la plantación.....	50
4.2	Area a ser ocupada.....	51
4.3	Espaciamiento.....	52
4.4	Origen de las plántulas.....	52
5.	CONSTRUCCION DE CORREDORES.....	53
5.1	Accesos principales.....	53
5.2	Franjas contra incendios forestales.....	53
5.3	Cercado del área.....	54
6.	MARCACION DE LOS RODALES DE PLANTACION.....	54
7.	ACTIVIDADES DE IMPLANTACION.....	54
7.1	Transporte de plántulas.....	54
7.2	Marcación y trazado de surcos.....	55
7.3	Hoyadura y aldrinización.....	55
7.4	Operación de plantío.....	56

7.4.1	Plantío manual .....	56
7.4.2	Plantío semimecanizado .....	57
7.4.3	Plantío mecanizado .....	57
7.5	Distribución del personal .....	57
7.6	Control de la plantación .....	58
7.7	Cuidados especiales .....	58
8.	TRATAMIENTO SILVICULTURAL .....	58
8.1	Combate a hormigas .....	59
8.2	Replantío .....	60
8.3	Deshierbe .....	60
8.4	Desrama .....	61
8.5	Desbastes .....	61
8.6	Brotación .....	62
8.7	Conservación de vías de acceso y corredores .....	62
9.	COSTOS DE IMPLANTACION .....	64
9.1	Costo de la tierra .....	64
9.2	Costo de implantación y manutención .....	64
9.3	Costo de combate a hormigas .....	64
9.4	Costos de administración .....	65
10.	CRONOGRAMA DE GANTT .....	65
10.1	Personal .....	65
10.2	Costos de administración .....	66
10.3	Costos operacionales .....	66
10.4	Servicios .....	66
10.5	Costo total del proyecto .....	66
10.6	Análisis económico .....	66
11.	BENEFICIOS DE LA IMPLANTACION DEL PROYECTO .....	66
VII.	ACTIVIDADES DE APROVECHAMIENTO FORESTAL EN PLANTACIONES INDUSTRIALES .....	67
1.	INTRODUCCION .....	67
2.	OBJETIVOS Y JUSTIFICACION .....	67
3.	PLANIFICACION OPERACIONAL A NIVEL DE CAMPO .....	68

<b>Consideraciones previas a la ejecución de los trabajos</b> .....	68
1. Conocimiento del terreno .....	72
2. Factores climáticos.....	72
3. Aspectos silviculturales .....	73
4. Requerimientos de la industria y limitaciones del transporte .....	74
5. Disponibilidad de mano de obra y equipo mecánico.....	75
6. Infraestructura mínima necesaria.....	76
4. OPERACIONES DEL APROVECHAMIENTO .....	77
4.1 Programa de corte.....	78
4.2 Apeo (volteo).....	78
4.3 Desgajado y acomodado de la ramas.....	78
4.4 Marcación y trozado .....	78
4.5 Descortezado .....	80
4.6 Carga y descarga.....	80
4.6.1 Carga manual.....	80
4.6.2 Carga mecanizada .....	81
4.7 Extracción.....	82
4.8 Descarga de madera en playas o patios de concentración .....	82
4.9 Carga sobre el camión y transporte principal.....	82
5. SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO .....	82
VIII. MATEMATICA FINANCIERA.....	85
1. FORMULACION MATEMATICA PARA UN SOLO VALOR (VALOR FIJO) .....	86
2. PARCELAS PERIODICAS.....	92
3. CALCULO DE COSTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS .....	100
3.1 Costos fijos.....	101
3.1.1 Intereses.....	101
3.1.2 Depreciación .....	102
3.1.3 Seguros .....	103
3.1.4 Galpones .....	104

3.2	Costos variables o costos operacionales .....	104
3.2.1	Combustibles.....	104
3.2.2	Lubricantes .....	104
3.2.3	Reparaciones (mano de obra y piezas) .....	104
3.3	Ejemplo .....	104
3.3.1	Costos fijos.....	105
3.3.2	Costos variables .....	106
3.4	Costos de mano de obra (semifijos).....	107
IX.	CRITERIOS DE EVALUACION DE PROYECTOS .....	111
1.	INTRODUCCION.....	111
2.	METODOS QUE NO CONSIDERAN EL VALOR DEL CAPITAL .....	112
2.1	Consideraciones teóricas para la evaluación económica de proyectos.....	113
2.2	Métodos de evaluación de proyectos con tasa nula de descuento .....	114
2.2.1	Tiempo de retorno del capital invertido.....	115
2.2.2	Razón ingreso/costo .....	116
2.2.3	Razón ingreso medio/costo .....	117
2.3	Conclusiones .....	117
2.4	Ejemplos de aplicación.....	118
3.	METODO DEL VALOR ACTUAL .....	121
3.1	Aplicación del criterio .....	123
3.2	Representación gráfica del valor actual .....	125
3.3	Período de actualización .....	127
4.	METODO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO .....	127
4.1	Utilidad del TIR.....	129
4.2	Selección del proyecto en función del TIR .....	134
4.3	Comparación entre TIR y VA.....	134
4.4	Tasa fisheriana (TF) .....	134



5.	PROYECTOS DEPENDIENTES O MUTUAMENTE EXCLUYENTES.....	137
6.	METODO DE LA RAZON BENEFICIO/COSTO .....	144
7.	SELECCION DEL CRITERIO DE SELECCION .....	148
8.	METODO DEL COSTO PERIODICO EQUIVALENTE .....	150
8.1	Cálculo del beneficio periódico.....	150
8.2	Conclusiones.....	153
X.	FORMULACION DE PROYECTOS DE PLANTACIONES INDUSTRIALES.....	155
1.	ANTECEDENTES DEL EJEMPLO DE FORMULACION .....	155
2.	REQUERIMIENTO DE INFORMACIONES .....	157
2.1	Condiciones macro.....	157
2.2	Condiciones micro.....	160
3.	ATRIBUCIONES EN LA FORMULACION DEL PROYECTO .....	161
4.	FORMULACION DE UN PROYECTO DE IMPLANTACION FORESTAL DE 5.000 HAS. EN SANTA CRUZ.....	163
4.1	Condiciones macro.....	163
	<b>Objetivos</b> .....	163
1.	Objetivos generales .....	163
2.	Objetivos específicos .....	163
3.	Características del producto .....	164
4.	Justificación de la decisión.....	164
	<b>Localización del proyecto</b> .....	164
1.	Descripción del área escogida .....	164
2.	Justificación del área escogida .....	165
3.	Uso y tenencia de la tierra .....	167

<b>Caracterización bioclimática de la región</b> .....	167
1. Zona de vida .....	167
2. Precipitación.....	167
3. Temperaturas .....	168
4. Fisiografía .....	168
5. Suelos .....	168
6. Vegetación .....	168
<b>Infraestructura de la región</b> .....	169
1. Vías troncales .....	169
2. Acceso al área del proyecto.....	169
3. Comunicación .....	169
4. Hospedaje.....	170
5. Servicio de salud.....	170
6. Servicios mecánicos .....	170
7. Servicios bancarios.....	170
<b>Insumos</b> .....	170
1. Mano de obra .....	170
2. Fertilizantes.....	173
3. Plantines .....	173
4. Fitosanitarios.....	173
5. Madera para construcción.....	174
6. Material de construcción .....	174
7. Maquinaria agrícola y sus implementos.....	175
8. Herramientas manuales.....	175
<b>Mercado de Insumos</b> .....	176
1. Generalidades.....	176
2. Mercado de productos agroquímicos .....	176
3. Mercado de productos de construcción .....	176
4. Mercado de maquinaria y herramientas.....	177
5. Mercado de mano de obra .....	177
<b>Mercado del producto (madera de las plantaciones)</b> .....	178
1. Antecedentes .....	178
2. Calidad del producto .....	178
3. Descripción del mercado comprador .....	178
4. Precios del producto .....	180

---

4.2	Condiciones micro.....	181
	<b>Localización específica del proyecto.....</b>	<b>181</b>
1.	Especificación de su ubicación en la región.....	181
2.	Ubicación del área.....	182
	<b>Localización de las construcciones.....</b>	<b>183</b>
	<b>Distribución de los rodales.....</b>	<b>184</b>
1.	Area bruta de la plantación.....	184
2.	Caminos.....	185
3.	Ayuda memoria de cálculo.....	185
	<b>Aspectos silviculturales.....</b>	<b>188</b>
1.	Selección de especies.....	188
2.	Espaciamiento.....	189
3.	Nivel de fertilización.....	190
4.	Tratamientos culturales.....	190
5.	Manutenciones anuales.....	192
	<b>Explotación forestal.....</b>	<b>194</b>
1.	Limpieza (rozada).....	195
2.	Apeo.....	196
3.	Limpieza de la troza.....	196
4.	Marcación y seccionamiento.....	197
5.	Descortezado.....	197
6.	Apilado.....	197
	<b>Identificación y análisis de las actividades y coeficientes técnicos.....</b>	<b>198</b>
1.	Elaboración del proyecto.....	198
2.	Servicios de topografía.....	198
3.	Construcción de caminos.....	198
4.	Estructura logística.....	198
5.	Desmonte de la vegetación.....	199
6.	Control y combate a hormigas.....	199
7.	Destoque.....	199
8.	Apilamiento.....	199
9.	Rastreado.....	200

---

10.	Alineamiento y surcamiento .....	200
11.	Marcación .....	200
12.	Construcción de cercas .....	200
13.	Transporte .....	200
14.	Distribución de los plantines .....	201
15.	Fertilización .....	201
16.	Plantío .....	201
17.	Replantío .....	201
18.	Deshierbe .....	201
19.	Administración .....	202
20.	Brotación .....	202
XI.	INFORMACION SOBRE PRODUCCION VOLUMETRICA Y COEFICIENTES TECNICOS .....	203
1.	TABLAS DE PRODUCCION .....	203
2.	RENDIMIENTOS Y COSTOS OPERACIONALES DE PLANTACIONES COMERCIALES DE EUCALYPTUS SP. ....	209
3.	RESULTADOS .....	216
4.	ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	220
4.1	Exámen del Cuadro 37, Eucalyptus saligna en el espaciamiento 2 x 2m. ....	220
4.2	Análisis del Cuadro 38, Eucalyptus saligna en el espaciamiento 3 x 2m. ....	221
4.3	Interpretación del Cuadro 39, Eucalyptus grandis en el espaciamiento 2 x 2m. ....	221
4.4	Análisis del Cuadro 40, Eucalyptus grandis en el espaciamiento 3 x 2m. ....	221
4.5	Conclusión definitiva .....	222
4.6	Cálculo de la evaluación de la situación óptima. ....	222
5.	ATRIBUCIONES DE EVALUACION DE PROYECTOS .....	227
6.	RESPUESTAS E INTERPRETACIONES A LAS ATRIBUCIONES DE LOS GRUPOS .....	229

---

XII. EVALUACION DEL CURSO/TALLER .....	247
1. CUESTIONARIOS .....	247
2. CONCLUSION.....	251
XIII. PARTICIPANTES DEL CURSO/TALLER .....	253

**LISTA DE CUADROS Y FIGURAS****Nº CUADRO**

1	PRODUCCION VOLUMETRICA .....	33
2	DIAGNOSTICO DEL PROGRAMA DE DESARROLLO FORESTAL PARTICIPATIVO (PDFP) .....	35
3	PLANIFICACION ESQUEMATICA DEL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES INDUSTRIALES .....	63
4	ESQUEMA DE CONSIDERACIONES PREVIAS NECESARIAS EN LA PLANIFICACION OPERACIONAL .....	73
5	FLUJO GENERAL DE LAS OPERACIONES DE EXPLOTACION .....	83
6	RESUMEN DEL COSTO TOTAL FINAL .....	110
7	FLUJOS DE CAJA DE CINCO PROYECTOS INDEPENDIENTES .....	118
8	RESULTADO DE LA EVALUACION DE LOS CINCO PROYECTOS .....	119
9	FLUJOS DE CAJA DE TRES PROYECTOS IMPLANTADOS .....	120
10	ORDEN DE PREFERENCIA DEL ANALISIS DE EVALUACION .....	120
11	FLUJO DE CAJA PARA DOS PROYECTOS A Y B (HIPOTETICOS) .....	139
12	ILUSTRACION GRAFICA DE COMPARACION ENTRE LOS PROYECTOS A Y B .....	142
13	INGRESOS LIQUIDOS TRIENALES DE LA EXPLOTACION DE ESENCIA DE EUCALYPTUS CITRIODORA EN US\$ .....	151

---

14	ORDEN DE LOS PROYECTOS DE ACUERDO A LOS VALORES DEL BPE .....	153
15	REQUERIMIENTO DE PERSONAL ESPECIALIZADO.....	171
16	DISTRIBUCION DE LOS JORNALES POR ACTIVIDAD .....	172
17	INSTITUCIONES DE FORMACION PROFESIONAL.....	177
18	CONSUMO DE PAPEL (1990).....	179
19	COMERCIALIZACION MUNDIAL DE MADERA .....	179
20	PRECIO DE LA MADERA PARA PULPA A NIVEL MUNDIAL .....	180
21	SUPERFICIE DE LAS CONSTRUCCIONES .....	184
22	VARIABLES DENDROMETRICAS E INCREMENTO MEDIO ANUAL DE EUCALYPTUS SALIGNA A LOS 64 MESES DE EDAD .....	189
23	PORCENTAJE ESTRUCTURAL EN PARCELAS EXPERIMENTALES DE E. GRANDIS Y E. SALIGNA A LOS 6 AÑOS Y 2 MESES DE EDAD .....	190
24	TABLAS DE PRODUCCION - ATRIBUCION DEL GRUPO A .....	203
25	TABLAS DE PRODUCCION - ATRIBUCION DEL GRUPO B .....	204
26	TABLAS DE PRODUCCION - ATRIBUCION DEL GRUPO C .....	205
27	TABLAS DE PRODUCCION - ATRIBUCION DEL GRUPO D .....	206
28	TABLAS DE PRODUCCION - ATRIBUCION DEL GRUPO E .....	207
29	TABLAS DE PRODUCCION - ATRIBUCION DEL GRUPO F .....	208
30	TABLA DE INFRAESTRUCTURA.....	210
31	TABLA DE PREPARACION DEL SUELO .....	211
32	TABLA DE PROCEDIMIENTO DE PLANTACION.....	212

- 33 TABLA DE COSTO DE ADQUISICIONES
- 34 TABLA DE MANUTENCIONES ANUALES
- 35 TABLA DE EXPLOTACION
- 36 TABLA DE MANEJO DE BROTACIONES
- 37 INDICADORES ECONOMICOS PARA EUCALYPTUS SALIGNA EN EL ESPACIAMIENTO 2M X 2M PARA TRES TURNOS DE CORTE, TRES NIVELES DE FERTILIZACION Y TRES TASAS DE INTERES
- 38 INDICADORES ECONOMICOS PARA EUCALYPTUS SALIGNA EN EL ESPACIAMIENTO 3M X 2M PARA TRES TURNOS DE CORTE, TRES NIVELES DE FERTILIZACION Y TRES TASAS DE INTERES
- 39 INDICADORES ECONOMICOS PARA EUCALYPTUS GRANDIS EN EL ESPACIAMIENTO 2M X 2M PARA TRES TURNOS DE CORTE, TRES NIVELES DE FERTILIZACION Y TRES TASAS DE INTERES
- 40 INDICADORES ECONOMICOS PARA EUCALYPTUS GRANDIS EN EL ESPACIAMIENTO 3M X 2M PARA TRES TURNOS DE CORTE, TRES NIVELES DE FERTILIZACION Y TRES TASAS DE INTERES
- 41 RESUMEN DE LOS INDICADORES ECONOMICOS PARA LAS SITUACIONES OPTIMAS DE E. SALIGNA Y E. GRANDIS PARA LOS ESPACIAMIENTOS 2M X 2M Y 3M X 2M CON TURNOS DE CORTE DE 9 AÑOS Y TASA DE INTERES DE 9% ANUAL
- 42 VALOR ACTUAL Y CONTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES RUBROS DE COSTO EN LA FORMACION, MANEJO Y EXPLOTACION DE 1 HA DE E. GRANDIS.
- 43 VALOR ACTUAL Y COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DE INFRAESTRUCTURA
- 44 VALOR ACTUAL Y COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DE PREPARACION DEL SUELO



45	VALOR ACTUAL Y COMPOSICION PORCENTUAL DE COSTOS DEL PROCEDIMIENTO DE PLANTACION.....	240
46	VALOR ACTUAL Y COMPOSICION PORCENTUAL DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS DE ADQUISICIONES .....	240
47	VALOR ACTUAL Y DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DE MANUTENCIONES ANUALES .....	241
48	VALOR ACTUAL Y COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DE EXPLOTACION .....	241
49	VALOR ACTUAL Y COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DE MANEJO DE BROTAIONES.....	242

**Nº FIGURA**

1	PARTE DE UN PLANO DE PLANTACION .....	51
2	PLAN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL .....	70
3	DISPOSICION EN EL CAMPO DESPUES DEL CORTE EN UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO PARA MADERA CORTA .....	79
4	ESQUEMA DE UN FLUJO DE CAJA DE UN PROYECTO DE INVERSION EN PLANTACIONES INDUSTRIALES .....	114
5	REPRESENTACION GRAFICA DEL VA DEL PROYECTO B .....	126
6	DETERMINACION DE LA TASA INTERNA DE RETORNO .....	132
7	GRAFICO DEL VA - I MOSTRANDO LA OCURRENCIA DE LA TASA FISHERIANA .....	138
8	COMPARACION ENTRE LOS PROYECTOS A Y B .....	143
9	EQUIVALENCIA DE LOS CRITERIOS DE VA Y TIR .....	149
10	FLUJO DE CAJA DE COSTOS E INGRESOS POR HECTAREA PARA LA SITUACION OPTIMA .....	223
11	RELACION ENTRE TASA DE INTERES Y VALOR O INGRESO NETO .....	230
12	EFFECTOS DE LA TASA DE INTERES EN LA RAZON INGRESO-COSTO (I/C) .....	231
13	INFLUENCIA DEL TURNO DE CORTE EN LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) .....	232
14	EFFECTOS DE LA TASA DE INTERES EN LOS COSTOS DE PRODUCCION .....	234
15	EFFECTOS DEL TURNO DE CORTE EN LOS COSTOS DE PRODUCCION .....	235
16	INFLUENCIA DE LA EDAD DE CORTE EN EL VALOR ACTUAL .....	236
17	TURNO DE CORTE - TASA DE INTERES .....	237

## PRESENTACION

Bolivia ofrece un potencial significativo en cuanto a posibilidades de desarrollar e incorporar una importante dotación de recursos naturales renovables, especialmente forestales, al proceso de desarrollo económico y social considerando su capacidad de generar divisas y empleo, contribuir a la provisión de biomasa como fuente de energía y a la seguridad alimentaria, así como a crear nuevas industrias y a promover el turismo. Sin embargo, el sector forestal históricamente ha venido confrontando una serie de problemas y limitaciones de orden tecnológico, institucional, financiero y de recursos humanos que es necesario identificar en detalle para implementar los correctivos necesarios para su desarrollo.

El marco general en que se desenvuelve el sector se caracteriza por un grave desequilibrio: en la región altoandina del país con graves procesos de erosión, donde la población está fuertemente concentrada (aproximadamente el 70%), los recursos forestales son escasos o inexistentes, especialmente en el rubro leña. Por otra parte, la región de las llanuras tropicales de muy baja densidad poblacional, está dotada de abundantes y valiosos recursos naturales, en especial forestales, pero con la característica de estar sometidos a formas de explotación creciente, debido a la actividad colonizadora, la extracción de maderas y la actividad agropecuaria empresarial. Como consecuencia, la deforestación en el trópico boliviano significa el deterioro o destrucción de cerca de 200,000 ha anuales.

Frente a esta situación, las tasas de reforestación son insignificantes pues se estima una superficie plantada a nivel nacional entre 10.000 a 11.300 ha (1988).

El Gobierno de Bolivia conciente de la importancia del sector, elaboró el Plan de Acción Forestal en el que se considera la reforestación como una de las actividades prioritarias para el desarrollo forestal del país, igualmente plantea que para consolidar una meta significativa se requieren cubrir una serie de etapas de investigación y fomento.

Para cumplir con una de estas etapas, el Proyecto FAO - TCP/BOL/0051A - "Puesta en Marcha del Plan de Acción para del Desarrollo Forestal" programó un importante seminario sobre formulación y evaluación de proyectos forestales con el fin de iniciar un proceso de capacitación, que permita a los profesionales forestales disponer de sólidas bases en el campo de la formulación y evaluación técnica y económica de proyectos de reforestación.

El presente documento consigna las memorias del Curso/Taller que cubrió parte teórica, técnica-financiera así como un importante ejercicio para la formulación de un proyecto de reforestación de 5.000 has en el país.

Es nuestro deseo que esta publicación sirva de guía para la elaboración de proyectos de implantación de bosques así como de herramienta didáctica para la comunidad forestal del país.

Ton Oomen  
Representante  
de la FAO  
en Bolivia

Gerardo Lozano F.  
Asesor Técnico Principal  
Proyecto FAO  
TCP/BOL/0051A

Jaime Cardozo S.  
Director Nacional  
Centro de Desarrollo  
Forestal

## I. CURSO TALLER SOBRE FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS FORESTALES

### 1. ANTECEDENTES

Siguiendo las recomendaciones de la Mesa Redonda Internacional (1989) la FAO a través del Plan de Acción para el Desarrollo Forestal organizó la realización de un Seminario Teórico-Práctico a nivel nacional, con el título de Curso/Taller "Formulación y Evaluación de Proyectos Forestales", orientado exclusivamente a ingenieros y profesionales actuantes del sector forestal.

La reunión nacional de directores regionales del CDF, realizada en la ciudad de Trinidad del 28 al 31 de enero de 1991, definió que el Curso/Taller se llevaría a cabo en la ciudad de Sucre.

El Curso/Taller efectivamente se realizó en Sucre del 25 de febrero al 15 de marzo de 1991, en horario integral de 8 horas/día.

#### 1.1 Objetivos del Curso/Taller

El objetivo principal del Curso/Taller fué el de crear dentro del actual proceso de desarrollo forestal del país, bases técnicas para la implantación de bosques industriales.

En relación a los participantes, el objetivo fué mostrar una metodología clara sobre formulación y evaluación técnica-económica de proyectos de implantación de bosques industriales con la especie *Eucalyptus* sp. Consecuentemente el objetivo específico fue el de capacitar a los participantes en la formulación y evaluación de proyectos forestales a nivel de producción industrial.

#### 1.2 Alcances del Curso/Taller

Al finalizar el Curso/Taller los participantes obtuvieron suficientes conocimientos técnicos, que les permitirán formular y evaluar proyectos de implantación forestal.

El Curso/Taller contó con la dedicada participación de todos los profesionales

asistentes, llegando a su fin con una clara visión de formulación y evaluación de un proyecto de implantación forestal en la región de Santa Cruz.

### 1.3 Contenido Curricular

- Conceptos de reforestación	4 hrs.
- Función de la producción forestal	2 hrs.
- Factores de la producción	2 hrs.
- Costos de la producción forestal	4 hrs.
- Matemática financiera	8 hrs.
- Conceptos de proyectos	2 hrs.
- Criterios de evaluación de proyectos	8 hrs.
- Formulación del proyecto	8 hrs.
- Elaboración de un proyecto forestal	32 hrs.
- Evaluación del proyecto	24 hrs.
- Conclusiones	8 hrs.
<hr/>	
Total de horas	102

## 2. CONTENIDO PROGRAMATICO

Como fue indicado, el objetivo primario del Curso/Taller, fué el de capacitar a los participantes en la formulación y evaluación de proyectos forestales a nivel de producción industrial.

Para alcanzar el objetivo propuesto, se procedió a la disertación del siguiente programa analítico:

## 2.1. UTILIDAD DE LA REFORESTACION

- Producción de la madera.
- Producción de bienes intangibles.

### Madera

- para energía
- muebles
- construcciones: urbana y rural
- casas
- cercas
- tableros
- lápices - tintas - medicamentos
- pulpa
- papel

### Bienes Intangibles

- Efectos climáticos
- Barreras rompevientos
- Sombra para el hombre y el ganado
- Producción y distribución de agua
- Protección de la vida silvestre
- Protección del suelo
- Belleza escénica
- etc.

## 2.2. FUNCION DE LA PRODUCCION FORESTAL

### Finalidad de la madera

### Condiciones favorables

- mano de obra
- tierras
- clima

### Creación de empleos

### Desarrollo de otros sectores

- agricultura
- minería
- productos químicos
- comunicación
- administración pública
- construcción
- industria

### Dependencia de otros sectores

- textiles y cueros
- productos químicos
- petróleo
- minerales
- productos metálicos - maquinaria
- transporte
- servicios financieros

## 2.3. FACTORES DE PRODUCCION

- tierra
- mano de obra
- capital
- administración
- tecnología

## 2.4. COSTOS DE PRODUCCION

### Costos fijos

### Costos variables

### Costos por sectores

- implantación
- vivero



- manutención
- explotación

Costos por factores

## 2. 5. REVISION DE MATEMATICA FINANCIERA

### Interés

- capitalización
- descapitalización
- período de capitalización

### Formulas de cálculo

- valor único
- parcelas periódicas

### Resolución de ejercicios seleccionados

### Uso de la matemática financiera en evaluación de proyectos forestales

## 2. 6. CONCEPTOS DE PROYECTOS

### Proyecto de inversión

### Proyecto de financiamiento

### Características de los proyectos forestales

- tipo del producto
- área de uso
- localización
- plazo
- dependencia climática
- riesgos

## 2. 7. COEFICIENTES TECNICOS

- Concepto
- Dificultad de conseguirlos
- Experiencia por investigación

## 2. 8. CRITERIOS DE EVALUACION DE PROYECTOS

### Qué es un proyecto ?

### Qué se entiende por evaluar un proyecto ?

### Puntos de vista de la evaluación

- Técnico
- Económico
- Financiero
- Social
- Político

### Criterios que no consideran el valor del capital en el tiempo

- Tiempo de recuperación del capital
- Razón ingreso - costo
- Razón ingreso promedio - costo

### Criterios que consideran tasa de interés

- Valor actual
- Tasa de retorno
- Razón ingreso - costo
- Renta o costo anual equivalente

## 2. 9. FORMULACION DE PROYECTOS

### Condiciones macro

- objetivos del proyecto

- localización del proyecto
- insumos necesarios
- mercado del producto
- mercado de insumos
- tendencias
- cronograma de implantación
- estimación de costos e ingresos

Condiciones micro

- localización de construcciones
- localización de rodales y caminos
- topografía y mapeo
- especie
- insumos necesarios
- tratos culturales y manejo
- explotación

2. 10. ELABORACION Y EVALUACION DE UN PROYECTO DE 5.000 HAS.

- Formación de grupos de trabajo
- División de las tareas
- Presentación de resultados por grupo
- Análisis final
- Opinión de los participantes

2. 11. EVALUACION DEL CURSO

## II. EL PLAN DE ACCION PARA EL DESARROLLO FORESTAL DE BOLIVIA

El "Plan de Acción para el Desarrollo Forestal de Bolivia", se diseñó dentro del marco conceptual de PAFT, para ofrecer al país un mecanismo de planificación que permitiera incorporar desde una base técnica al sector forestal a la economía del país.

Los objetivos del Plan están orientados a proporcionar los elementos básicos que permitan la protección y aprovechamiento racional de los recursos forestales y así optimizar su contribución en el desarrollo económico y social del país, particularmente a través de la generación de empleo, el desarrollo industrial, la diversificación de exportaciones, la sustitución de importaciones, la rehabilitación de tierras erosionadas, el suministro de combustible como leña y carbón vegetal y la protección de los recursos agrícolas, genéticos, de fauna silvestre y obras de infraestructura particularmente hidráulica.

El Plan se formuló y ejecutó dentro del marco de un proyecto de asistencia que contó con el apoyo financiero del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y como agencia de ejecución la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: FAO y con la colaboración de los gobiernos de la República Federal de Alemania, Holanda, Suiza y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Como Organismo Nacional de Ejecución actuó el Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios a través del Centro de Desarrollo Forestal. Para hacer seguimiento del Plan la FAO ha implementado un proyecto de cooperación técnica que tiene como objetivo la puesta en marcha de las actividades y el fortalecimiento de la Unidad de Planificación del CDF.

El proceso de elaboración del Plan siguió una metodología de aproximaciones sucesivas que permitió contar en un tiempo relativamente corto con un documento guía que incluye líneas de política, estrategias y la identificación de proyectos en un catálogo de prioridades.

El proceso siendo dinámico, permitirá la introducción de ajustes en los planes y programas en la medida en que la realidad económica y social del país lo permita y las instituciones se adapten a un ritmo acelerado de desarrollo.

Con referencia a la evaluación del recurso se realizó una etapa de análisis para cada una de las siguientes áreas programáticas identificadas:

- Comercialización de productos.
- Silvicultura y manejo de bosques naturales y fomento agrolorestal.
- Aprovechamiento e industrias forestales.
- Reforestación y manejo de plantaciones.

- Manejo de áreas protegidas, fauna silvestre y recursos genéticos.
- Planificación del uso de la tierra y ordenación de cuencas hidrográficas.

De acuerdo al proceso de formulación del Plan de Acción, una vez conocido el estado actual del recurso, los principales problemas y limitantes identificados, la disponibilidad de recursos, la contribución potencial del sector forestal y las líneas de política, se identificaron 75 perfiles de proyectos que, agrupados como programas dentro de las líneas del Plan de Acción Forestal Tropical, conforman las actividades que se deben realizar o iniciar en un período de 5 años.

Los perfiles abarcan actividades en áreas de reforestación comunitaria, manejo de cuencas hidrográficas, desarrollo de modelos agroforestales, manejo de bosques, desarrollo industrial, conservación de ecosistemas y fortalecimiento institucional.

Los recursos financieros programados para el desarrollo del Plan a nivel nacional y para un período de 5 años ascienden aproximadamente a US\$ 111 millones de dólares, de los cuales US\$ 85' corresponderán a la contribución internacional y US\$ 26' al aporte nacional.

El Plan de Acción Forestal de Bolivia viene a cubrir un vacío para el desarrollo forestal del país, y permitirá iniciar una etapa en la que el manejo racional del recurso y su conservación, configurarán una estrategia de amplio impacto en la economía nacional. Se prevé que con la definición de programas y su implementación, se dará paso a la integración de la mujer en actividades forestales (viveros, reforestación comunitaria, leña y energía, etc.), la racionalización de las políticas sobre los impactos ambientales de las actividades de desarrollo y la iniciación de una etapa de orientación y estímulo a la iniciativa privada.

PLAN DE ACCION PARA EL DESARROLLO FORESTAL DE BOLIVIA  
1990 - 1995

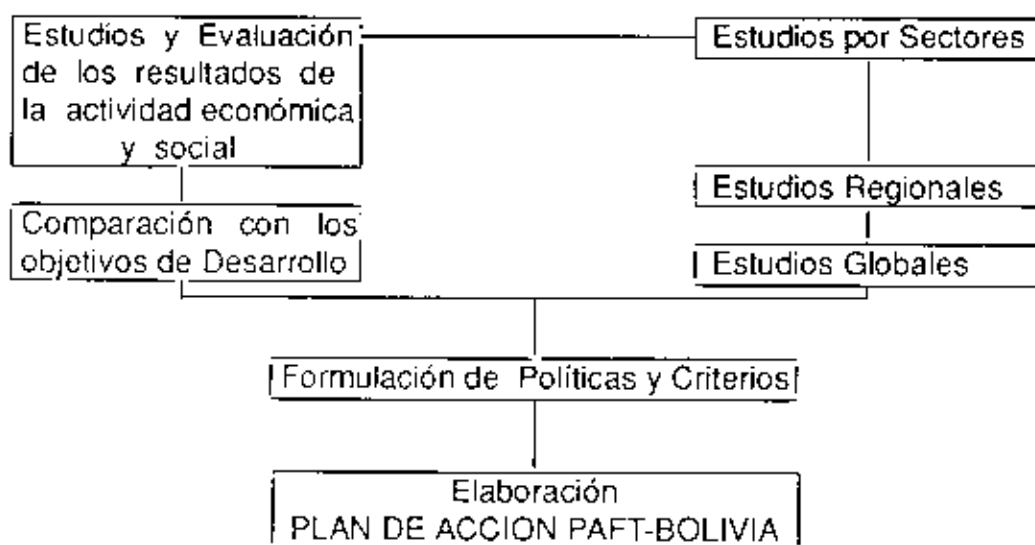
RECURSOS FINANCIEROS POR PROGRAMA  
(en us\$ 1.000's)

PROGRAMA	CONTRIB. INTNAL.	APORTE NAL.	TOTAL
1. La Actividad forestal en el uso de la tierra.	21,530	7,812	29,342
2. Desarrollo Industrial basado en los bosques.	27,364	7,713	35,077
3. Leña y Energía.	7,332	2,233	9,565
4. Conservación de ecosistemas forestales tropicales.	11,340	3,096	14,436
5. Instituciones.	17,476	5,514	22,990
<b>TOTAL</b>	<b>85,042</b>	<b>26,368</b>	<b>111,410</b>

Cooperación Técnica Internacional: US\$ 69,520

Inversión (Financiamiento externo): US\$ 15,522

EL PROCESO DE ELABORACION DEL PAFT-BOLIVIA



### III. UTILIDAD DE LA REFORESTACION

#### 1. GENERALIDADES

En las regiones andinas del país, la vegetación leñosa representa la principal fuente de energía en el consumo directo de ese material como leña.

El Plan de Acción para el Desarrollo Forestal de Bolivia, determina que la importancia de la biomasa como fuente de energía no recibe el debido reconocimiento en el país, no obstante que las cifras de consumo actual y perspectivas futuras, muestran claramente la significativa incidencia de este recurso en la economía de la población nacional y más específicamente la rural.

De acuerdo al estudio realizado por la OEA "Programa de Regionalización Energetica de Bolivia" (1985), el consumo de leña en el país representa el 37% del consumo total, contra el 41% de los hidrocarburos líquidos.

La leña conforma el 80,4% del total de las fuentes energéticas de origen vivo (400.000 m<sup>3</sup>/año) y siguiendo la política de mantenimiento del precio real de los hidrocarburos, se puede prever que el consumo de leña continuará en tendencia ascendente.

Referente al consumo de papel, en el país existen dos plantas (una en La Paz y la otra en Santa Cruz), procesadoras de papel higiénico. Todo el resto del papel y derivados del papel consumido en el país, es importado. Corresponde indicar, que las dos plantas de procesamiento de papel higiénico, utilizan como materia prima el propio desperdicio del papel importado.

La fabricación de chapas, tableros y productos acabados, está en función de especies nativas (bosque natural). La capacidad instalada en el país, para la producción anual de tableros se estima en 45.000 metros cúbicos. Actualmente cerca del 60% de esa capacidad es procesada.

Estas características muestran que el sector forestal del país, concentra sus actividades casi exclusivamente en función de los bosques tropicales naturales.

El proceso natural del desarrollo forestal, en casi todos los países tropicales, comenzó con la exportación de madera en troncos, siguiendo con mercados internacionales mas amplios en la comercialización de la madera aserrada de especies de alto valor económico, para continuar con la industria de productos acabados. Probablemente el sector forestal del país se encuentra actualmente ingresando en esta fase del proceso de desarrollo. Una vez que los productos acabados de exportación, consigan alcanzar su correspondiente valor agregado, se iniciará decididamente con la producción de materia prima forestal homogénea, originada en plantaciones forestales,

fundamentalmente para dar inicio a la producción de pasta de celulosa y su correspondiente transformación en papel. El nivel cultural de un pueblo, normalmente se mide, en las sociedades modernas, a través del consumo del papel per cápita, índice bastante desventajoso para nuestro país.

Se estima que en el país existen actualmente entre 10 y 12 mil hectáreas plantadas (2.200 ha en Santa Cruz).

Entre los resultados y recomendaciones de la "Mesa Redonda Internacional" (1989), se manifiesta que la reforestación industrial en Bolivia es considerada en el Plan de Acción para el Desarrollo Forestal, como una actividad que debe cubrir una serie de etapas para consolidar una meta significativa en el desarrollo forestal del país. Para llegar a este fin, primeramente será necesario generar los debidos conocimientos tecnológicos, referentes a toda la problemática de la implantación de áreas boscosas industriales.

## 2. CLASIFICACION DE LAS PLANTACIONES

Los bosques implantados en función del manejo de sus recursos, se los puede identificar como:

- plantaciones industriales
- plantaciones de protección, y
- plantaciones de recreación.

Evidentemente los bosques industriales podrán estar constituidos por una sola especie o bien por varias especies, dependiendo de su finalidad.

Plantaciones industriales serán aquellas que suministren en forma continua, materia prima para el abastecimiento de empresas forestales.

Plantaciones de protección son los bosques destinados a mantener o mejorar ciertos ecosistemas susceptibles de agotamiento de sus recursos. Caso específico se podrá citar la rehabilitación de cuencas hidrográficas.

Plantaciones de recreación serán aquellas instaladas en centros urbanos que tienen mas un fin social y estético que económico.

## 3. PRODUCCION MADERABLE

Es preciso hacer notar, que el rendimiento de las plantaciones industriales de especies seleccionadas, puede ser varias veces superior, al de las especies nativas de bosques tropicales, que presentan un lento crecimiento. Estas plantaciones industriales,



presentan como principal ventaja, el suministro de un producto uniforme y homogéneo, en cuanto a su tamaño y propiedades intrínsecas.

La posibilidad de planear de antemano la ubicación de las plantaciones en lugares accesibles y suelos aptos, ofrece oportunidades para reducir sus costos de explotación futura. Estos costos pueden ser varias veces superiores, que los costos totales de establecimiento y manutención de las plantaciones, hasta el tiempo del corte final.

En Sudamérica probablemente existen más de 12 millones de hectáreas de bosques artificiales. Dos terceras partes corresponden a plantaciones con especies frondosas y el resto con coníferas. Aproximadamente el 70% de estas plantaciones se encuentran en el Brasil y Chile.

A pesar de que la mayoría de estas plantaciones industriales han sido establecidas en los últimos treinta años, ellas contribuyen significativamente en la producción industrial de esos países.

Probablemente como consecuencia de la problemática explotación maderera de los bosques naturales, que presentan una gran diversidad de especies en áreas relativamente pequeñas y costos elevados de explotación, tanto Chile como el Brasil, desarrollaron en forma paralela el sector forestal y la industria de pasta de celulosa. El desarrollo del sector forestal en forma integral, se debe a la necesidad de abastecimiento de materia prima homogénea, en forma continua.

Sin embargo, antes de emprender un programa amplio de plantaciones forestales, se hace necesario que el gobierno examine las políticas y programas sectoriales de desarrollo, a fin de integrar la naciente industria originada por las plantaciones, al plan general de desarrollo industrial del país.

Lamentablemente corresponde indicar que en las estrategias de desarrollo económico de Bolivia, para el período 1990 - 2000, no fueron incluidos proyectos forestales industriales, posiblemente por la poca experiencia actual del sector.

Será necesario acompañar a los proyectos de implantación de bosques, la correspondiente investigación, con el fin de ajustar al progreso de los mismos, los conocimientos adquiridos. Además será necesario que el gobierno y empresas de reforestación, se libren de las preocupaciones sobre el derecho de uso del suelo, por lo menos por el período necesario de una rotación comercial.

#### 4. PECULIARIDADES DE LAS PLANTACIONES

Si bien las plantaciones forestales, ofrecen la ventaja de producir materia prima homogénea, también requieren elevadas inversiones de capital, en los siguientes rubros:

- preparación del terreno,
- alta tecnología de establecimiento de la plantación,
- cuidados especiales de manutención,

Por otra parte, las plantaciones industriales están sujetas a serios ataques de insectos y enfermedades y pueden sufrir daños extensivos causados por incendios y vientos fuertes. No obstante estos factores, adversos en sí, pueden ser superables.

La producción de plántulas, normalmente realizada en viveros propios, se considera como uno de los factores de éxito o fracaso de la plantación. En el país ya se cuenta con alguna experiencia en semilla, especialmente de las principales especies introducidas.

La selección de especies también ofrece serios problemas, debido a la falta del conocimiento silvicultural de las mismas.

Existirá naturalmente un enorme número de factores que influenciarán en el establecimiento de las plantaciones, algunos susceptibles de manejo y control y otros de influencia externa.

La pendiente del terreno podrá restringir los métodos mecánicos y dar preferencia al empleo de operaciones manuales y así cada área de plantación, tendrá sus características propias de ejecución de las diversas actividades que componen el establecimiento del bosque implantado.

Posiblemente el factor más peligroso para las plantaciones industriales, sea el riesgo de los incendios forestales. Aparte de las reducciones en la incidencia de fuegos que pueden resultar de una campaña efectiva de educación a nivel rural, es posible que la clave de la lucha contra los incendios radique en la planificación de la distribución de las cuadras de plantación y en la velocidad del ataque inicial cuando se produce el incendio. El costo de mantener un sistema de vigilancia y mecanismos de transporte rápido al sitio de la conflagración, aumentará considerablemente el costo de manutención de las plantaciones. En consecuencia, toda formación de plantaciones industriales deberá determinar el índice aceptable de pérdidas, por factores bióticos y abióticos.

Parecerá dudoso que los bosques implantados por sí solos, puedan tomar un importante papel en la producción del volumen de madera requerido para hacer frente a la creciente demanda. Probablemente y en casos muy específicos, su producción maderera será limitada a mínimos rendimientos por hectárea, pero podrán tener gran valor en el abastecimiento de agua en cantidad y calidad, en la protección de los suelos y en servicios de recreación.

Pasada una primera experiencia en la implantación de bosques industriales, la tendencia será de utilizar esas masas boscosas en uso integral, de tal forma que deberá

existir posibilidades industriales de trabajar con el tronco principal, los punteros y la parte aérea (copa, ramas, hojas y frutos).

En condiciones normales y sin aplicación de mucha tecnología, existe un desperdicio del 50% del árbol, vale decir que económicamente entre el 30 y 40% será realmente utilizado. Los residuos forestales resultantes de la explotación comercial de la madera ofrecen condiciones de comercialización secundaria.

Las plantaciones industriales podrán crear condiciones de implementación de una industria derivada de su producto principal.

Indefectiblemente el papel de las plantaciones industriales formarán base sólida para el desarrollo del sector, fundamentalmente como fuente de suministro de grandes volúmenes de madera.

La prioridad de la investigación forestal para la implantación de macizos boscosos homogéneos deberá estar concentrada en la selección de especies de rápido crecimiento, dentro de un marco de la política forestal coordinada con planes de desarrollo regional e industrial.

La implantación de bosques industriales requerirá de programas sólidos de gobierno a fin de crear una tradición en reforestación. El sector privado e industrial seguramente tendrá un aporte decisivo en la mantención de estos bosques.

La localización de las plantaciones requieren por tanto de condicionantes del desarrollo macro-económico del país. El éxito de una plantación industrial, además de contar con respaldo nacional, tendrá necesariamente que considerar el conocimiento detallado a nivel de micro-región en todos sus componentes: ecológicos, ambientales, sociales, económicos, etc.

Dentro del principio de objetividad que rige el estudio de la localización de las plantaciones, se establece como principio básico el análisis de los factores ecológicos y de infraestructura, condicionantes económicos limitantes y conocimiento silvicultural de las especies.

## 5. PROGRAMA NACIONAL DE REFORESTACION

Debido a la crisis energética mundial, muchos países del mundo, se vieron en la necesidad de utilizar la madera como fuente productora de energía (leña), lo que determinó un aprovechamiento irracional de sus bosques naturales.

Para evitar la desbastación total de esa flora nativa, gobiernos de varios países, promovieron decretos y leyes para incentivar la implantación de especies de rápido

crecimiento, con el objeto de utilizarlas en la producción de madera como recursos energéticos (leña y carbón) y eventualmente para pulpa y papel.

Estas políticas tuvieron entre sus objetivos, disminuir el ritmo de las explotaciones de los bosques nativos, mediante la reforestación con especies de rápido crecimiento.

La necesidad de tener un programa nacional de reforestación se hace imprescindible para el desarrollo armónico de todo el sector forestal.

Para la implantación de bosques industriales, es preciso efectuar una adecuada selección de regiones aptas para actividades adecuadas de reforestación, tomando como base el Mapa Ecológico de Bolivia. Sin embargo, es imprescindible el conocimiento específico sobre:

- geología
- geomorfología, sobre todo relieve,
- clima,
- suelos,
- vegetación natural, y
- aspectos socio- económicos

de cada una de las regiones escogidas.

La interrelación entre los factores indicados y el comportamiento de la especie plantada, traerá consigo el éxito o fracaso de la plantación, tanto en el sentido ecológico y silvicultural, como económico.

En relación a los aspectos socio - económicos de relevancia para la selección de áreas promisoras a las actividades de reforestación, se debe destacar la distribución del hombre en el espacio de la región, la infraestructura económica y la estructura agraria. Observaciones especiales en la infraestructura se debe dar a la red vial y energía eléctrica. Características demográficas incidirán en la mano de obra a ser utilizada y posibles mercados de consumo. En la estructura agraria se debe dar prioridad al uso actual del suelo y la tenencia de la tierra (estructura fundiaria).

El análisis de los elementos naturales y humanos del espacio escogido, revelará decididamente los factores limitantes y de éxito de las diversas actividades de la reforestación industrial.

La región de Santa Cruz de la Sierra parece presentar las características deseadas para la implantación de bosques industriales de Eucalyptus. De acuerdo con sus índices de lluvias (cantidad y distribución), radiación solar y características de suelos, la región se presenta potencialmente apta a las actividades de reforestación.

Es posible que otorgando incentivos de crédito fiscal, dadas las favorables condiciones ecológicas de Santa Cruz, empresarios forestales podrían iniciar plantaciones de especies de rápido crecimiento, que se estima podrían cubrir inicialmente una superficie de 10.000 hectáreas, hecho que representaría una radical transformación del aprovechamiento del recurso forestal implantado y constituirá una importante contribución al desarrollo industrial del sector forestal boliviano. Por sus efectos multiplicadores, estas plantaciones generarían importantes beneficios para la economía nacional en su conjunto.

A partir de esa actividad se podrá comenzar indefectiblemente la realización de trabajos de investigación, tendientes a determinar las condiciones necesarias del suelo para efectuar óptimas plantaciones y decidir la conveniencia de utilizar fertilizantes en suelos pobres (tipo y dosis adecuadas), especificando espaciamientos racionales, para producir madera de mejor calidad de acuerdo al producto final.

Cuando las distintas empresas realicen estudios de implantación, cada una lo hará según criterios propios, clasificando y agrupando las operaciones para el cálculo de costos de formas diferentes. Es por eso, que en este momento resulta difícil proporcionar datos que sean comparables en un análisis económico.

## 6. CONDICIONANTES ECONOMICOS

Como en la región de Santa Cruz, donde se pretende establecer una plantación inicial de 5.000 ha, no existe ninguna experiencia en las actividades de reforestación, se deberá recurrir a algunos procedimientos poco recomendables por la inseguridad del éxito. En el afán de obtener alguna información válida se podrá proceder al reconocimiento y experiencia de algún trabajo o actividad relacionada al proyecto, como parámetros iniciales de información.

En el procedimiento de establecer plantaciones industriales, nuestra función será la de escoger las mejores opciones posibles de localización, desde el punto de vista técnico - económico - social.

El establecimiento de plantaciones industriales seguirá las mismas leyes de la economía de mercado, pero con ciertas características peculiares y diferenciadoras de otros rubros de la economía nacional, que exigen de una óptica particular.

Tómese en cuenta que las plantaciones tendrán una producción a largo plazo, que la mayor parte del material leñoso es simultáneamente capital generador y producto, como también el hecho de que muchos valores de la actividad de la reforestación no son medidos en el análisis de mercado. Otra característica es que la renta del volumen maderero en pie no sufre alteraciones sensibles, como consecuencia de la variación de los factores trabajo/capital, ni de los factores de la naturaleza e insumos utilizados en la plantación (fertilizantes, prevención fitosanitaria, etc.).

Para la obtención de ingresos líquidos en el momento de la explotación de los bosques implantados, se hacen necesarias informaciones sobre los rendimientos maderables en los varios cortes, precio del estéreo o metro cúbico de los costos de explotación y finalmente del precio de la madera en la época del corte final.

## **IV. EXPERIENCIA DE REFORESTACION EN BOLIVIA**

Desde hace aproximadamente 20 - 30 años, se hicieron en el país algunos intentos de establecimiento de plantaciones industriales. Todas esas plantaciones no siguieron una planificación a largo plazo y quedaron esos bosques restringidos a áreas muy pequeñas y actualmente en estado de abandono. Probablemente los bosques formados en el Parque Tunari de Cochabamba y las plantaciones localizadas en los alrededores de la ciudad de La Paz, formen los mayores complejos de plantaciones, siendo estos más de protección que de producción.

Con la creación del Programa de Plantaciones Forestales en 1976, auspiciado por la Cámara Nacional Forestal (aporte voluntario del 50% del derecho de monte), se establecieron fundamentalmente viveros para la producción de plantas y se intentó definir áreas de plantación.

La capacidad actual en Santa Cruz de producir plantas para la actividad de reforestación sobrepasa las 2.600.000 unidades/año. El consumo real no sobrepasa las 700.000 plantas/año.

### **1. SUPERFICIE PLANTADA**

Aún no existen datos oficiales fidedignos sobre la superficie reforestada en el país. Muchas de las áreas reforestadas cubren superficies menores a 1 hectárea y muy dispersas entre sí. Otras fueron plantadas en convenio con comunidades rurales y no siempre concentradas en bloques de plantación.

Se estima que en Santa Cruz existe una superficie plantada de aproximadamente 2.200 ha. De cualquier forma no se podrá considerar las áreas plantadas en el país como plantaciones industriales, debido a las características antes mencionadas.

El proceso de plantaciones forestales en el país está estrechamente relacionado con el régimen de tenencia de la tierra (Ley de Reforma Agraria de 1953). El estado en sí es dueño del suelo forestal natural y el suelo de esos bosques podrá ser privado.

Para establecer un programa de plantaciones forestales industriales se hace imprescindible que previamente se defina clara y jurídicamente el derecho al uso del suelo y del bosque implantado. Se entiende que estaremos hablando de superficies continuas y mayores a las 5.000 has.

En cuanto al volumen de madera para mantener una industria de productos forestales, se puede considerar las siguientes cifras como indicadores:

Cuadro 1. Producción volumétrica necesaria para abastecer complejos industriales.

aserradero de tamaño económico .....	10.000	m <sup>3</sup> /año
planta de madera terciada .....	20.000	m <sup>3</sup> /año
planta de pulpa mecánica .....	100.000	m <sup>3</sup> /año
planta de pulpa semi-química .....	230.000	m <sup>3</sup> /año
fábrica de pulpa química .....	400.000	m <sup>3</sup> /año

Por supuesto, la necesidad real de materia prima dependerá del tamaño económico del complejo industrial, pero raramente se podrá producir un producto de buena calidad y uniforme, en una industria de escala menor a lo señalado en el Cuadro 1.

Para conseguir establecer complejos industriales madereros, se hará necesario que las áreas de plantaciones industriales crezcan en superficie para conseguir a largo plazo, la diversificación de la industria maderera y la utilización integral de los recursos de los bosques industriales.

## 2. SELECCION DE ESPECIES

En el país no existen estudios consistentes que permitan la recomendación de especies para cada una de las regiones bio-climáticas existentes, motivo por el cual se tendrá que hacer una primera aproximación de especies para su introducción exitosa a través de una cuidadosa revisión detallada de la literatura y posibles informaciones de otras regiones (Brasil, Africa, Oceanía), con características ecológicas semejantes a la región bio-climática, donde se establecerán las plantaciones.

En esas condiciones no existe "la mejor especie", el riesgo de éxito probablemente sea bastante menor al del propio fracaso. Un futuro estudio sobre esta problemática podrá ofrecer una primera lista tentativa de adaptación de especies. Normalmente especies exóticas de rápido crecimiento tienen mayor probabilidad de ser promisoras a la reforestación industrial. Especies nativas seguramente precisarán un mayor tiempo de crecimiento.

En relación a los aspectos socio - económicos de relevancia para la selección de áreas promisoras a las actividades de reforestación, se debe destacar la distribución del hombre en el espacio de la región, la infraestructura económica y la estructura agraria. Observaciones especiales en la infraestructura se debe dar a la red vial y energía eléctrica. Características demográficas incidirán en la mano de obra a ser utilizada y posibles mercados de consumo. En la estructura agraria se debe dar prioridad al uso actual del suelo y la tenencia de la tierra (estructura fundiaria).



El análisis de los elementos naturales y humanos del espacio escogido, revelará decididamente los factores limitantes y de éxito de las diversas actividades de la reforestación industrial.

En el Altiplano la experiencia muestra que el *Eucalyptus globulus*, *Cupressus macrocarpa* y *Populus alba*, presentan comportamientos satisfactorios de adaptabilidad al medio. Cifras sobre incrementos volumétricos aún son desconocidos. En términos generales un *Eucalyptus globulus* plantado en condiciones ambientales favorables en esa región, consigue alcanzar 25-35 cm de DAP en 15-18 años.

En el Parque Tunari en Cochabamba se pueden observar crecimientos satisfactorios de varias de las especies plantadas, destacándose el *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

En Santa Cruz se observa especies como *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus robusta*, *Pinus oocarpa*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y *Gmelina arborea*, en excelentes condiciones de adaptabilidad y promisoría producción maderable.

Un estudio preliminar basado estrictamente en la literatura, podrá seleccionar en primera aproximación para cada región bio-climática del país, una lista relativamente grande de especies aptas a su introducción. De estas especies se tendrá que hacer un check-up con la vegetación existente. Se puede observar en muchos parques, plazas y jardines residenciales, especies introducidas (de origen totalmente desconocido) que podrán servir de parámetros iniciales de selección. La experiencia en esta área de los países vecinos también podrá servir de orientación.

### 3. PRODUCCIÓN DE PLANTAS

En el país ya existe una cantidad razonable de viveros forestales permanentes. Consecuentemente se puede asegurar que ya existe experiencia y conocimiento suficiente en la formación y mantenimiento de viveros. No obstante se advierten algunos aspectos que precisan ser corregidos:

- excesivo personal en relación a la producción neta,
- deficiente manejo de semilla (las pérdidas de plantulas en almácigos sobrepasa el 50%),
- mejoramiento del sistema de germinación y repicaje (el uso de envases de polietileno es muy común y casi no existe experiencia de trabajar con plantas a raíz desnuda),
- reacondicionamiento de las laenas en función de la salida de las plantulas del vivero (es normal ver que muchas plantas son vendidas hasta con 50 cm de altura y en diversas épocas del año),
- el costo de producción aún es muy alto (varia de US\$ 0.2 a US\$ 0,45/unidad).

Existiendo un programa de implantación de bosques industriales, se tendrá necesidad de adecuar la experiencia de los viveros permanentes en viveros temporales (aquellos

que van acompañando el proceso de plantación en el campo). Esta característica requerirá contar con personal especializado en el manejo de plántulas. Como referencia, estos viveros deberán producir plántulas a un 50 - 60% del valor de los viveros permanentes.

#### 4. PROCESO DE PLANTACION

La experiencia que existe en el país se restringe a áreas muy pequeñas de plantación (1 - 2 ha), que posiblemente fueron realizadas, casi en su totalidad, en forma manual.

El establecimiento de plantaciones industriales requiere de apoyo logístico bastante grande y complicado.

En la preparación del terreno será necesario contar con equipos motorizados, tractores Caterpillar (normalmente serán D6), para las actividades de desmonte y limpieza del área, apertura de caminos y estructuración o restructuración de las vías de acceso. Tómese en cuenta que habrá necesidad del uso de camiones para el traslado de las plántulas del vivero a la plantación y posteriormente en la época del corte de la madera, para su correspondiente transporte.

En la preparación del suelo se requerirán tractores agrícolas con sus implementos específicos. Es de suponer que el personal que realizará actividades de surcamiento del suelo, hoyadura y limpiezas de deshierbe no cuenta con la experiencia necesaria en este rubro, lo que disminuirá notablemente los rendimientos diarios/ha. Se hace necesario que en la planificación del establecimiento de las plantaciones se asuma inicialmente tiempos excesivos de trabajo (incidiendo naturalmente en el costo final). La experiencia de otros países (Chile, Brasil), muestra que en un tiempo relativamente corto (después de las 2.000 - 3.000 has), el personal involucrado adquiere suficiente experiencia.

En relación al personal que efectúa la plantación, también será necesario de cierto adiestramiento y control permanente. El replantio no deberá sobrepasar del 20% (Brasil y Chile trabajan con pérdidas de plantación entre 10 - 15%).

Equipos técnicos como el de topografía también serán necesarios. Y pensando ya en el corte de la madera, existirá necesidad de contar con personal especializado en explotación y transporte de la madera.

Resumidamente se observa que serán varias centenas de operarios (choferes, tractoristas, auxiliares, plantadores, viveristas y otros), que participarán en forma directa en las diversas actividades. Esta situación se debe prever en la planificación global del proyecto, a fin de lograr el éxito esperado en la implantación de bosques industriales. Corresponde indicar que los parámetros descritos se refieren únicamente a un proyecto

de algunas centenas o millares de hectáreas.

Costos de establecimiento de plantación en Santa Cruz fueron estimados entre 350 - 600 US\$/ha, sin incluir el costo de las plántulas. En principio parece ser un costo alto. Supóngase que se quiera reforestar 5.000 ha, el costo total por ha probablemente deberá ser mas bajo para ser considerado economicamente factible.

## 5. MANEJO DE PLANTACIONES

Debido a la inexistencia de plantaciones industriales, es natural que en el país no exista esta experiencia.

Para que una plantación industrial adquiera el éxito que le corresponde (producir la cantidad estimada en m<sup>3</sup>/ha), se hacen imprescindibles acciones de manejo silvicultural, de prevención fitosanitaria y explotaciones intermedias.

Entre las principales acciones silviculturales estarán:

- la replantación aún en época de las lluvias, máximo 1 mes después del plantío,
  - los deshierbes (dos a tres, dependiendo de la región y comportamiento de la vegetación natural retirada), hasta que las plantas adquieran un tamaño suficiente y dejen de tener la concurrencia de las hierbas, vale decir alcanzar alturas superiores a éstas,
  - las limpiezas de pre-corte que podrán ser los propios desbastes. Estos cortes intermedios variarán en función de la densidad inicial de plantío y el producto final (leña, tablas, postes, etc.). La época de los desbastes estará en función del incremento de crecimiento de la especie y la duración de la rotación comercial. En términos teóricos se pueden estimar dos desbastes aproximadamente a los 7 y 14 años para Pinus y a los 6 y 12 años para Eucalyptus,
- combate a hormigas, principalmente en los primeros meses del establecimiento de la plantación. Se deberá mantener constante control inclusive cuando las plantas adquieren el formato final del árbol, y
- prevención fitosanitaria y contra incendios forestales.

Cada región y cada especie por supuesto tendrá características peculiares en los tratos silviculturales. De cualquier forma, se hace indispensable que en el planeamiento global de las plantaciones, se establezcan de antemano el régimen de manejo a que estarán sometidas y los probables beneficios que podrán ofrecer dichas plantaciones.

Se recomienda que exista durante todo el transcurso de la plantación, desde la preparación del suelo hasta el corte final del producto, un acompañamiento técnico - científico, vale decir tener en archivos y registros los rendimientos correspondientes por actividad y datos dendrométricos sistemáticamente colectados, a fin de organizar y dar a conocimiento la experiencia recogida sobre las actividades de reforestación. La propia experiencia de las diferentes actividades que conforman el proceso de reforestación, permitirá la especialización del personal involucrado y la complementación en la diversidad de las actividades inherentes.

## 6. CONCLUSIONES

Las actividades de establecimiento de bosques industriales permitirán crear nuevos horizontes de trabajo especializado en el sector forestal.

El producto de las plantaciones permitirá concentrar polos industriales en el sector de maderas y diversificar los productos de estas plantaciones.

La ocupación de gran cantidad de personas en las diversas actividades permitirá elevar el ingreso de la población rural y especializar profesiones y oficios.

La manutención sostenida de los bosques industriales permitirá su armonización con el medio ambiente.

La no realización de proyectos de implantación de bosques industriales significará:

- que el país por mucho tiempo continuará siendo importador de productos forestales terminados, caso específico del papel.
- que las actividades de extracción de maderas nobles para exportación continuarán amenazando la extinción de esos recursos y depredación de los bosques naturales,
- que las poblaciones rurales continuarán en el éxodo de la colonización desorganizada,
- que el sector forestal continuará teniendo serias dificultades para su fortalecimiento,
- que la polémica ecológica - conservacionista continuará separada de las acciones forestales oficiales.

## V. ESTADO DE LA REFORESTACION EN BOLIVIA

Disertación presentada por el Ing. Philippe Vaneberg

### 1. A MODO DE INTRODUCCION

La finalidad de todo esfuerzo para valorizar o preservar la naturaleza debe ser el "Hombre", con miras a dejar a las generaciones futuras un potencial de sobrevivencia y crecimiento de la humanidad.

Así, todos los objetivos de programas de forestería deben incitar a emprender acciones que busquen la creación de bienes y servicios y mejoren las condiciones de vida de las clases más pobres de una sociedad dada.

El sector forestal contribuirá entonces al desarrollo comunal, regional y nacional; y para lograr insertar la actividad forestal en la economía de un país se requiere indefectiblemente propiciar análisis económicos y sociales, previa ejecución de tales proyectos, y no exclusivamente de rentabilidad comercial como lo exigían los programas de desarrollo forestal industrial en décadas pasadas. La ponderación social viene a jugar el papel más importante en este tipo de análisis.

El punto de partida del diseño de un programa de desarrollo forestal participativo, se sitúa en el diagnóstico de problemáticas ambientales, sociales y económicas que afectan las condiciones de vida de las minorías pobres, que son muchas veces las que deben vivir en ecosistemas frágiles poco productivos.

En Bolivia, si bien los valles y altiplano cubren solamente el 30% del territorio nacional, deben soportar en cambio el casi 80% de la población, y el 83% de la población rural, que actúa de una manera u otra sobre el medio-ambiente.

### 2. PROBLEMATICA SOCIO-AMBIENTAL DE BOLIVIA

#### 2.1 Degradación de cuencas hidrográficas en zona de montaña

Existe una fragilidad natural de los suelos, especialmente aquellos con pendientes fuertes, lo que propende a generar fenómenos importantes de erosión; sin embargo, esta propensión se ve agudizada por un impacto cada vez mayor del crecimiento demográfico sobre el ambiente:

- Mal uso de los suelos.
- Sobre-pastoreo.
- Desbosque y arranque de toda vegetación combustible.
- Utilización irracional del fuego para regenerar terrenos de pastoreo.

Son flagelos que poco a poco vienen a agudizar la degradación de las cuencas hidrográficas, reduciendo la productividad agrícola y pecuaria, causando daños directos a los cultivos por erosión hídrica o eólica y disminuyendo las superficies cultivables por inundaciones o por fenómenos de arenización (dunas en Santa Cruz). La mala utilización del espacio viene a perjudicar a la relación supuestamente complementaria campo-ciudad, y causa disturbios importantes en el ciclo del agua, conduciendo a escasez crónica.

## 2.2 Seguridad alimentaria precaria y bajos ingresos económicos en el área rural

Por los problemas ambientales causados por el impacto del crecimiento demográfico, la estabilidad y productividad del medio ambiente ya no están garantizados para las generaciones futuras. Los ingresos agrícolas se ven aún más afectados por una fragmentación de la propiedad agrícola, la utilización de una tecnología rudimentaria por el impedimento de poder acceder al crédito por parte del pequeño productor, por una aguda insuficiencia hídrica y una presencia casi inexistente de organismos estatales de asistencia al agricultor, aunque parcialmente reemplazados por ONGs. Tenemos además que lamentar una politización en el mal sentido de la palabra del área rural, deshaciendo el tejido social campesino y borrando la influencia de la organización natural dentro de la comunidad.

## 2.3 Problemas socio-económicos generados por déficit energético.

La crisis de la leña para combustible es un fenómeno endémico a la casi totalidad de los países en vías de desarrollo. La sierra boliviana no escapa a este problema, que no atinge únicamente al sector energético, si no que al mismo tiempo afecta a la agricultura por quemar bosta de ganado que bien podría servir de abono, a las condiciones de vida de la mujer campesina, a la salud y educación de los hijos, y finalmente al equilibrio ambiental en general.

En Bolivia, varios informes señalan consumos anuales de leña de entre 2,5 y 2,6 millones de toneladas, de las cuales dos terceras partes se consumen en los valles y altiplano.

Desperdiciar 1 a 2 días de la semana en la búsqueda de leña por la mujer campesina, usar la bosta de ganado en la cocción de alimentos, consagrar buena parte del presupuesto familiar en la compra de unos caballetes de leña o bajar al mercado con los burros cargados de leña para realizar el canje por mercancías, son realidades cotidianas del altiplano y de los valles de Bolivia. Buen número de enfermedades respiratorias y digestivas tienen su origen en la no posibilidad de cocinar los alimentos más que una vez al día, de hacer hervir el agua como se debiera, o de poder calentarse con una fogata las noches más frías del año.

Esas son entonces las tres categorías de problemas que afectan seriamente las condiciones de vida de buena parte de la población boliviana, hecho que de manera negativa influye sobre la economía en general y afecta cualquier estrategia de desarrollo.

### 3. OBJETIVOS Y FINALIDAD DE LA FORESTERIA EN BOLIVIA

Tomando en cuenta el análisis del párrafo anterior, podemos definir de acuerdo a cada región, las orientaciones de cualquier programa de forestería:

#### 3.1 El Altiplano

Si bien las realidades son bien distintas viajando del Altiplano Norte al Altiplano Sur, podemos decir que un programa de desarrollo forestal participativo debería buscar privilegiar la producción de energía, completar la producción de forraje para el ganado y mitigar los efectos de las inclemencias climáticas proporcionando un clima estable para la producción animal y vegetal. Programas de reforestación masiva serían muy difíciles de llevar a buen término, por lo que aconsejamos una reforestación de tipo familiar próxima a las casas, fomentando la instalación de cortinas rompe-viento, utilizando mayormente especies nativas o exóticas de rápido crecimiento resistentes a heladas, no son apetecidas por el ganado.

#### 3.2 Los Valles Interandinos

En zonas montañosas, se necesita priorizar una forestería de protección combinada con técnicas anti-erosivas de manejo del suelo y obras de corrección de torrentes. Todo concebido en una visión integral de manejo de cuencas.

Sin embargo, en buenos sitios, con pendientes aceptables y con buen acceso, se puede fomentar una forestería de producción comercial priorizando la generación de ingresos y la creación de fuentes alternativas de trabajo.

En zonas áridas y semi-áridas se buscará desarrollar sistemas agroforestales para completar los ingresos provenientes de la agricultura, para disminuir la dependencia de la ganadería depredadora de este frágil ecosistema, para constituir el potencial biológico de los suelos, limitar la evapotranspiración por técnicas destinadas a mejorar el balance hídrico e intensificar la producción de forraje en los terrenos con vocación de pastoreo.

#### 3.3 Los Llanos Orientales

En esta zona el sector forestal tiene otra dinámica: Los Llanos Orientales disponen aún de una gran riqueza forestal que podría contribuir en forma significativa a

la generación de divisas y empleos. Sin embargo, este recurso está siendo mal manejado: existe una deforestación de 200.000 Has al año por efecto de los procesos de colonización espontáneos, y un empobrecimiento cualitativo de los bosques por la actividad depredadora de la industria maderera.

En las políticas de expansión de la frontera agrícola se sigue considerando el bosque como un obstáculo, sin tomar en cuenta la capacidad de uso de las tierras que los sostienen.

En este contexto, la finalidad de programas forestales deben orientarse a desarrollar modelos de manejo y enriquecimiento del bosque remanente. En los Yungas, y Alto-Beni, Chapare, Cordillera y Vallegrande, privilegiar sistemas agroforestales para mantener una vegetación arbórea mínima para sostener la productividad del terreno, aprovechando la función de bombeo de elementos nutritivos de las raíces de los árboles. La región integrada de Santa Cruz se prestaría a implementar a nivel piloto plantaciones de vocación industrial, en los mejores sitios, buscando producir una gran cantidad de materia prima a un costo muy barato pudiendo así generar una nueva actividad industrial. Ello requeriría sin embargo de un minucioso análisis de mercado.

#### 4. UN PROGRAMA DE DESARROLLO FORESTAL PARTICIPATIVO

Muchas veces se ha creído que el componente principal de un programa forestal se constituía en los viveros y cuando se tenía resuelto el proceso de producción de plantas, el proyecto daba todas las garantías de éxito. Si bien este componente es interesante, las claves del éxito de un Programa de Desarrollo Forestal Participativo (P.D.F.P.) son más numerosas. Presentaremos a continuación una propuesta de sistematización de los componentes de un P.D.F.P.

##### - El Diagnóstico:

Una vez definida el área de influencia de un PDFP, se requiere inventariar los problemas y potencialidades a escala comunal o regional. Varios programas en Bolivia han desarrollado técnicas de sondeo rural rápido, adaptadas del Rapid Rural Appraisal, que pueden ser aplicadas en otras regiones. Es éste diagnóstico, que debe guiar a la selección de objetivos del PDFP.

##### - Los Objetivos del PDFP:

Los objetivos del PDFP que serán también los objetivos de cada plantación, deberán ser adecuados a cada situación socio-ambiental dada.

Antes de proceder a la selección de especies, es imprescindible definir claramente los productos que se quieren obtener de los árboles plantados, especificando al máximo sus características.



Estos objetivos orientarán líneas de actividades técnico-científicas y actividades socio-culturales que conducirán poco a poco a la consecución de esos objetivos.

#### 4.1 Actividades técnico-científicas

##### - La selección de especies

La selección de especies es para un proyecto forestal tan importante como elegir un cultivo en la producción agrícola. Desgraciadamente, existe aún gran desconocimiento de las especies que pueden ser utilizadas en plantaciones. Para poder responder a la demanda de un producto o de un efecto definido por los objetivos, se tiene que conocer las características botánicas de una especie, sus exigencias ecológicas, sus funciones y usos y su siviltura. El trabajo de selección se debe iniciar por la revisión bibliográfica, complementada por ensayos de introducción de especies en sus diferentes fases.

##### - Abastecimiento del material genético

Antes de proceder a la producción de plantas se requiere identificar la procedencia más adecuada de las especies elegidas y fuentes de semillas confiables. En caso de no poder disponer de manera segura y continua de semillas, se puede pensar en desarrollar a nivel regional, programas de mejora, incluyendo pruebas de procedencias, de progenies, antes de instalar huertos semilleros. Muchas veces, la no disponibilidad de semillas a un costo accesible ha sido la causa de fracaso de una actividad forestal en el área andina.

##### - Técnicas de vivero

Con la semilla de la especie seleccionada, se puede implementar el programa de producción de plantas, cuyas etapas son mejor conocidas en Bolivia. Sin embargo, se puede mejorar todavía el almacenamiento temporal de la semilla, las técnicas de almácigo y de repique que causan pérdidas económicas importantes, o influyen negativamente en la calidad de plántones obtenidos. Para las especies recién introducidas se necesita asentar los cronogramas de producción. En general, se descuida hacer un análisis de costos de producción, que es muy importante para mantener la inversión de un PDFP dentro de márgenes razonables.

##### - Selección de sitios

Cada especie tiene un ambiente donde puede generar un cierto tipo de productos. es decir que el sitio de plantación debe estar de acuerdo con el

objetivo otorgado a la plantación y a las especies elegidas para conseguir el objetivo. Para poder extraer madera comercial, se tiene que pensar desde la selección de sitio al acceso, a la calidad del sitio, a la distancia del mercado potencial y a los tipos de sistemas de aprovechamiento que se querrán utilizar.

- Técnica de plantación

La técnica de plantación implica las operaciones de marcación del terreno, de hoyación y de plantación propiamente dicha. El distanciamiento se establecerá en función del sitio (disponibilidad de agua, pendiente, etc.) de la especie, y del objetivo de plantación. El tipo de hoyo se regulará también en función del régimen hídrico del terreno.

- Manejo de bosques

El manejo implica todas las operaciones de poda y raleo destinadas a *mejorar el estado sanitario del bosque y concentrar el crecimiento biológico en los árboles de valor futuro*. Se procederá entonces únicamente en aquellos rodales donde se busca, parcial o totalmente, una producción comercial. No se justifica si el costo de la operación no puede ser cubierto por el beneficio valorado que esta va a generar. Para poder planificar idealmente un régimen de manejo, se necesita poder disponer de parámetros, como coeficiente de forma, o ecuaciones de volumen, de índice de sitio o de tablas de producción. Se requiere de muchos recursos humanos y financieros para obtener esta información valiosa.

*Respetando las diferentes etapas mencionadas arriba, se llegará a la creación de bosques útiles. Toda la información técnica generada a lo largo de este proceso productivo, podrá ventajosamente ser sistematizada y almacenada en una base de datos de recursos arbóreos. El levantamiento de costos de todas esas actividades vendrán a nutrir un análisis financiero de un PDPF.*

#### 4.2 Actividades socio-culturales

- Organización y concientización campesina

Toda la parte andina del país tiene dueño. Para poder llevar a cabo una acción de envergadura a la altura del problema planteado, se necesita imperativamente implicar masivamente a la población rural en esos programas, lo que requiere estrategias imaginadas y convalidadas de organización y concientización campesina, que se traduce en contenidos de

promoción transmitidos a agentes extensionistas preparados. La elaboración de un material didáctico de apoyo viene a reforzar las campañas continuas de promoción. Para reforzar el contexto social dentro de una comunidad, crear efectos de sinergias para aprovechar mejor otras "ingerencias", y para preparar anticipadamente la organización de la producción, se tiene que emprender actividades de fortalecimiento de la organización de la comunidad. Y para preparar los actores forestales de mañana, idealmente se tendría que acompañar un PDFP con actividades de educación forestal.

- Ordenamiento del espacio comunal

La actividad forestal tiene que insertarse en los actuales patrones de producción en los diferentes pisos ecológicos; optimizar el uso del suelo para garantizar una producción sostenida a largo plazo es el objetivo principal del ordenamiento rural. Es apoyar al agricultor en ubicar la mejor forma de producción en un lugar dado, tratando de buscar la complementariedad entre todas. Para un PDFP eso se puede traducir en acciones de conservación de suelos y de agroforestería.

El conjunto de actividades sociales y educativas descritas en los párrafos anteriores, buscarán una apropiación campesina de la actividad forestal, situación que será la mejor garantía de sostenibilidad de los efectos de un PDFP en el futuro.

Las actividades de aproximación al campesino, para que el se apropie del programa, viene a sistematizarse en una metodología de extensión.

La apropiación campesina del concepto de PDFP, que nos garantiza actores responsables, y bosques útiles que constituyen un potencial de desarrollo importante, deben encontrarse y convulsionarse en un Plan de Manejo de los Recursos Forestales Comunales, que contenga todas las directrices de la óptima utilización y reposición del recurso bosque en bien del desarrollo comunal, regional o nacional.

Si existe este Plan de Manejo, amparando la utilidad del recurso forestal creado, y si los propietarios han tomado para sí el concepto forestal, como una alternativa de recursos suplementarios, hace falta llenar las siguientes condiciones para conseguir los objetivos del programa:

- Se tiene que disponer de una buena infraestructura de acceso para poder evacuar los productos
- Se tiene que tener seguridad en las técnicas de aprovechamiento en bosques demontaña.

- Debe haberse establecido una tecnología de transformación y comercialización de los productos.
- Los productores de madera deben estar adecuadamente organizados, y tener una buena capacitación en gestión de un recurso renovable, como es el forestal.

Si todas estas condiciones se cumplen, el PDFP con toda seguridad podrá producir:

- Madera de uso comercial
- Madera de uso doméstico

y generar efectos socio-ambientales deseados, de forma tal que el objetivo del programa sea alcanzado.

## 5. CONCLUSIONES

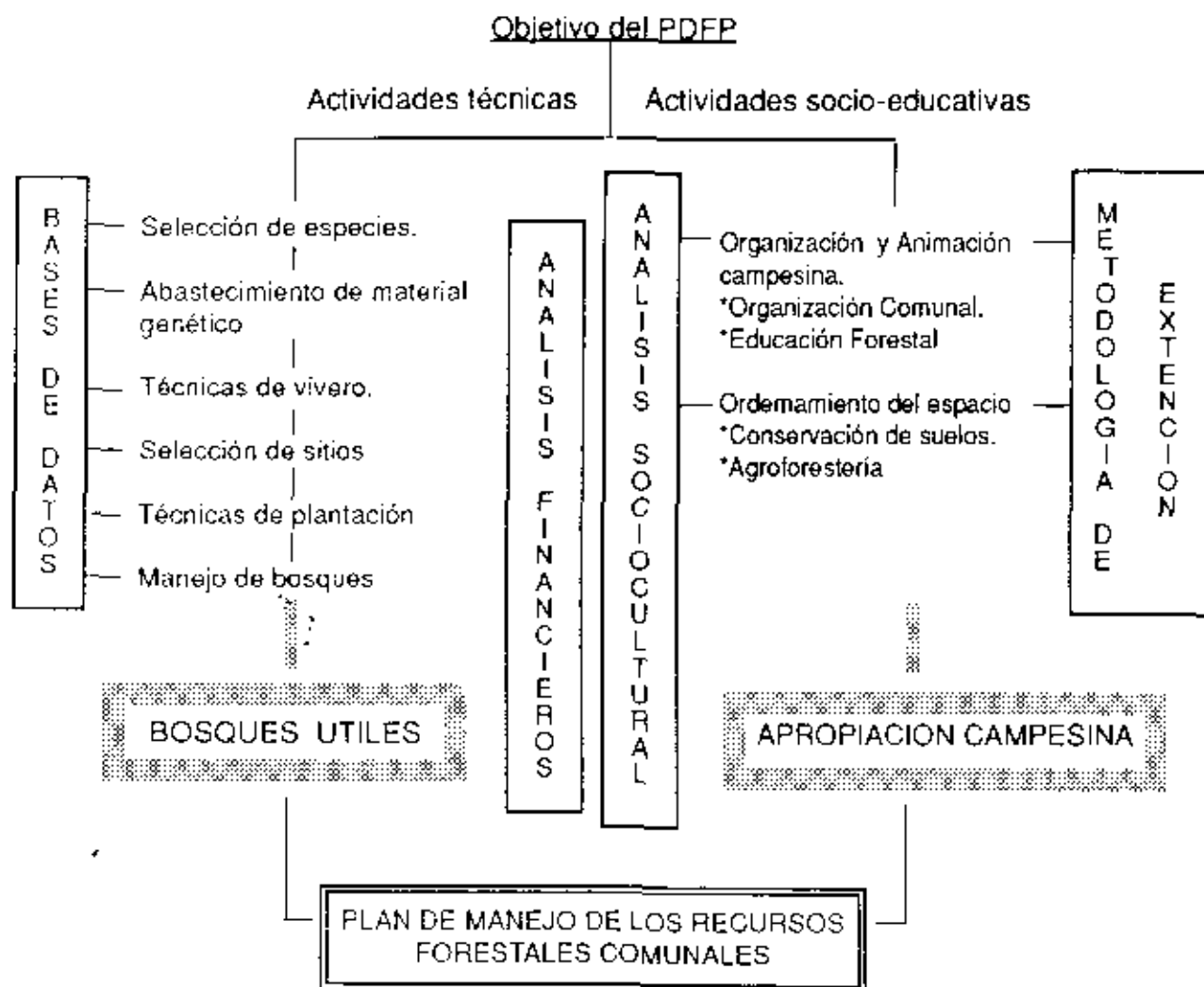
Cualquiera sea el objetivo de un programa forestal, este debe ser evaluado por un análisis económico con alta ponderación social y debe expresarse en objetivos específicos, en metas, y en restricciones.

Cualquier programa, para poder tener una posibilidad de éxito a mediano o largo plazo, siempre debe compatibilizarse con estrategias de desarrollo a nivel regional o nacional.

Para poder multiplicar sus acciones, a la escala que conviene a todo programa de desarrollo forestal participativo, deberá buscar una eficiencia económica, para lograr un aumento del ingreso, del consumo y del valor agregado. Se buscará una redistribución equitativa del ingreso de manera que los beneficios sean compartidos por los grupos sociales de menores ingresos.

En resumen con una eficiente gestión de proyecto y un rigor científico suficiente, un PDFP puede crear un impacto político que represente en nuestro medio una garantía absoluta de reproductibilidad de las actividades en el tiempo y en el espacio.

Cuadro 2. DIAGNOSTICO DEL PROGRAMA DE DESARROLLO FORESTAL PARTICIPATIVO

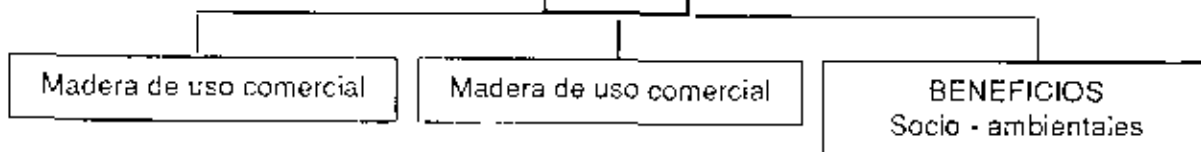


Condiciones:

- Infraestructura vial
- Técnicas de aprovechamiento de bosques de montaña.
- Tecnología de transformación y mercadeo

ANÁLISIS ECONOMICO

- Organización de la producción
- Capacitación en Gestión



## VI. RELACION DE ACTIVIDADES DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES INDUSTRIALES

### 1. INTRODUCCION

Como punto de referencia se puede considerar que el desarrollo forestal en Bolivia, podrá alcanzar sus objetivos una vez establecidas las bases concretas de acción. El sector de plantaciones forestales, evidentemente está aún en condiciones de experimentación. Se estima que el área reforestada en el país cubre una superficie de aproximadamente 10.000 - 12.000 hectáreas.

Para que Bolivia consiga crear una actividad rentable y bien dirigida de reforestación industrial, se hace necesario previamente, generar suficientes conocimientos tecnológicos de toda la problemática de implantación de grandes áreas de plantaciones de especies de rápido crecimiento. Es indudable que la formación de bosques industriales, debe estar basada en objetivos concretos a corto y largo plazo y de la demanda de productos forestales que el país y la sociedad tendrá que soportar.

Una vez que en el país, se pueda establecer un programa nacional de reforestación, con el fin de desarrollar y fortalecer el sector forestal, se hace necesaria la capacitación del personal que participará en las diversas actividades que componen el establecimiento de plantaciones industriales.

La correcta transferencia tecnológica, sobre el total de esas actividades permitirá un rápido y eficiente desarrollo de la reforestación en el país.

Es indiscutible la importancia económica y social que asumen las actividades de reforestación, tal como lo demuestra la experiencia que existe en países con esa tradición como Chile, Brasil y Sud-Africa.

La utilización de vastas áreas marginales a la agricultura y otras propias a la actividad forestal, la ocupación de mano de obra poco activa del medio rural, son aspectos que sufrirán indudablemente influencias positivas con la implantación de un programa nacional de reforestación. Esas condiciones serán aún mejoradas por la inevitable e irreversible integración del binomio bosque -industria.

Referente al asunto polémico de la conservación de ecosistemas, hoy día desbastados por la explotación predatoria, cierto equilibrio ecológico será nuevamente establecido desde el momento que existan sistemas de manejo sustentados por los bosques implantados, influenciando así a la preservación permanente de regiones naturales, hoy día destinadas a la explotación forestal selectiva.

Considerando estas circunstancias, debe merecer especial atención los intentos de formación y establecimiento de plantaciones industriales, con especies exóticas como el

Eucalyptus y Pinus spp. que presentan características particulares de extraordinaria plasticidad a su introducción, habiendo demostrado en diversas regiones del Brasil y Chile excelentes índices de crecimiento y presentación de buenas cualidades en sus propiedades de la madera.

Una selección con criterio, de acuerdo a las diferentes regiones bio-climáticas del país, permitirá asegurar grados de éxito en la formación de plantaciones industriales, con alto valor de productividad y satisfactorios resultados económicos en rotaciones comerciales de tiempos relativamente cortos.

Un nuevo patrimonio forestal (establecimiento definitivo de plantaciones industriales), proporcionará al país a corto mediano y largo plazo una posición especial en lo referente a su autoabastecimiento en productos forestales, hoy considerados muy críticos (leña, tableros, papel). Dentro de esa filosofía el sector forestal indefectiblemente ocupará el lugar que le corresponde en el desarrollo integral del país.

Indudablemente que el fortalecimiento definitivo del sector forestal, será dado inmediatamente, en cuanto las plantaciones industriales inicien su producción.

Dentro de toda la problemática de la reforestación, a través del presente documento se pretende focalizar algunas actividades principales en el establecimiento de bosques industriales, mostrando su importancia y posibles acciones, a fin de evitar graves errores sobre todo en el rendimiento/ha y evolución del crecimiento de la especie.

La transferencia tecnológica, a través del presente documento, procura evitar que en el futuro existan grandes desniveles en el padrón técnico de aplicación de metodologías. Por supuesto tampoco se pretende unificar los procesos a ser mencionados; considérese éste documento simplemente como guía de orientación.

El objetivo principal de toda reforestación en una visión industrial, es el de producir materia prima en cantidad y calidad homogénea. Un planeamiento general para la producción de leña o pasta de celulosa para la fabricación del papel, seguirá básicamente la línea de pensamiento que el presente documento procura mostrar.

Considerando que se realiza por primera vez en el país un Curso/Taller sobre Formulación y Evaluación de Proyectos de Implantación Forestal y tomando en cuenta que sus participantes son oficiales ejecutivos del sector forestal nacional, se pretende que la secuencia de actividades formuladas puedan formar una base sólida en la formulación futura de proyectos de esta naturaleza.

Algunos de los datos estarán en carácter teórico, debido a que parte de la información no está disponible. Se procuró, de cualquier forma, mostrar en todo su detalle, todos los procesos, actividades, cálculos de referencia y posibles ventajas y desventajas de operacionalidad.

- Cuál será la especie a ser utilizada?
- Cuál el producto final de la explotación?
- Cuál la seguridad de consumo de esa materia prima homogénea?

Una vez clarificadas esas incógnitas se puede tener seguridad que el proyecto a ser implantado tendrá mucha posibilidad de éxito. Consecuentemente, los objetivos deben estar plenamente justificados.

### Objetivos Primarios

Para el caso específico del Curso/Taller, vamos a suponer que en una región del Departamento de Santa Cruz existe disponibilidad de tierra en aproximadamente seis a siete mil hectáreas continuas, definitivamente otorgadas para plantaciones forestales. La necesidad de implantar 5.000 Has., será el de producir madera para leña y carbón vegetal, a fin de abastecer una industria HOH a ser instalada de ese género.

### Objetivos Específicos

- 1) Las especies a ser plantadas, para el ejemplo en cuestión, serán *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus saligna*. Las plántulas serán compradas en el vivero ABC. Fueron escogidas estas especies, porque en áreas ecológicamente semejantes a la del proyecto, en nivel experimental, tuvieron comportamientos muy favorables de crecimiento. Estas especies en la región de Mato Grosso (Brasil), con similares características ecológicas a la región del proyecto, presentaron buen ritmo de crecimiento, inclusive en su segunda rotación comercial.

La especie tendrá una rotación comercial de hasta 36 años con dos cortes de retño.

- 2) La productividad esperada será de aproximadamente:
  - a. 157 st/ha en el primer corte,
  - b. 196 st/ha en el segundo corte y
  - c. 125 st/ha en el corte final.
- 3) Toda la materia prima producida será absorbida por la empresa HOH, con contrato supuestamente ya firmado.

### 2.2 Localización

De acuerdo a las especificaciones del programa del Curso/Taller, el proyecto de implantación forestal se ubicará a 10 km de la localidad de San Carlos, siendo necesario identificar sus coordenadas geográficas.



Cumpliendo las finalidades del Curso/Taller, se pretende lograr una real y eficiente transferencia de tecnología en lo que se refiere a la problemática de implantación de reforestaciones industriales, dentro del principio de utilización racional y sustentada del bosque forestal implantado. De esta forma se cree haber contribuido eficazmente en *crear bases de planeamiento para la actividad de formación de bosques industriales.*

## 2. DEFINICION DEL PROYECTO DE REFORESTACION

El establecimiento de plantaciones industriales se justifica desde que exista un real conocimiento de su injerencia hacia la sociedad. Tentar producir leña en los llanos orientales para el consumo de la población del Altiplano, posiblemente será una aberración de objetivos, así como tecnificar un vivero de Pinus sin la inoculación de micorrizas. Se supone que la población circunscrita a un área de reforestación industrial tendrá necesariamente que modificar ciertos hábitos de comportamiento. Toda y cualquier área de plantación en gran escala debe estar acompañada de un planeamiento regional. En pocas palabras saber cuántos podrán participar directa o indirectamente de las diversas actividades, cuál el beneficio inmediato y a largo plazo, cuál la perspectiva de creación de un polo industrial maderero o forestal. Considerar o *elaborar técnicamente una plantación de 1.000 o 100.000 hectáreas no será complicado.* El problema residirá si esa área es continua y en el derecho de uso de la tierra. Finalmente el personal que participe de una actividad de reforestación tendrá como consecuencia natural cierta ocupación especializada, lo que requiere tiempo y sobre todo se debe intentar mantener la filosofía de uso constante y permanente del recurso forestal.

### 2.1 Objetivos de la Plantación

Antes de iniciar cualquier proyecto de reforestación, se hace necesario definir los objetivos primarios, así como la real condición de uso de la tierra. La misma que podrá ser pública o privada y consecuentemente el trato jurídico será diferente.

*Considerar el área real a ocupar, es decir, constatar si efectivamente se podrán plantar el número de hectáreas planificadas y pronosticar el comportamiento de la especie.* El recurso financiero será definitivamente uno de los componentes principales, vale decir, tener la seguridad que el monto estimado estará disponible hasta la finalización de la última actividad del proyecto, y en última instancia debe estar muy bien definido el destino del producto forestal a ser producido.

Con la premisa de que lo anterior estaría sin problemas y claramente definido, se debe hacer un análisis del objetivo propio de la reforestación (objetivos específicos):

La distancia comprendida entre la localidad de San Carlos y el área del proyecto, presenta una vegetación arbustiva alta sobre suelos sólidos, no precisando atravesar ningún río ni quebradas.

### 2.2.1 Características topográficas y edáficas

La topografía del área del proyecto es bastante plana entre 0 y 3 % de pendiente, por lo tanto totalmente accesible y mecanizable.

El área de influencia del proyecto presenta en un décimo de su superficie, ríos y pequeños cauces de agua. El resto (90%), permite un aprovechamiento integral para las actividades de reforestación.

Se hará necesario clasificar los suelos (referencia completa), acompañando el análisis edafológico realizado por el laboratorio de suelos de la Universidad de Santa Cruz, especificando sus características físicas y químicas.

Se supone que los suelos tienen adecuada fertilidad, lo que significa no necesitar de fosfatos para su neutralización, pero sí de abonos para su fertilización.

### 2.2.2 Características ambientales

El área del proyecto será clasificada de acuerdo a las zonas de vida de HOLDRIDGE (Mapa Ecológico de Bolivia).

Se deberá indicar la precipitación pluvial anual y su distribución, así como su valor máximo. La temperatura media anual, sus registros máximo y mínimo también deben ser conocidos.

Existiendo condiciones que indican otros parámetros climatológicos como radiación e intensidad solar, dirección y velocidad del viento, duración de las horas de luz, etc., deben ser incluidos en el informe correspondiente.

Un análisis de estas variables permitirá identificar parámetros silviculturales, fenológicos y eco-dendrométricos de la especie plantada.

Inicialmente se podrá concluir en la observación de los datos de humedad y temperatura, que los trabajos de campo de plantación deberán comenzar a más tardar entre los días 10 - 15 de noviembre y quedar concluida esta actividad a fines del mes de febrero. El mes de marzo debe estar destinado a las actividades de replantío.

Estas observaciones permitirán planificar la producción de plántulas en los viveros correspondientes.

Cabe mencionar que el tamaño recomendado de las plántulas para la actividad de plantío será de 15 - 30 cm de altura total.

#### 2.2.3 Aspectos humanos

En este rubro se debe considerar básicamente el personal que efectuará los diversos trabajos en todo el proceso de implantación del bosque.

Naturalmente se los prodrá agrupar en:

- ingenieros
- técnicos
- administrativos
- operarios de campo
- ayudantes de campo
- tractoristas
- choferes, etc., etc.

La distribución del personal de apoyo en las diversas actividades permitirá una vez realizada la planificación global del proyecto, determinar tiempos de trabajo, costos y responsabilidades de ejecución. Mayor detalle sobre estos aspectos deberán ser considerados en la elaboración del cronograma de Gantt.

#### 2.2.4 Recursos financieros

Se trata en este capítulo de identificar fundamentalmente el flujo de caja. Una vez conocido el monto total del proyecto, el encargado de la ejecución de las diversas actividades deberá tener seguridad y confianza absoluta en que para esa época el dinero siempre estará disponible.

La posibilidad de saber exactamente cuanto se deberá gastar en cada una de las actividades será resultado del análisis económico y del cronograma de Gantt. Evidentemente que este procedimiento no es el único ni el mejor. Lo que se pretende es simplemente mostrar la necesidad de un planeamiento riguroso y lo más detallado posible.

### 3. ACTIVIDADES PRIMARIAS DE CAMPO

Los proyectos de implantación de bosques homogéneos industriales,

necesariamente deberán ingresar en la filosofía del manejo sustentado. A fin de cumplir eficientemente los objetivos de producción y conservación ambiental, se hace necesario que los rodales a ser formados mantengan permanentemente un sistema de control y acceso permanente, características que deberán ser planificadas a través de mapas topográficos.

### 3.1 Levantamiento topográfico

La obtención de un mapa topográfico permitirá una eficiente distribución de los rodales de plantío, así como también será herramienta fundamental en la planificación de los sistemas de extracción y transporte del producto forestal a ser explotado.

#### 3.1.1 Ubicación en el terreno

En base a los planos se realizará la marcación en el terreno de la superficie destinada al desmonte y se procederá al amojonamiento de los esquineros, para realizar el deslinde (picada de 0,80 m. de ancho). En esta tarea (poligonal del terreno), se utilizará brujulas, cintas métricas, fichas topográficas y jalones.

#### 3.1.2 Apertura de caminos

En el caso específico del proyecto que se está discutiendo, existirá necesidad de apertura de 10 km de camino, de la localidad de San Carlos hasta el área de plantación.

Tratándose de una plantación de 5.000 has. probablemente no se justifique la compra de un tractor a oruga. Será necesario alquilar ese equipo y proceder al contrato correspondiente.

### 3.2 Limpieza del área

Se indica que el área se encuentra con una cobertura vegetal de porte medio (4 - 5 m de altura total), con una producción de 60 st/ha.

Para identificar el estado estructural y volumétrico de una vegetación destinada al desmonte, se recomienda que en la misma se efectúe un levantamiento dendrométrico piloto.

Este levantamiento podrá ser a nivel de parcelas de muestreo en intensidades menores al 0.01% del área total, o bien estructurar un número tal de parcelas que en su total cubran una hectárea, a fin de evitar los cálculos de extrapolación.

El levantamiento dendrométrico permitirá estimar la cantidad volumétrica de la madera, caso específico del proyecto 60 st/ha.

### 3.2.1 Desmonte

En términos generales podríamos indicar que existirán tres grandes grupos en la selección de áreas aptas a las actividades de reforestación:

- regiones casi sin vegetación,
- regiones con vegetación arbustiva, y
- regiones con vegetación arbórea.

Trabajando en regiones con vegetación arbustiva y/o arbórea, el desmonte de toda la vegetación será posiblemente la práctica más adoptada.

Dependiendo principalmente de la densidad fisiográfica y estado estructural de la vegetación, se podrá optar por dos métodos de desmonte: el manual o el mecanizado.

Escogiendo el método manual será necesario identificar el equipo a ser utilizado (normalmente motosierras). La distribución de los equipos de trabajo no dejan de ser una variable importante en el rendimiento de esa acción.

Si se define utilizar el proceso mecánico, se tendrá que especificar el tipo de tractor (agrícola o pesado), su potencia y posibilidad de arrastre de la vegetación. En muchos casos será necesario el uso de cadenas y tractores a oruga (Caterpillar D6).

En función al tipo de vegetación y a las condiciones topográficas del lugar, se podrá realizar el desmonte utilizando dos topadoras que arrastrarán una cadena.

Para implementar esta tarea, se deberán abrir picadas de 0,80 m de ancho, cada 50 m, que servirán de guía para que cada topadora construya una calle por donde circularán en pareja arrastrando la cadena.

El uso de cadenas junto a dos tractores mostró en el Brasil una práctica de desmonte bastante satisfactoria, tanto en el sentido económico como

ecológico (pedológico). El largo de las cadenas podrá variar de 60 a 120 metros y su peso de 40 a 100 kg/m lineal. Las extremidades de las corrientes son aseguradas en dos tractores pesados que se mueven paralelamente al largo de picadas produciendo fajas de desmonte de 25 - 50m de ancho. Muchas veces será necesario pasar dos veces (volver por la franja), una primera pasada para tumbar la vegetación y la segunda para arrancarla totalmente del suelo. Si quedaran tocónes, estos serán extraídos en forma manual o se los quemará.

Recomendación especial se debe dar a las regiones donde existan fuentes de agua y donde debe evitarse el desmonte del bosque natural circundante a esas fuentes y cursos de agua.

Producido el desmonte, la siguiente fase de acción será la limpieza del área, vale decir el sistema de apilamiento de la vegetación y posible comercialización de volúmenes maderables. Para este efecto será necesaria una clasificación de las piezas abatidas y su seccionamiento correspondiente.

En esta fase del procedimiento, dependiendo de la vegetación abatida se procederá a la selección de aquel material aprovechable económicamente. Normalmente troncos y ramas gruesas podrán ser vendidos o utilizados como leña y carbón vegetal. Vegetaciones arbusto-arborea podrán producir entre 15 - 25 st/ha o cerca de 10 m<sup>3</sup>/ha. No se recomienda hacer la retirada de los tocónes, preferentemente se los debe quemar. Considerese que la selección de ese material requerirá de hombres/hora y correspondiente transporte.

### 3.2.2 Control y combate a hormigas

Después de volteada la vegetación, un equipo de trabajo deberá realizar un control y combate a hormigas en el área ya trabajada.

El combate a hormigas es sumamente importante ya que de él dependerá el éxito de la plantación. Se realiza una vez que se limpió el terreno y en esas condiciones, es fácil de localizar y combatir los hormigueros.

El control puede ser realizado por un equipo de trabajo compuesto de tres hombres, que caminan uno al lado del otro a una distancia de unos 3 metros, recorriendo toda el área, dejando marcas (estacas), que localicen la boca de los hormigueros. Luego se procede a combatirlos pudiendo utilizar bromato de metilo o venenos granulados.

### 3.2.3 Apilamiento

Finalizado el combate a las hormigas se procede a la formación del amontonado de la vegetación, empujando el material leñoso con la lámina

de la topadora. Se debe tener cuidado en éste trabajo, de no arrastrar la capa superior del suelo, que es la parte más fértil.

El material económicamente desperdiciable (residuos de la vegetación retirada), normalmente se lo amontona en distancias no mayores a los 50 - 60 m entre sí. Se espera unos días para que el material amontonado pierda humedad.

#### 3.2.4 Quema - Descoivarada - Requema

Con los debidos cuidados (dependiendo de las condiciones climáticas del momento), se procede a la quema de los amontonados, los residuos de la quema deberán ser nuevamente amontonados y requemados a fin de producir la ceniza. Este trabajo es realizado manualmente y recibe el nombre de descoivarada.

Esta ceniza se recomienda distribuirla por las áreas limpias, dentro de un proceso manual.

Dependiendo del sistema de desmonte, naturalmente los costos serán diferentes. La selección de un sistema u otro dependerá de varios factores: distancia de centros de consumo de productos forestales, capacidad de acción de la propia empresa de reforestación, experiencia acumulada y correspondiente análisis económico de costo/beneficio.

La necesidad de tener áreas completamente limpias se debe a que las actividades de plantación serán efectuadas en tiempos relativamente cortos y el de realizar un uso seguro y eficiente de la maquinaria agrícola (surcadores, arados, etc.).

El área limpia también permitirá optimizar los rendimientos de trabajo por hectárea.

#### 3.2.5 Preparación del suelo

Como para cualquier otra cultura, el terreno destinado al cultivo de especies forestales deberá también tener cuidados y tratos especiales. Una eficiente preparación del suelo incidirá decididamente en el resultado positivo de la plantación.

Una buena preparación del suelo tiene como objetivo principal mejorar su estructura, permitiendo a las plántulas la formación de un sistema radicular

vigoroso y una absorción de los elementos nutritivos, a fin de reducir la competencia con las hierbas dañinas.

La necesidad de preparar el terreno para la plantación, esta dirigida básicamente a dar las mayores y mejores condiciones de crecimiento a las especies plantadas. El crecimiento de la especie repercutirá directamente de las características ofrecidas a la planta desde el inicio del plantío.

Una buena preparación del terreno tornará fáciles y menos costosas, las operaciones posteriores que se realicen en la reforestación.

La preparación final del terreno se referirá entonces a la posibilidad de remoción de la capa superior del suelo y dependiendo de su estado físico - estructural y contenido de nutrientes se hará necesario efectuar acciones para su optimización. Fosfatos podrán ayudar a neutralizar el ph del suelo y la inclusión de elementos minerales permitirá aumentar el contenido nutritivo de los suelos.

Estas actividades permitirán sobre todo consolidar el sistema radicular de las plántulas, luego después de la plantación y sobre todo asegurar un alto grado de sobrevivencia en los primeros meses de plantación.

Las proporciones y cantidades requeridas de los diversos elementos, estarán por supuesto basadas en respectivos análisis pedológicos. Este procedimiento de mejorar las cualidades de los suelos requerirá fuertes inversiones de capital. Tómese en consideración que serán varias toneladas que serán transportadas y espolvoreadas por las áreas de plantación.

En varias de las regiones de los llanos orientales existirán suelos con alto contenido de arcilla. Utilizandose arados agrícolas, en una única operación se podrán alcanzar profundidades de 25 - 35 cm (dependiendo del diámetro de los discos que en general no deberán ser mayores a 28 pulgadas de diámetro).

En suelos arenosos el rastreado del suelo se recomienda realizar con discos interiores a 25cm, principalmente para evitar surcos de erosión.

En suelos arenosos y permeables se realiza normalmente un rastreado pesado y un segundo liviano superficial.

Para el rastreado pesado se podrá utilizar un tractor a oruga con lámina pesada. Luego se procede a juntar las raíces y palos que pudieran quedar en la superficie y que puedan significar un inconveniente para el rastreado o rastreado superficial. Este rastreado liviano se podrá efectuar posteriormente



con aproximadamente 20 discos recortados que tienen alrededor de 26 pulgadas de diámetro cada uno, distribuidos en 4 secciones.

Esta operación se realizará desde la periferia (bordes), hacia el centro del rodal, dejando el terreno en condiciones para iniciar la próxima tarea.

En regiones con presencia de subsuelos impermeables será necesario realizar previamente un subsolaje. Esta actividad requerirá de discos bastante grandes y probablemente se precise de varias operaciones de arrastre o rastreado. Entiendase que el costo de esta operación será bastante alto.

En un gran número de casos se hará necesario realizar una remoción fuerte del suelo (rastreado pesado), con una superficial (rastreado liviano, max. 12 cm de profundidad), a fin de nivelar los suelos y proceder a una distribución regular de los posibles elementos químicos que podrán ser incorporados. Dependerá de la región, tipo de suelo y topografía para establecer el tipo y la intensidad de la remoción del suelo.

El equipo pesado (tractores, camiones, implementos agrícolas, etc.), a ser utilizado será por supuesto diferente para cada región. La cobertura vegetal, la naturaleza de los suelos y las condiciones topográficas pueden ser consideradas como principales factores en la determinación del sistema de limpieza a ser empleado.

Un otro factor determinante será también la suficiencia de la mano de obra disponible, sin ninguna experiencia en estas actividades.

En su generalidad y dentro de las actuales situaciones por la que pasa el país, teóricamente serán utilizados tractores agrícolas, siendo necesario en ciertas circunstancias su adaptación correspondiente.

### 3.2.6 Fertilización.

En muchos casos será necesario neutralizar el ph de suelo, en ese caso las cantidades de fosfatos deberán ser calculadas en función del análisis de suelos y recomendaciones de las autoridades en edafología.

Cuando fuese necesario, antes de realizar las tareas de alineación, se debe desparramar calcáreo dolomítico en una proporción de aproximadamente 3 Ton/Ha que se introduce en el suelo, por medio de un rastreado liviano.

Probablemente la mayoría de los suelos existentes en el país, con aptitudes a las actividades de reforestación, precisarán de cierto grado de fertilización.

Corresponde a la entidades agronómicas (laboratorios de suelos), definir el dosaje correcto para cada tipo de suelo, a fin de colocar a disposición de las plantas los elementos necesarios en cantidad y calidad para su crecimiento satisfactorio.

En este momento no se podría recomendar cuales elementos necesariamente deberán estar constituidos en los abonos minerales. Experiencias del Brasil y Chile muestran que el N, P y K con varios microelementos ofrecieron resultados satisfactorios, por supuesto que cada especie y sobre cada tipo de suelo, requerirá formulaciones diferentes. Probablemente el elemento P estará siempre presente y en proporciones mayores que los demás elementos necesarios.

La formulación química de abonos se hará en función de la fertilidad natural de los suelos y las exigencias de la especie. Esta formulación inclusive podrá variar en función de la región bio-climática. Existiendo necesidad de abonos químicos, recomiéndase incluir micro-elementos en las formulaciones.

La fertilización será aplicada de preferencia en el mismo lugar del plantío (hoyadura), en procesos paralelos con la plantación. La distribución espolvoreada de los fertilizantes en los surcos, provoca normalmente mayor rendimiento de trabajo/ha, contra la desventaja que no concentra mayor dosaje en el pie de las plántulas.

Cuidado especial se requiere en el momento de la plantación, evitando el contacto directo de la raíz con los fertilizantes a fin de evitar la muerte de la plántulas por concentración salina (retirada del agua por higroscopicidad). Para este efecto se debe mezclar bien los fertilizantes con el suelo, de preferencia algunos días u horas antes del plantío y de preferencia en días de lluvia.

Abonos orgánicos también serán eficientes en el crecimiento de la especie.

Abonos orgánicos requieren de algunos días de estar en el suelo antes de la plantación. El abono químico podrá ser incorporado en los suelo juntamente con las plántulas.

Existiendo necesidad de neutralizar los suelos, se recomienda que los fosfatos sean colocados en los huecos o esparcidos sobre todo el terreno, en el inicio de las primeras lluvias.

En la reforestación con eucaliptos, se podrá utilizar un sistema de plantación semimecánica. El alineamiento se hará mecánicamente, mediante la apertura de surcos cada 3 m, que podrá ser la distancia elegida entre líneas.

Al mismo tiempo esta operación servirá para incorporar el fertilizante (podrá ser N.P.K. en diversas proporciones), a razón de hasta 150 grs. por planta en un filete continuo en el fondo del surco. Esta metodología produce menor porcentaje de fallas, en comparación con otras formas de aplicación (resultados de investigaciones realizadas en el Brasil muestran esa situación).

De acuerdo con trabajos efectuados con diferentes formas de fertilización para Eucalyptus, la fertilización en surco en la ocasión de plantío, resultó ser la mejor, lográndose mayor diámetro, altura y volúmen en m<sup>3</sup> por Ha.

En experiencias con distintos espaciamientos, con varias especies de Eucalyptus se demostró que con un espaciamiento de 3 x 2 m se obtuvieron mayores diámetros y madera de alta densidad, lo que se traduce en una mayor cantidad de fibras y por lo tanto mayor rendimiento en la producción de celulosa y carbón. Con el espaciamiento 3 x 2 m se obtiene un menor rechazo de la llamada leña fina, logrando también mayor uniformidad de diámetros, lo que resulta en menores costos de explotación.

### 3.2.7 Posibles retornos financieros iniciales.

En el caso específico del proyecto se estima que la vegetación natural tendría una producción de 60 st/ha. Dependiendo de los centros de consumo circunscritos al proyecto podrá existir un primer retorno financiero de la venta de ese material.

- Para tal efecto se debe considerar todos los costos fijos ya existentes.

## 4. IDENTIFICACION DE LOS RODALES

Concluidos los trabajos de preparación del área para el propio proceso de plantación, se hará necesario proceder al planeamiento de los rodales.

Considérese el tipo de maquinaria que deberá ingresar al área de plantío, una vez iniciados los procesos de tratos silviculturales y de explotación.

En base al mapa topográfico, recomiéndase realizar el lay-out de la distribución de los rodales.

### 4.1 Lay-Out de la plantación

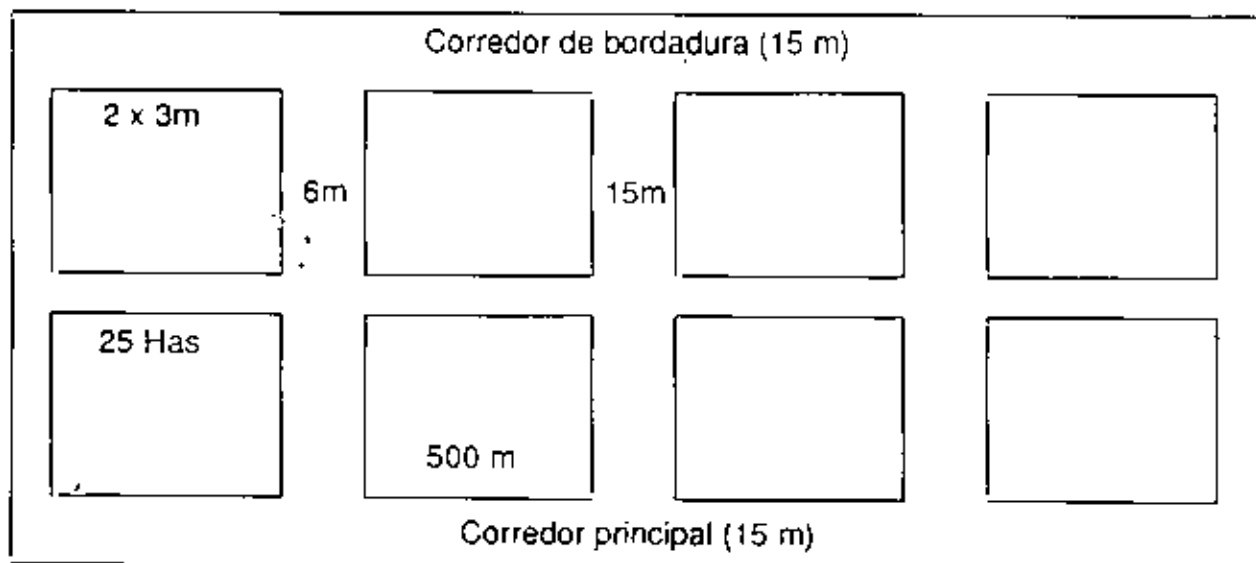
El lay-out de la plantación en este caso será un croquis de campo con la correcta distribución de los rodales.

Posteriormente este lay-out tendrá utilidad en la programación de los diversos tratos silviculturales, control de crecimiento y durante la época de los cortes intermedios y final.

Para esta fase ya debe estar definida la superficie de cada rodal. Por experiencia práctica, se recomienda que el rodal no sea mayor a 50 ha siendo, esta superficie tal vez la más utilizada.

Definida en las especificaciones del proyecto de plantación, la superficie que por año se plantará, se tendrá posibilidad de distribuir ordenadamente los rodales correspondientes.

Figura 1. Parte de un plano de plantación



En el caso de los pinos la distancia de arrastre hasta las vías de saca, no debe pasar de 150 m. (por razones de economía), por ello los rodales deberán tener un largo de hasta 300 m. y un ancho de 500-1000 m.

Los corredores secundarios podrán ser de 6 m. de ancho.

A cada dos rodales de Eucalyptus se construirá un corredor principal de 15 m. de ancho para que pueda servir como playa de acopio de la madera y como franjas cortafuegos.

#### 4.2 Área a ser ocupada

La programación de la plantación (ejemplo a ser tratado), considera un área de 5.000 has reforestadas.

Para el cálculo correspondiente del área a ser ocupada se debe considerar los accesos principales, corredores primarios y secundarios y la bordadura del área plantada.

Se recomienda que los corredores primarios, tengan un ancho de dos veces la altura del árbol en la edad de corte y los corredores secundarios tengan una distancia igual a una vez la altura del árbol.

Se considera que habrá necesidad de planear una sede (centro de apoyo), que dependerá de las diversas actividades y sistemas operacionales a ser empleados.

Existirá entonces una área ocupada por los árboles y un área total del proyecto.

#### 4.3 Espaciamiento

El espaciamiento a ser utilizado estará en función prioritaria de los siguientes factores:

- sistema radicular de la especie,
- crecimiento de la parte aérea en relación a la tolerancia de la luz,
- fertilidad del suelo,
- desrama natural,
- finalidad de la plantación, y
- posibilidad de mecanización de las diversas actividades post-plantio.

Al elegir el espaciamiento inicial se procura dar a la especie las mejores condiciones iniciales de crecimiento, para conseguir posteriormente el máximo en volumen y calidad de la madera.

Junto con el espaciamiento inicial, en la programación deberá constar el espaciamiento final para la época del corte.

Espaciamientos pequeños producirán en vía de regla, volúmenes totales mayores con diámetros relativamente pequeños por unidad de área.

Especies como *Eucalyptus* soportan espaciamientos menores (plantaciones dendro-energéticas). Trabajando con *Pinus* se recomienda que el espaciamiento inicial no sea menor a 3 x 2m - 2,5 x 2m.

El mayor espaciamiento siempre deberá estar entre las líneas (surcos), a fin de facilitar las operaciones mecanizadas de los tratos culturales.

#### 4.4 Origen de las plántulas

Básicamente existirán dos opciones de poseer el número correspondiente

para la implantación del proyecto: plantas compradas o producidas en vivero propio.

Podrá existir la posibilidad de comprar plántulas. Téngase especial atención que esas plantitas estarán disponibles en la cantidad requerida y en la época solicitada.

La segunda opción será la de producir las plántulas en viveros propios. Todo el proceso de producir plántulas en viveros y sus costos e implicaciones inherentes serán objeto de otro análisis.

## 5. CONSTRUCCION DE CORREDORES

Se ubicarán y se marcarán las vías de acceso según el plano de la plantación (lay-out). Estas vías rodearán los rodales de la plantación y tendrán como objetivo servir de corredores cortafuegos, además de ser vías para el propio acceso y la extracción de la madera.

La marcación se realiza mediante jalones que servirán de guía para los trabajos de la motoniveladora, que le dará a los corredores una superficie ligeramente cóncava para el escurrimiento del agua en días de lluvia, evitando el encharcamiento y ayudando a su mejor mantenimiento.

Este trabajo podrá ser apoyado por un tractor con acoplado (carreta), que irá retirando el material leñoso removido por la motoniveladora.

### 5.1 Accesos principales

Fuera de los corredores principales y secundarios los accesos principales o bien todos los accesos deberán estar correctamente definidos, principalmente considerando que un día esos plantíos ingresarán a un proceso de explotación y para ello serán necesarios el uso de vehículos pesados para el transporte correspondiente.

### 5.2 Franjas contra incendios forestales

Las franjas contra incendios forestales, imprescindibles en cualquier proyecto de implantación de bosques, deben ser considerados.

Los propios corredores principales podrían servir como corta-fuegos. Se hace necesario conocer la dirección e intensidad de los vientos para una mejor planificación de prevención a incendios forestales.

### 5.3 Cercado del área

Es importante cercar el área a fin de que animales, principalmente domésticos, no ingresen a las áreas de plantío, por motivos obvios que utilizarían como forraje.

Este cuidado se hace aún más imprescindible en los 4 - 5 primeros años de la plantación.

Dependiendo de las características de la región se hará necesario utilizar alambre de púas en dos o tres líneas.

## 6. MARCACION DE LOS RODALES DE PLANTACION

En base estricta del lay-out se procederá a su marcación real en el campo. Las estacas principales deberán ser colocadas mediante trabajo topográfico.

Esta situación permitirá identificar cualquier punto o árbol ya plantado en cualquier momento. Para el acompañamiento del crecimiento de la especie y cualquier estudio u observación que se realice, podrán estar estos datos siempre en registros sistematizados.

## 7. ACTIVIDADES DE IMPLANTACION

Las actividades de implantación se refieren básicamente a la formación ordenada del bosque industrial. La planificación de las diversas actividades de campo tendrán como características limitantes, las condiciones atmosféricas y la duración de los días de lluvia.

Las primeras plántulas deberán ser plantadas luego después del inicio de la época lluviosa.

Se deberá tener especial cuidado en la planificación y control de las diversas actividades de implantación, debido a que por cualquier motivo de atraso, la propia plantación tendrá que ser postergada por un año.

Se indica que existirá un cúmulo de actividades en un período relativamente corto de tiempo. Considérese que se irá a trabajar con un personal que posiblemente no tiene ninguna experiencia en estos trabajos.

### 7.1 Transporte de plántulas

En este punto se debe considerar todo lo relacionado al transporte de plántulas de la localidad donde se encuentra el vivero al área de plantación.

Considérese la distancia a ser recorrida, capacidad de carga, flujo de transporte, costos y cuidados especiales.

Recomendable para esta actividad es usar camiones de medio tonelaje. El número de plántulas a ser transportado por viaje dependerá del tamaño de la planta y del embalaje. Considérese que se estará trabajando con plántulas de hasta 30 cm de altura.

### 7.2 Marcación y trazado de surcos

Definido el espaciamiento de plantío se deberá proceder a la marcación de los surcos. Para este fin se recomienda utilizar estacas coloridas de 2 a 3 metros de altura.

Este trabajo normalmente será realizado por un tractor agrícola con su correspondiente surcador.

El surco estará definido en función de los corredores principales. Procúrese que todos los surcos tengan la misma dirección.

En la línea del surco también se podrá proceder a la hoyadura. Escoger entre plantación en surco u hoyadura, dependerá de la función de tiempo y eficiencia de plantío.

### 7.3 Hoyadura y aldrinización

Se podrá proceder al marcado de los hoyos sobre los surcos ya abiertos, haciendo uso de un tractor mediano que tenga en sus rodados hierros sobre salientes, que al contacto con el suelo deje marcas (por ejemplo cada 2 metros), que serán los lugares donde se efectuaría la plantación en sí.

Este tractor, al tiempo de realizar la hoyadura podrá arrastrar una carreta que transporte las cajas con las plántulas.

La distribución de las plántulas normalmente se realiza manualmente. Un operario las distribuirá y otros tres romperán los envases de polietileno. Con la ayuda de herramientas manuales se harán los hoyos en las marcas dejadas por el tractor. Mezclando la tierra con aldrín (insecticida), se procederá a la plantación en sí.

La marcación de los hoyos en el surco también podrá ser manual haciendo uso de cuerdas o corcones marcados por nudos de 3 en 3 m.



En cada hoyo se podrá colocar de 5 a 10 grs. de aldrin al 5%, con el objeto de realizar un control preventivo contra las termitas.

#### 7.4 Operación de plantío

Esta actividad se refiere al propio proceso de plantación, una vez teniendo la plántula formada y el terreno totalmente preparado.

Los surcos corresponden a un lado del espaciamiento, y la distancia en el propio surco corresponderá al plantío de las plántulas, de ahí que el alineamiento no será estrictamente sistemático, por el factor humano. Posiblemente después de algunos años de experiencia en reforestación se llegue a utilizar sistemas mecánicos de plantación.

La literatura muestra que las plantaciones realizadas por mujeres producen menor grado de fallas.

La operación de plantación estará subdividida en el proceso de transporte de descarga de las plántulas para los surcos, el ordenamiento en los surcos, la hoyadura, la propia plantación y la coronación de las plantas.

Finalizada la operación de plantación se debe controlar en forma continua las hormigas. Se recomienda que durante todo el proceso de plantío se realice intenso combate a las hormigas con productos de rápida acción. Este cuidado se debe extender hasta que las plantas adquieran consistencia leñosa.

Hasta los 30 días como máximo, se debe recorrer el área plantada. Solo si el porcentaje de fallas fuera mayor de un 10% se justificará el replantío, pues ésta operación que se la realiza en forma manual es muy onerosa.

El sistema de plantío estará condicionado a diversos factores, entre los principales se pueden citar: la especie a ser plantada, época del año, distribución de las lluvias y características topográficas que influenciarán positiva o negativamente en su éxito correspondiente.

##### 7.4.1 Plantío manual

El plantío manual es realizado en la alineación y marcación del terreno donde se efectuará la hoyadura.

Se podrán utilizar cadenas de varios metros, cordones plásticos (de preferencia hasta 50 m), previamente marcados con la distancia del espaciamiento.

Necesariamente se requerirá de marcadores (indicación de estacas), que permitan la correcta orientación de la plantación.

En este proceso, la distribución de las plántulas también es manual, normalmente realizado por un solo operario.

La hoyadura se recomienda que sea profunda (por lo menos 20 x 20 cm) para recibir una mejor distribución de la dosis de fertilizantes.

#### 7.4.2 Plantio semimecanizado

Existiendo condiciones favorables de uso de maquinaria, la marcación del espaciamiento (entre líneas), se podrá realizar por medio de surcadores agrícolas.

La hoyadura podrá ser realizada en forma manual. Una distribuidora mecánica de plántulas realizaría la colocación (distancia en la línea), de las plántulas, o bien se podrá usar un equipo que permita simplemente marcar la hoyadura.

La decisión de realizar un surcamiento en dos sentidos transversales, permitirá la correcta hoyadura sistemática. Este proceso es recomendable cuando los terrenos son bastante planos y con espaciamiento inicial grande.

#### 7.4.3 Plantio mecanizado

Este tipo de plantio considerará como condición básica, que los suelos permitan el uso sin problemas de la maquinaria agrícola correspondiente.

Esta práctica es recomendable para el plantio de Pinus a raíz desnuda. Para este efecto serán necesarias fuera de los surcadores, las plantaderas traccionadas por tractores agrícolas de porte medio, de tal forma que el plantio se realice totalmente mecanizado. Apenas un operario será necesario que controle la plantación y eventualmente arregle algunas plántulas mal plantadas.

El uso de este sistema se recomienda en regiones donde la mano de obra esurnamente cara y escasa.

### 7.5 Distribución del personal

Considérese que existirán diversas actividades, desde el desmonte, marcación de rodales y en el propio proceso de plantación.

Evidentemente que algunas acciones serán más especializadas que otras, otras requerirán más fuerza que atención, etc., etc. De esa forma procúrese distribuir el personal en forma eficiente a fin de tener menor grado de reposición.

Existirán varias actividades paralelas y consecuentemente deberán existir metodologías que permitan visualizar la acción en cualquier circunstancia.

#### 7.6 Control de la plantación

Concluida la operación de plantación, se hace imprescindible un control permanente durante el período de plantación a fin de tener el menor número de replantio y quedar atento a cualquier daño biótico o abiótico.

#### 7.7 Cuidados especiales

La experiencia indica que durante todas las actividades se deben tener cuidados especiales, principalmente para evitar problemas y retrasos en la plantación.

Véase el sistema de transporte de personas y plántulas, estado de los vehículos, embalajes y herramientas, horarios de trabajo, estado físico de los trabajadores, etc., etc.

### 8. TRATAMIENTO SILVICULTURAL

El tratamiento silvicultural se refiere a las actividades post-plantío, teniendo como finalidad primaria el de ayudar a las plantas en el crecimiento inicial.

El tratamiento silvicultural es ejecutado para reducir la competencia impuesta a la propia plantación por sus propias especies o vegetación invasora. El trato cultural tentará controlar básicamente factores de luz, humedad y nutrientes. Esta sensibilidad se manifiesta desde la plantación hasta que las plantas alcanzan una altura suficiente para dominar la vegetación invasora.

La preparación del suelo podría considerarse también como un primer trato cultural, desde el momento en que el terreno pueda adquirir mejores condiciones físicas y mecánicas de la superficie del suelo (aumentando el poder de retención de la humedad, aireación, etc.).

El tiempo de ejecución de los tratos culturales podrá variar desde los primeros meses hasta varios años, dependiendo de las condiciones ecológicas, del ritmo de crecimiento,

de la variedad elegida, de la preparación del suelo, del fertilizante utilizado, del espaciamiento, de las técnicas de plantación, etc.

Los tratamientos silviculturales se deberán extender hasta que las plantas hayan dominado el suelo forestal, consiguiendo así crecimiento suficiente en altura. En el caso de los *Eucalyptus* entre 3 y 5 años y para *Pinus* entre 5 y 6 años.

La eliminación de las especies invasoras es también importante como una medida de prevención de incendios.

Dependiendo de la especie y de su densidad, los tratamientos silviculturales serán diferentes, manteniendo básicamente los principios básicos que se plantean en los próximos capítulos.

En términos generales, los *Eucalyptus* son bastante más sensibles a la competencia con malezas que los *Pinus* sp., sobre todo en la fase inicial de crecimiento (1 - 2 años). Trabajando con los *Eucalyptus* sp. se debe tener especial cuidado con la competencia radicular. Estas especies son bastante exigentes en lo que se refiere a propiedades físicas del suelo. No habrá dudas que los tratamientos silviculturales influenciarán, de manera más efectiva en la sobrevivencia de las plantaciones y posterior crecimiento diametral.

Basicamente los tratamientos culturales son realizados por tres métodos:

- tratamiento manual,
- tratamiento mecanizado,
- tratamiento químico.

Tratamientos mecanizados y químicos serán realizados en combinación con el manual. Dependerá por supuesto el grado de intensidad del tratamiento, condiciones de topografía y equipo mecanizado disponible (especializado), para identificar cual tratamiento o cual de las combinaciones será más eficiente.

Experiencias muestran que los tratamientos culturales que se realizan en forma mecánica entre las líneas, y manualmente entre las plantas, ofrecen excelentes rendimientos.

### 8.1 Combate a hormigas

Las hormigas muchas veces son consideradas como factores limitantes de la producción forestal, motivo por el cual se debe tener una precaución y prevención especial.

Existen afirmaciones de que los perjuicios causados por las hormigas en plantaciones de *Eucalyptus* y *Pinus*, aún en rodales ya formados, pueden llegar

hasta el 15% de los rendimientos del bosque.

Inclusive en condiciones controladas, las hormigas consiguen causar ciertos daños, constituyen por tanto un serio problema que merece especial atención de los administradores de las plantaciones industriales.

Experiencias realizadas en el Brasil, muestran que la erradicación de los hormigueros, de las hormigas cortadoras (*Ata* sp.), se debe realizar en la fase de la preparación del suelo, específicamente luego después de proceder a la limpieza del terreno.

A modo de información, un hormiguero de hormigas cortadoras recoge aproximadamente 1 tonelada de hojas por año, que corresponden a cerca de 70 - 80 árboles de eucalipto de porte mas o menos grande (cerca de 15 m de altura total).

En el mercado existe una serie de productos químicos de combate a las hormigas. Venenos granulados, a base de dodecacloro, son bastante eficientes. Productos termonebulizadores (heptacloro o aldrin), requieren de equipo motorizado.

Cuanto mas pobre sea el suelo será necesario mantener mayor control por medio de brigadas o grupos de trabajadores dedicados exclusivamente a esta actividad.

### 8.2 Replántio

Esta actividad se refiere a la sustitución de plántulas muertas por diversas causas.

Normalmente se debe considerar una pérdida de la plantación entre 10 - 20%. Existiendo daños causados por hormigas y otros agentes bióticos este porcentaje facilmente sobrepasa el 30%.

Se recomienda que el replántio sea efectuado en forma sistemática una vez concluida la plantación y siempre dentro del periodo de lluvias.

Siendo necesariamente esta actividad manual, resulta ser bastante onerosa, debido a la poca eficiencia de trabajo. Se debe cargar manualmente las plántulas a largas distancias.

### 8.3 Deshierbe

Especialmente los eucaliptos son bastante sensibles a la competición de hierbas dañinas, requiriendo por lo tanto planificar dos o tres deshierbes en los

primeros dos - tres años de implantación del proyecto y naturalmente dependerá del comportamiento de la especie en ese sitio forestal.

El procedimiento de deshierbe se puede efectuar mediante sistemas manuales, mecánicos o mixtos. Decidiendo que el deshierbe fuese mecánico, se debe considerar el tipo (tamaño), del implemento agrícola al momento de decidir el espaciamiento del plantío.

Evítese de realizar el deshierbe con productos químicos (herbicidas).

Considerando una plantación de Eucalyptus en la región de Santa Cruz, se podrá prever para el primer año 2 deshierbes mecánicos, que consisten en pasar un arado liviano entre las líneas y 2 deshierbes manuales entre plantas a fin de eliminar las especies invasoras, cortando sus raíces mediante el empleo de azadones. Simultáneamente con el primer deshierbe manual, el obrero realizará el coronamiento de cada planta, que consiste en arrimar tierra alrededor del tallo para luego calzarla. Durante esta actividad también se debe observar la presencia de brotes indeseables en las plántulas de eucalipto que pueden provocar la bifurcación del tallo, los que se eliminarán mediante el uso de tijeras.

En un segundo año se podrá realizar un rastreado mecánico entre líneas y un manual entre las plantas. Fuera de evitar la competencia con las malezas, es una actividad considerada como preventiva de incendios.

#### 8.4 Desrama

Dependiendo del producto que se deberá producir, la eliminación de los nudos y de las ramas (aproximadamente entre el tercer y quinto año), se torna práctica importante.

La desrama de ramas vivas (desrama artificial), produce menos perjuicios en la madera que la desrama natural.

En nuestro medio la desrama será una actividad realizada manualmente, de preferencia haciendo uso de serruchos y no de molosieras.

#### 8.5 Desbastes

Los desbastes son cortes parciales realizados en bosques que no completaron su ciclo de rotación. Se realiza esta actividad a fin de estimular el crecimiento de los árboles remanentes y aumentar la producción maderera.

La selección de los árboles destinados al corte intermediario debe considerar la posición relativa de cada individuo y las condiciones de la copa de los árboles, estado fitosanitario, vigor de los árboles y características de forma y calidad de los troncos.

Los desbastes podrán ser selectivos o sistemáticos.

Cuanto más uniforme sea el vuelo forestal, se recomienda efectuar desbastes sistemáticos.

Dependiendo del espaciamiento, rotación natural y comercial de la especie, rapidez de crecimiento y producto final de la plantación, el número y épocas de desbaste serán diferentes.

Existiendo datos epido-dendrométricos de la plantación, los desbastes serán identificados por los incrementos de crecimiento.

Normalmente en plantaciones de Pinus el primer desbaste no siempre tiene características económicas. Próximos desbastes deberán ser rentables económicamente.

### 8.6 Brotación

En bosques implantados con especies capaces de brotación, caso específico de los Eucalyptus, es posible obtener su regeneración por brotación después de cortes rasos.

Dependiendo de la especie se podrá activar la brotación en cualquier época del año. Muchas especies sólo podrán regenerarse en épocas de lluvias.

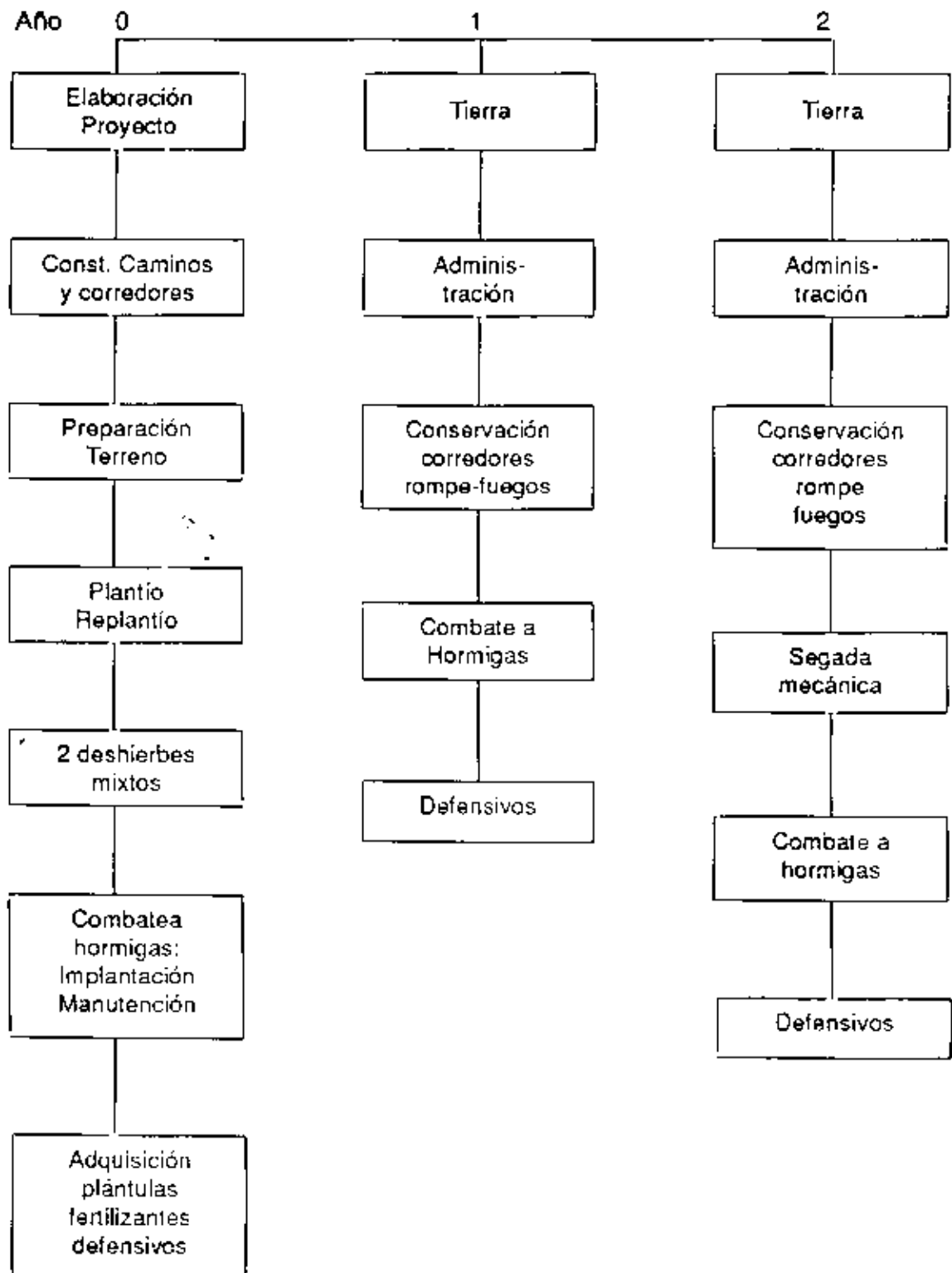
Normalmente la segunda brotación en plantaciones de Eucalyptus produce mayores rendimientos maderables. Se debe tener cuidado especial en que los tocos tengan superficie limpia de corte. Dependiendo de la especie, la altura del corte será diferente.

### 8.7 Conservación de vías de acceso y corredores

La conservación de las vías de acceso se realizará una vez por año mediante el uso de motorizadora, con la finalidad de mantener su perfil.

Al final del segundo o tercer año (probable), cuando las plantas hayan alcanzado una altura suficiente para eliminar naturalmente la competencia de las malezas, se considera lograda la plantación.

Cuadro 3. Planificación Esquemática del Establecimiento de Plantaciones Industriales





## 9. COSTOS DE IMPLANTACION

Para el cálculo del costo de implantación, se utilizará el valor presente, utilizando una tasa de descuento variable anual de 5 a 12% real.

### 9.1 Costo de la tierra

Se podrá suponer un costo hipotético de 500 \$us/Ha, como precio medio de la hectárea en ciertas regiones potencialmente aptas a la reforestación.

Como la tierra es usada para toda la vida del proyecto, como costo se considerará el valor presente, descontado de los intereses sobre el valor de la inversión en ese tiempo y con ocurrencia al final de cada año de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VPD (ct) = VT \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^t} \right] zt$$

VPD (ct) = Valor presente descontado de los costos anuales de la tierra  
 t = edad de corte

### 9.2 Costo de implantación y manutención

Los costos de implantación de bosques de Eucalyptus comprenden los costos operacionales y los costos de adquisición. Esta división no es con todo necesaria.

Los costos de fertilizantes, defensivos y costos de plántulas son denominados como costos de adquisición. En el costo de plántulas se considera la cantidad necesaria para una Ha más un 10% para posibles fallas.

Los costos de los defensivos se discriminan en costos de implantación que se realizan en el año cero y los costos anuales, que van hasta el momento del costo final o explotación. Los costos de fertilización son dependientes del nivel requerido.

### 9.3 Costo de combate a hormigas

El combate de la hormiga es una práctica que ocurre anualmente. En la implantación, estos costos a veces son más elevados en razón de los ataques más intensivos de la plaga. Para el cálculo, los costos de combate a hormigas,

normalmente son divididos en dos partes. La primera se refiere solamente a los costos que ocurren en el plantío (año cero).

La segunda es un costo anual (CA), que ocurre en todos los años hasta el corte final.

$$VPD (ch) = \frac{CA \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^z} \right]}{i}$$

VPD (ch) = Valor presente descontado de los costos anuales del combate a hormigas

CA = costo anual

#### 9.4 Costos de administración

Los costos de administración se consideran como costos anuales y generalmente corresponden a un 15% del costo total. En este caso se considerará 30 \$us/Ha. Estos costos se relacionan con el personal técnico calificado, con las oficinas, correos, teléfonos, luz eléctrica, etc.

Es un costo que se presenta al inicio del periodo y se podrá asumir 5,13 \$us/Ha. Se refiere a los costos de levantamientos de topografía y del trabajo del planeamiento del proyecto en sí.

## 10. CRONOGRAMA DE GANTT

El cronograma de Gantt y la red PERT/CPM permitirá establecer una lista completa de todas las actividades del proyecto, el número de personas involucradas en cada actividad, servicios recibidos, costos por actividad y la eficiencia de la planificación en general.

Reconocidas todas las fases del proyecto e identificadas cada una de las actividades, se podrá elaborar la red PERT/CPM a fin de tener un instrumento de planificación y control.

Se podrá optar por cualquier sistema de planificación, simplemente la red PERT/CPM es uno de los instrumentos que se podrá utilizar.

### 10.1 Personal

En este rubro se deben incluir todos los trabajadores, operarios, técnicos y demás personas que directamente estarán bajo la responsabilidad del proyecto.

### 10.2 Costos de administración

Se refieren básicamente aquellos costos fijos que existirán durante todo el proceso del proyecto.

### 10.3 Costos operacionales

Son los costos referentes a la actividad detallada de las diversas actividades del proyecto.

### 10.4 Servicios

Serán aquellos pagos a terceros por servicios prestados bien definidos, por ejemplo podrá ser el levantamiento topográfico, análisis de suelos, alquiler de omnibus, etc.

### 10.5 Costo total del proyecto

Será la suma de todos los costos efectuados. Se hace necesario presentar subtotales por actividad. El análisis económico de rentabilidad se procederá con esos valores.

### 10.6 Análisis económico

Se refiere al proceso de interpretación del costo-beneficio del proyecto como un todo.

## 11. BENEFICIOS DE LA IMPLANTACION DEL PROYECTO

Se solicitará un análisis de interrelación de los factores económicos - sociales - ambientales, una vez concluido todo el proceso de implantación del proyecto.

## VII. ACTIVIDADES DE APROVECHAMIENTO FORESTAL EN PLANTACIONES INDUSTRIALES

### 1. INTRODUCCION

Algunos países de América Latina hacen uso del término "Aprovechamiento Forestal", reservando la denominación de "Explotación" para aquellos recursos considerados no renovables. Hecha esta aclaración, podemos definirla como una etapa intermedia, a través de la cual, el producto bruto en pie (madera) es puesto en condiciones de ser utilizado en la etapa siguiente de procesamiento e industrialización.

Cuando se realiza una revisión bibliográfica sobre el tema, u observando informes publicados por las empresas, se encuentra que la mayoría de ellas desarrollan una planificación del aprovechamiento, adaptada a las condiciones en que cada una opera, de manera que resulta difícil obtener datos que permitan ser usados en estudios comparativos.

Por otra parte, en el agrupamiento de las actividades de aprovechamiento no es posible encontrar dos trabajos que clasifiquen de la misma manera las etapas y variables que intervienen en el aprovechamiento forestal.

En los sistemas de explotación propiamente dichos, se observa una gran variación en las formas y combinaciones debido a la localización de cada empresa, haciendo que difícilmente haya más de una empresa operando con un mismo sistema, agregando también que los criterios de planificación de la explotación forestal entre las empresas aún pueden ser empíricos.

### 2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

El presente capítulo tiene por objeto describir las actividades "básicas" del aprovechamiento de una plantación industrial dirigida a la producción de energía, pulpa y celulosa, etc., sin poner énfasis en el detalle técnico sobre la forma en que se ejecuta cada una de las actividades.

El conocimiento de las actividades que intervienen en el aprovechamiento, permitirá sobre todo la racionalización de los trabajos en uno de los ítems de mayor costo dentro de la actividad forestal.

La explotación forestal y el transporte probablemente son las actividades que concentran la mayor proporción de las inversiones en un bosque desde su implantación. Representan cerca del 35-70% del costo total de la madera colocada en el centro consumidor.

Por otra parte, el conocimiento de como se desarrolla cada una de las actividades, en un subsidio fundamental para la planificación de las operaciones, con el fin de establecer las rutinas de trabajo, la distribución de los recursos disponibles, la elección de alternativas y para interrelacionar dichas actividades, procurando la mayor eficiencia. Caso contrario no será posible el control, la coordinación, el estudio del trabajo, la medición de los tiempos de ejecución y de los rendimientos en general.

Quien se desempeña por primera vez como responsable de un "obraje", como también se llama comunmente a los establecimientos en explotación, luego de cometer los errores propios de la inexperiencia, llega a la simple conclusión de que en la planificación de las actividades se debe seguir un orden lógico para establecer la secuencia de tareas a ejecutar.

Cuando las empresas mantienen sus plantaciones en campos propios, la información necesaria generalmente está disponible para el planificador.

También se puede dar el caso que sea comprado el vuelo forestal en pie de terceros propietarios. Su aprovechamiento podrá ser por administración propia, por medio de contratistas, o por una combinación de ambas formas.

En este último caso es cuando adquiere mayor significación el estudio previo de la situación particular que se presenta. Más aún, este análisis debe ser hecho antes de la compra del plantío, lo que no siempre acontece. Unas veces por la urgencia de abastecer a los centros de consumo en épocas críticas o por falta de madera, dejando sin efecto los tiempos necesarios para una evaluación integral, y otras veces porque el bajo precio con que se compra la madera, es argumento suficiente para tomar un decisión.

### 3. PLANIFICACION OPERACIONAL A NIVEL DE CAMPO

Dependiendo de la estructura de las empresas y de sus esquemas operacionales, puede haber un equipo específico para esta actividad o se puede mantener bajo la responsabilidad de quién o quiénes tendrán a su cargo la fiscalización de los trabajos de aprovechamiento, lo que siempre será preferible. Lo importante es que quien planifique tenga un dominio de las operaciones, de los recursos disponibles y conocimiento de las actividades interligadas.

#### Consideraciones previas a la ejecución de los trabajos

El objetivo de esta actividad, es identificar las variables que afectan las operaciones del aprovechamiento, con anterioridad suficiente. Su impacto sobre el nivel de producción y de los costos podrá ser estimado y permitirá efectuar las correcciones sobre el plan original.

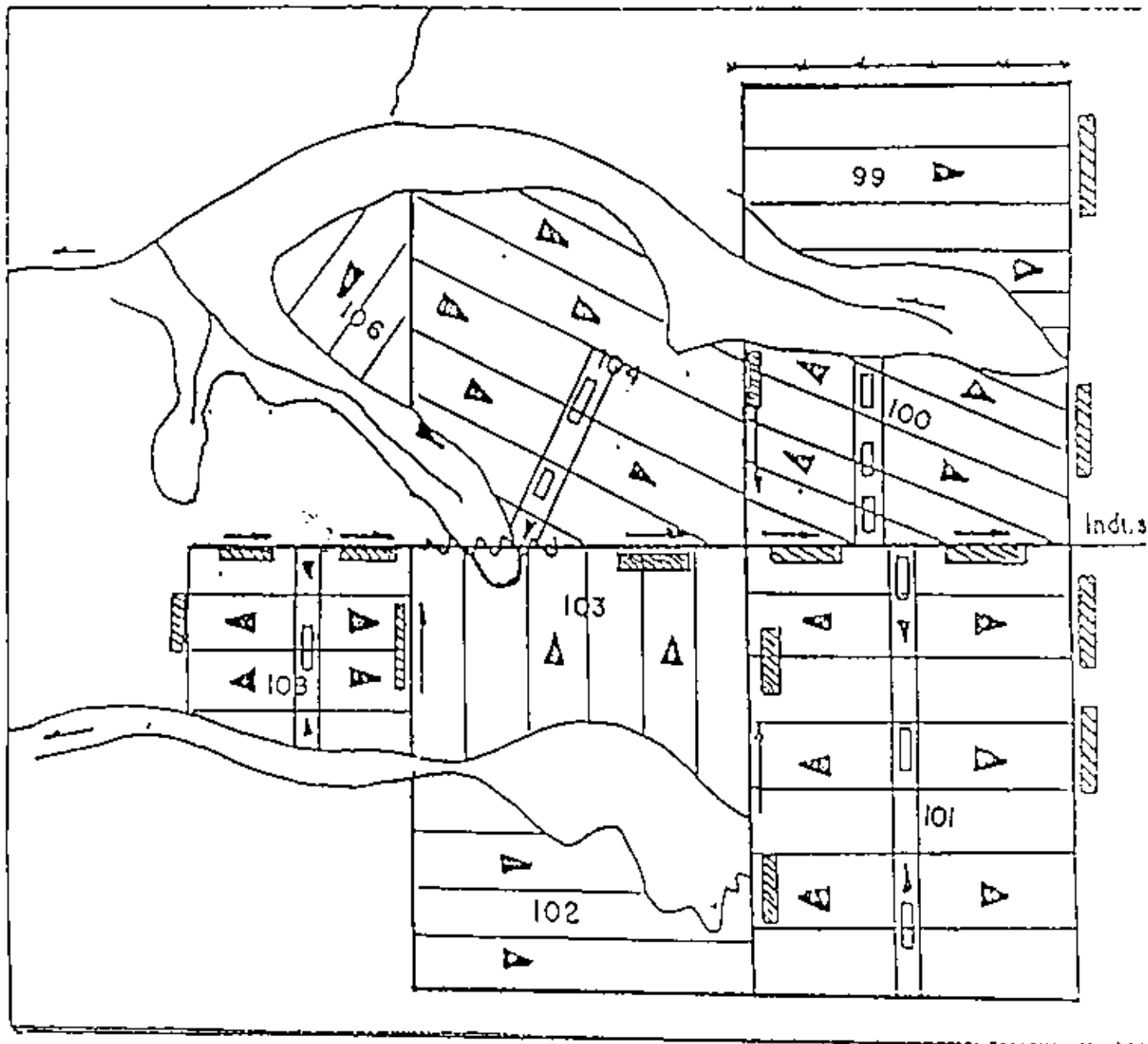
Esta acción debe ser hecha antes del inicio de las operaciones.

El responsable deberá contar con mapas en escalas apropiadas, de preferencia entre 1:10.000 - 1:15.000 para un plano general y escalas de 1:2.000 - 1:5.000 para la planificación de los rodales y parcelas de observación.

En el primero caso serán colocados datos sobre rutas, vías de saca secundarias, comunicación con la red viaria principal, puentes con sus respectivas capacidades de carga, etc.

En un mapa bien detallado (como se muestra en la Figura 2), deberá consignarse la estimación del volumen total y por parcela, edades de la plantación, fecha prevista para la iniciación y término del corte de la madera de los bosques, secuencia del corte, playas o patios de concentración de la madera, ubicación de los campamentos, talleres y garages, etc. Mayor información puede agregarse a medida que se van ejecutando los trabajos y conociendo el terreno más en detalle.

Figura 2. Plan de Aprovechamiento Forestal



Obs.:

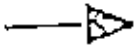






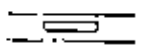


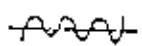


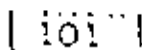
Volumenes: totais  $\frac{35.400 \text{ st}}{\text{p/ha}}$   $\frac{175 \text{ st}}{\text{Ha}}$ Produç:  $\frac{16 \text{ st}}{\text{H/dia}}$  Baldeo  $\frac{17 \text{ st}}{\text{eq/h}}$ Dist. media de baldeo  $\frac{280 \text{ m.}}$ Equip. p/baldeo Auto-cargableEquip. p/Transp. Trucks y carretas

Obs.

Secuencia Operacional - 101 - 100 - 99 -

104 - 103 - 102 - 103 - 106

## Simbología del Plan de Aprovechamiento Forestal

	Flujo de camiones cargados
	Secuencia operacional del corte
	Local para depósito de madera
	Sentido del alineamiento del plantío
	Sentido del flujo de baldeo
	Localización de las parcelas de muestreo
	Amontonado de curvas de nivel
	Ramal maestro
	Localización de la oficina de campo (trayller)
	Flujo de camiones vacíos
	Trecho del camino que será reformado
	Cerca
	Cuencas de contención
	Número del bloque de plantación



### 1. Conocimiento del terreno

El conocimiento de las condiciones del terreno es un factor fundamental que se debe tener en cuenta. La topografía y el grado de sustentación de los suelos tiene una gran incidencia sobre los costos de transporte, más si fuese necesario construir caminos y puentes.

La topografía, característica de adherencia, resistencia al rodamiento, determinan que se pueda o no utilizar un determinado tipo de máquina o equipo mecanizado.

Dependiendo de la topografía se obtendrán rendimientos diferentes para cada una de las operaciones del aprovechamiento forestal, tanto en los trabajos manuales como mecanizados.

Por tanto, será necesario contar con una buena información sobre textura, consistencia y sobre todo capacidad de carga de los suelos.

Contando con suficiente información sobre la capacidad de carga de los suelos sobre los que se habrá de transitar, será necesario confrontar esos valores con los que correspondan a la presión de la parte rodante de la maquinaria a emplearse.

### 2. Factores climáticos

De los factores que intervienen en la caracterización del clima, para el caso particular del aprovechamiento, los más importantes son las precipitaciones y la temperatura.

Lluvias fuertes y prolongadas pueden paralizar los trabajos por varios días, principalmente en suelos del tipo de los latosoles con gran porcentaje de arcilla en su constitución.

Este tipo de situación causa problemas económicos en relación a la estructura de costos, particularmente en la depreciación del equipo o de la maquinaria y en los intereses de los capitales de la actividad.

Para las máquinas forestales se calcula normalmente entre 1.500 y 2.200 horas de uso por año. Si la maquinaria solo trabaja de 1.000 a 1.500 horas caerá la curva de costos, reflejando un aumento de los mismos por hora trabajada.

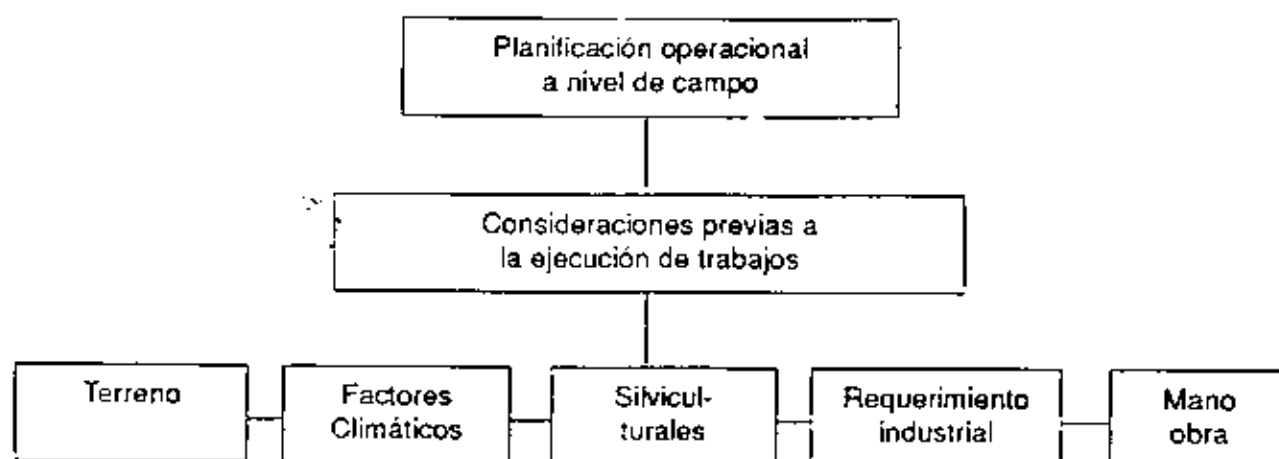
La experiencia indica que durante 24 horas después de una precipitación fuerte no se debe transitar con tractores o máquinas sobre caminos que no

tienen una superficie firme. No solamente baja el rendimiento del transporte, sino que principalmente los caminos se destruyen, haciendo difícil su transitabilidad.

Esto demuestra que las empresas se deben preocupar bastante por la construcción y conservación de los caminos forestales.

La temperatura es otro factor que afecta en el rendimiento de los motores y de los choferes. Como es de suponer también influirá sobre el rendimiento de los obreros que realizan trabajos manuales.

Cuadro 4. Esquema de Consideraciones Previas Necesarias en la Planificación Operacional



### 3. Aspectos silviculturales

Se refieren a las características propias de la especie y del plantío, que deben respetarse en las operaciones del aprovechamiento.

Es importante tener información sobre la forma de los árboles, presencia de ramas, variables dendrométricas como altura y diámetro, edad de corte y cantidad de los desbastes.

Las plantaciones industriales se diferencian de otros bosques por su intensiva explotación forestal a través de rotaciones cortas cuando el objetivo es producir madera para energía, pulpa y celulosa, lo que podría ser propicio en Santa Cruz de la Sierra, por la coincidencia entre las especies introducidas y las condiciones climáticas.

Si las especies introducidas, como el eucalipto, brotan de tacones, el sistema de manejo será el del régimen de fustar alto, a fin de conducir las brotaciones, produciendo de esta manera productos aptos para energía, aserrado o celulosa, dependiendo de lo que solicite el mercado.

Otro aspecto muy importante a considerar desde el punto de vista del aprovechamiento es el del espaciamiento. Este es un factor de gran incidencia en la fijación de la cantidad de plantas, de abono, costos de plantación, edad de rotación, y en los costos y rendimientos de la explotación.

Si bien la densidad inicial de una plantación está relacionada con el tipo de madera que se quiere obtener, también debe ser considerada la manera más racional y económica para retirar la madera en el momento del corte.

Cuando la plantación es realizada mecánicamente, con buena alineación en un espaciamiento de 3 x 2 m, se facilitará la mecanización en la retirada de la madera.

En el aprovechamiento de plantaciones de pino con espaciamientos reducidos, de 2 x 2 m o menores, no son aconsejables sistemas de desbastes, ya que el material que se obtendría en el primer corte, aún no alcanzaría un diámetro aprovechable comercialmente. Como consecuencia, después de ejecutarse el raleo quedará una gran cantidad de madera fina en el suelo con el consiguiente riesgo de incendios y un alto costo de explotación de la poca madera obtenida. Además se debe tener en cuenta la influencia notable del descortezado sobre el diámetro.

#### 4. Requerimientos de la industria y limitaciones del transporte

En este punto se deben considerar las cantidades y características de la materia prima requerida por los mercados principalmente en lo que se refiere a la madera con corteza o sin corteza, las dimensiones de los troncos (largo, diámetros mínimo y máximo).

Para leña y energía el largo del tronco comercial podrá ser de 1m con diámetros variables. Para celulosa el diámetro recomendable se sitúa entre 8 - 50 cm con un largo de 2m.

Otro tema que requiere ser tratado previamente, es el de las unidades de medida que serán utilizadas para cuantificar la producción y los requerimientos de los centros de consumo.

Muchas de las empresas madereras llegan a usar hasta tres padrones de medida simultáneamente: el estéreo (st); la tonelada (Tn) y el metro cúbico ( $m^3$ ).

La utilización simultánea de diferentes unidades de medida causa problemas en el pago de los empleados y contratistas, en la cuantificación del stock y en el análisis de los parámetros económicos.

Si el pago es por tonelada, al transporte le conviene la madera húmeda recién cortada, lo que genera mayores costos por el agua transportada.

No debe quedar fuera del análisis, una evaluación sobre la disponibilidad y capacidad de los equipos de transporte, así como de la posibilidad de contratarlos cuando se haga por servicio prestado. Una improvisación en este sentido puede significar un estrangulamiento en el abastecimiento de la madera.

#### 5. Disponibilidad de mano de obra y equipo mecánico

Teniendo como base el programa de abastecimiento del centro de consumo y más específicamente las cantidades y tipo de materia prima que se espera sean producidas en la explotación, se podrán calcular las necesidades de mano de obra y equipos necesarios para cada operación.

La migración de la mano de obra rural hacia los centros urbanos crea un serio problema para las empresas, que se ven obligadas a reclutar obreros de lugares más distantes, ofreciendo mayores salarios en un intento de atraer nuevos empleados.

Podrá ocurrir que la mano de obra no esté capacitada para realizar los trabajos forestales. Esto ocurrirá en regiones con plantaciones que datan de poco tiempo y con una población, en los alrededores, sin tradición forestal. Esta situación se presentará en muchas áreas en el país.

En esas circunstancias siempre será preferible reclutar obreros que trabajen en zonas de montes nativos, a fin de obtener rendimientos mayores con menores esfuerzos, por lo menos la experiencia así lo demuestra.

La falta de mano de obra calificada que se necesita en los sistemas mecanizados hará que varios sistemas no funcionen. Además de eso se debe tener en cuenta que, por ejemplo un operador de una grúa hidráulica necesita entre 6 meses a un año para operar eficientemente. No existiendo operarios calificados, habrá que optar por un sistema de trabajo más simple, con un bajo nivel de mecanización.

Esta situación estimulará a muchas empresas a intensificar la mecanización y al mismo tiempo intentar aumentar la productividad y los salarios de los

trabajadores. Esto permitirá aumentar la rentabilidad de las operaciones, como también minimizar el riesgo de paralizar las operaciones en determinados períodos del año.

En cuanto a la disponibilidad de equipos mecánicos, se debe prever, de acuerdo con la situación real y concreta, que estén disponibles y en condiciones de uso en la empresa o que puedan ser contratados. Existiendo los elementos necesarios se podrán adaptar los equipos a los requisitos de cada empresa.

#### 6. Infraestructura mínima necesaria

Cuando las empresas puedan aprovechar plantíos ubicados en locales propios, contarán con una infraestructura permanente, si bien varias empresas no siempre se preocuparán de incrementar o conservar sus instalaciones.

Este punto adquiere mayor relevancia cuando se aprovechan plantíos en propiedades de terceros, que normalmente no reúnen las condiciones mínimas de infraestructura para soportar una explotación, teniendo en frente tan solo el bosque implantado. Para eso será necesario revisar la red de caminos antes de iniciar los trabajos. Es costumbre considerar que en la producción forestal la construcción de caminos tiene primera prioridad.

Los caminos forestales deben prever un transporte de madera en cortas distancias dentro del campo y un transporte desde la explotación hacia los centros industriales.

La distribución óptima de las vías de extracción dependerá de varios factores (ecológicos, silviculturales, económicos, etc.).

Una fórmula teórica para estimar los costos totales de la extracción de la madera es la siguiente:

$$GK = (WK \times WD) + (RK \times RE \times dGZ) + (FK \times dGZ) - (N \times WD) \text{ Mínimo}$$

En que:

GK = depreciación anual de los costos de construcción de caminos, más los costos anuales medios de manutención.

RK = costos directos cuando el sistema es de arrastre, sumado a los costos indirectos (daños).

- FK = costos de transporte de la madera por camión
- dGZ = incremento medio anual por hectárea
- N = beneficios adicionales u otras ventajas de la red de caminos forestales
- WK, WD, RE = costos indirectos de transporte.

Por otra parte, las plantaciones forestales siempre tendrán un alto riesgo de incendios. En caso de ocurrir incendios, las vías de saca de distintos órdenes actúan como cortafuegos y permitirán llegar a los focos del siniestro.

Otro aspecto importante que se debe considerar, es la construcción de viviendas e instalaciones mínimas para el personal de acuerdo con las leyes laborales vigentes en el país. Oficinas de administración, taller mecánico, garages, depósitos y toda otra construcción que sea necesaria según la estructura y magnitud de la explotación, deberá ser planificada.

Tómese en cuenta que deberán existir y mejorar continuamente las posibilidades del abastecimiento de combustibles, lubricantes, repuestos y servicios para las motosierras en el momento de la explotación.

La explotación es la operación forestal más peligrosa y sujeta a constantes riesgos de accidentes.

Cuando las áreas de explotación se encuentran distantes de los centros urbanos, se debe prever una infraestructura mínima de atención local de primeros auxilios, y de transporte de accidentados o heridos hasta centros médicos urbanos.

#### 4. OPERACIONES DEL APROVECHAMIENTO

En el planeamiento de la instalación de un bosque industrial, se debe considerar el producto final de esas plantaciones.

Los rodales estarán consecuentemente formados y distribuidos en función del sistema de transporte del producto final.

Escogida la especie para la plantación, su espaciamiento y turnos de desbaste o brotación, se hace necesario pronosticar las variables dendrométricas en diversas edades, a fin de estimar sus producciones y su consecuente rendimiento maderable.

Conocido el pronóstico de producción, el precio de la madera o producto a ser explotado, se podrá calcular a cierta tasa de interés todos los costos y llegar a definir la rentabilidad económica.

#### 4.1 Programa de corte

Se refiere a la planificación de las actividades que serán realizadas en un lapso de tiempo muy corto.

Se eligen los rodales o parcelas de corte y se establece el orden en que se irán aprovechando.

Esta elección debe basarse en criterios prácticos, teniendo en cuenta la ubicación de los rodales o parcelas, las existencias en volumen de cada rodal, la inclinación del terreno, el método de transporte, ubicación de las playas o patios de concentración de la madera explotada, ubicación de las pilas para descortezado, localización estratégica de grúas, la necesidad de realizar trasbordos, etc.

#### 4.2 Apeo (volteo)

Esta operación consiste en el corte de los árboles realizado por un operario con motosierra, apoyado por uno o dos ayudantes, aplicando las técnicas de corte direccional para dar una orientación a la caída del árbol.

El rendimiento de esta operación sumada a la del picado o trozado del árbol, deberá estar en el orden de 5 a 8 st/hora trabajando un operador y un ayudante, con una motosierra de 4 HP y sobre terreno plano.

Si la operación se realiza en terreno accidentado el rendimiento baja a 2 - 5 st/hora/equipo.

En sistemas de explotación en plantaciones de pinos con alto grado de mecanización, el corte se hará con máquinas cortadoras-acumuladoras (feller-bruncher).

#### 4.3 Desgajado y acomodado de las ramas

Estas operaciones se refieren a la eliminación de todos los gajos (ramas) del tronco del árbol y el acomodado de todo ese material. Se recomienda concentrar estas actividades para cada 5 filas del plantío, para facilitar las operaciones posteriores.

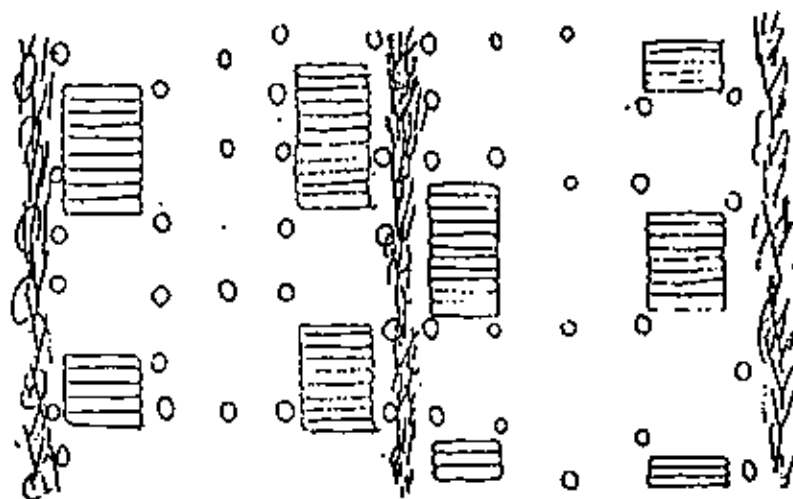
En la elaboración de la madera sin corteza es muy importante realizar trabajo de eliminación de ramas y nudos para evitar inconvenientes en el descortezado mecánico.

Los rendimientos de ésta operación estarán entre 10-12 st/hombre/día, trabajando un motosierrista y un ayudante.

#### 4.4 Marcación y trozado

Una vez que el árbol ha sido desgajado, el tronco será marcado en las dimensiones requeridas (normalmente de 1,50 a 2,20 m) y se procederá al seccionamiento con la motosierra. Luego la madera es acomodada en el sitio para facilitar la operación posterior.

Figura 3. Disposición en el campo después del corte en un sistema de aprovechamiento para madera corta.





La operación de desgaje, arrastre y apilado manual podrá tener un rendimiento de 6 a 8 st/hombre/día en terrenos planos y 0,4 st/hombre/hora en terrenos accidentados.

#### 4.5 Descortezado

El descortezado manual es realizado en el mismo sitio del corte con herramientas manuales, como hachas, machetes, palas, etc.

Estando la madera cortada a 2,20 m y apilada, se puede descortezar entre 4 y 6 st/día, utilizando solamente un hacha (especies con corteza mas o menos suelta).

Como el descortezado es una operación normalmente de bajo rendimiento, las empresas procurarán realizarla en forma totalmente mecanizada.

El descortezado puede ser hecho en la misma área del aprovechamiento (corte) o sobre los corredores al borde del plantío, con máquinas móviles tiradas por un tractor agrícola, conectadas a la fuente de fuerza del mismo tractor.

Trabajando con un equipo de 4 personas, compuesto por un tractorista, dos alimentadores de madera y un hombre que recibe y apila la madera descortezada. Se podrá producir alrededor de 120 st/día, correspondientes a 40 st/hombre/día.

#### 4.6 Carga y descarga

La operación de carga de la madera elaborada, siempre está vinculada al transporte, sea primario dentro de la explotación y principal cuando se carga directamente sobre los equipos que llevan la madera a los patios de los centros industriales de consumo.

##### 4.6.1 Carga manual

Normalmente se podrán presentar las siguientes situaciones:

- a) Carga manual sobre acoplado o carreta dentro de los rodales y descarga sobre el corredor en las cabeceras de los bosques o en las playas o patios de concentración de la madera.
- b) Carga manual directamente sobre el camión dentro del plantío.

Este sistema normalmente se utilizará en caso del corte final del pino y cuando el suelo permite la entrada de los equipos al área de corte. Este

sistema es el de menores costos, porque se elimina el transporte primario y no es necesario que la madera sea apilada sino solo acomodada para facilitar la operación.

- c) Carga sobre acoplado o carreta dentro de la plantación y trasbordo al camión sobre camino firme. Este sistema se lo realiza cuando los equipos no pueden entrar a la zona del corte, principalmente por falta de consistencia física del suelo.
- d) Carga manual directa sobre el camión en playas o patios de concentración. En este caso la madera se encuentra apilada aumentando así el rendimiento de la operación por el menor movimiento de los equipos. La altura de las pilas facilitará la carga.

Esta es una de las tareas que exigirá mayor esfuerzo de los obreros. Los equipos decargadores deberán estar formados por 6 personas como mínimo.

Un equipo de cargadores así formado podrá trabajar en dos turnos por día (uno por la mañana y otro por la tarde), pudiendo ser cargados y transportados cerca de 55 st o 30 Tn/día. O sea el rendimiento promedio sería de aproximadamente 18 st/hombre/día.

#### 4.6.2 Carga mecanizada

En esta operación se emplearán gruas hidráulicas montadas sobre tractores agrícolas o sobre chasis de camiones.

En países con tradición en reforestación (Brasil, Chile), la carga mecanizada está siendo cada vez más desarrollada, principalmente por la dificultad de conseguir mano de obra para este servicio.

Este trabajo exige mucho esfuerzo físico y habilidad en el manejo de las trozas (troncas). Además envuelve un alto riesgo de accidentes.

El cargamento mecánico también puede ocurrir en las mismas modalidades consideradas para la carga manual. La exigencia siempre será que la madera esté apilada y lo más concentrada posible para tener buenos rendimientos.

Las cargadoras estacionadas pueden tener un rendimiento de hasta 150 st por hora.

#### 4.7 Extracción

La extracción de la madera cortada se hace en primer lugar por un transporte primario dentro del rodal. Este es un transporte a corta distancia para retirar la madera y colocarla sobre caminos transitables para camiones, cuando no es posible su llegada hasta la zona de corte.

Este transporte puede hacerse utilizando tractores agrícolas, tractores forestales de ruedas articuladas (forwarders) o camiones de 2 ejes.

El tractor agrícola con acoplado o carreta, será posiblemente el equipo más utilizado para la extracción en terrenos planos o de muy poca inclinación.

El transportador autocargable (forwarder), fue proyectado para trabajar en sistemas de producción de maderas cortas. Son muy versátiles y tienen buen desempeño en inclinaciones de hasta un 32%. Algunas empresas en el Brasil utilizan este transportador autocargable, pero su costo de adquisición es muy elevado.

La posibilidad de uso de uno u otro tipo de transporte estará acondicionada a la disponibilidad de equipos, topografía del terreno, capacidad de aguante de suelo, distancia de transporte, espaciamiento del plantío y características empresariales.

#### 4.8 Descarga de madera en playas o patios de concentración

La madera extraída podrá ser descargada en los patios en forma manual o mecanizada, colocándola en forma aplilada (amontonada) para facilitar la operación siguiente del descortezado (si ha sido extraída con corteza), o para ser cargada sobre camiones.

#### 4.9 Carga sobre el camión y transporte principal

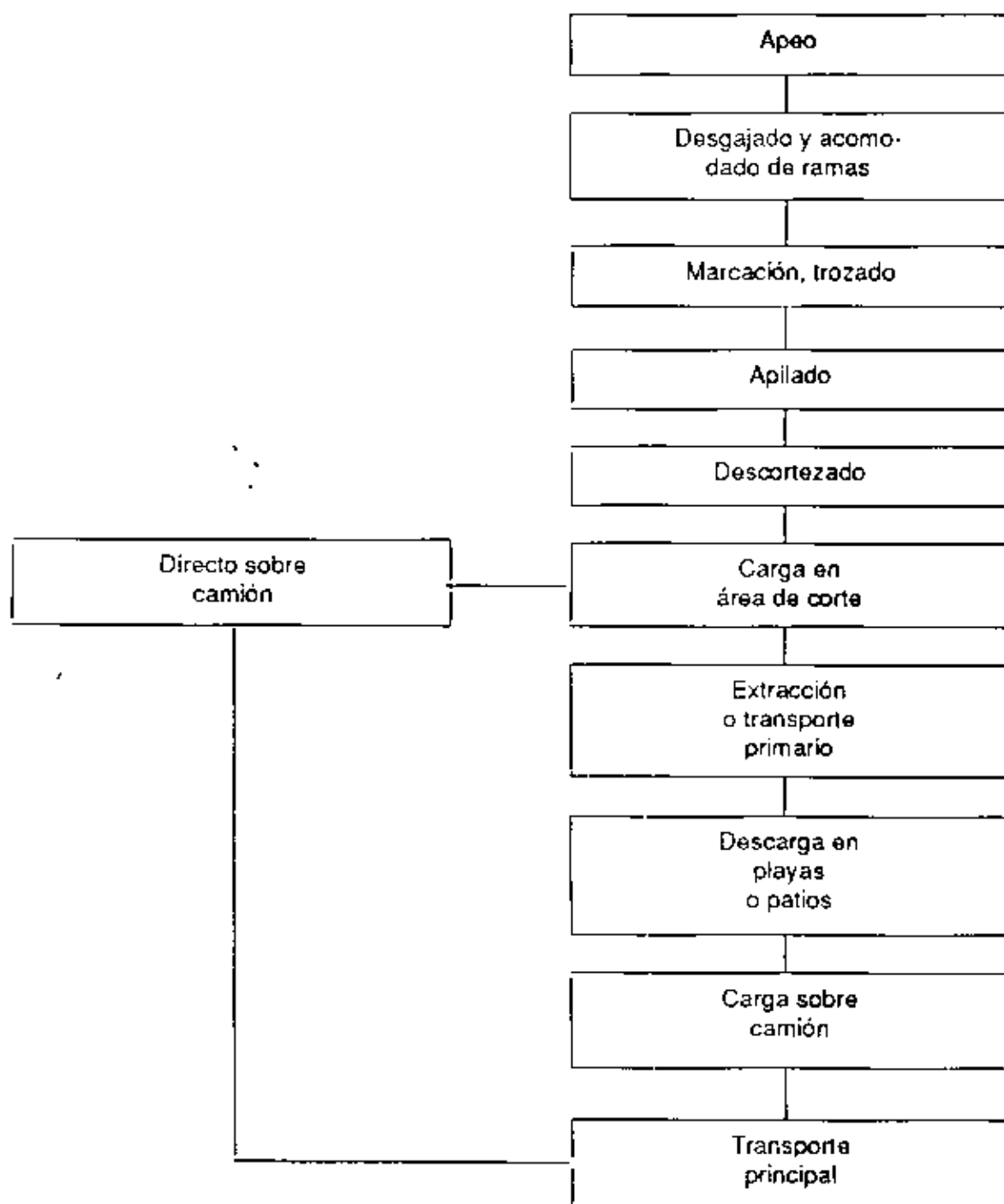
Finalmente la madera se carga sobre el camión en forma manual o mecanizada, para que pueda ser transportada hasta los establecimientos industriales o de consumo.

### 5. SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO

Conocidas en detalle las distintas operaciones del aprovechamiento forestal, puede implementarse una gran variedad de combinaciones entre actividades manuales y mecanizadas.

Por lo general las empresas desarrollarán sistemas propios de aprovechamiento, integrando los trabajos mecánicos y manuales, posiblemente con una tendencia clara a mecanizar aquellas operaciones de bajos rendimientos, como la actividad de la carga.

Cuadro 5. Flujo General de las Operaciones de Explotación



## VIII. MATEMÁTICA FINANCIERA

La matemática financiera es una parte de la matemática empleada en proyectos forestales, que permite efectuar la evaluación económica como en cualquier otro rubro de la economía. En forestería, el conocimiento de esta parte de la ciencia matemática es importante para la comparación de costos e ingresos que ocurren en puntos diferentes en el tiempo.

A continuación se definen los tipos de interés que se aplican en un proyecto:

Interés simple es el aumento que se introduce al capital inicial, sin ser acumulativo.

Interés compuesto es el interés acumulado sobre el capital inicial. Es decir, se paga interés sobre el interés ya introducido al capital.

Ejemplo de interés simple:

capital inicial	=	Bs 1.000
tasa de interés mensual	=	3%
cálculo:	$1.000 \times 0,03$	= Bs 30/mes
	$30 \times 12$	= Bs 360/año

Ejemplo de interés compuesto:

capital inicial	=	Bs 1.000	
tasa de interés mensual	=	3%	
aplicación	=	3 meses	
cálculo:	1º mes:	$1.000 \times 0,03$	= Bs 30,000
	2º mes:	$30 + (30 \times 0,03)$ $30 + (0,9)$	= Bs 30,900
	3º mes:	$30 + (30,9 \times 0,03)$	= Bs 30,927
			<hr/> Bs 91.827

Aplicando la fórmula padrón se tendrá:

$$C_n = \sum (C_0 + \text{Interés})$$

siendo que  $i = 12\%/año$  (siempre de acuerdo al período de capitalización  $t$ )

$t =$  período definido (mes, trimestre, año = período en que se acumula el interés sobre el interés)

Ejemplo de capitalización:

12% anual corresponderá a 1% mes

18% semestral corresponderá a 3% mes

$$C_0 = \text{Bs } 1.000$$

$$i = 3\%$$

$$n = 3 \text{ meses}$$

$$\begin{aligned} C_n &= C_0 (1 + i)^n \\ &= 1.000 (1 + 0,03)^3 = 1.092,727 \end{aligned}$$

síntesis:	1 <sup>a</sup> mes:	1.000	x	0,03	=	Bs	30,000
	2 <sup>a</sup> mes:	1.030	x	0,03	=	Bs	30,900
		30	+	30,9	=	Bs	60,900
	3 <sup>a</sup> mes:	1.060,9	x	0,03	=	Bs	31,827
		30,9	+	31,827	=	Bs	62,727
		30	+	62,727	=	Bs	92,727
		1.000	+	92,727	=	Bs	1.092,727

#### 1. FORMULACION MATEMATICA PARA UN SOLO VALOR (VALOR FIJO)

$C_0 =$  Capital inicial

$i =$  Tasa de interés por unidad de capital considerando el período de capitalización

$C_n =$  Capital final

$n =$  Número de unidades de tiempo o número de períodos de capitalización

Deducción de la Fórmula

$C_1 =$  capital inicial + interés

$$C_1 = C_0 + C_0i = C_0 (1 + i)^1$$

$C_2 =$  capital inicial del período 2 + interés

$$C_2 = C_1 + C_1i$$

$$C_2 = C_1 (1 + i)$$

$$C_2 = C_0 (1 + i) (1 + i)$$

$$C_2 = C_0 (1 + i)^2$$

$C_3 =$  Capital inicial del período 3 + interés

$$C_3 = C_2 + C_2i$$

$$C_3 = C_2 (1 + i)$$

$$C_3 = C_0 (1 + i)^2 (1 + i)$$

$$C_3 = C_0 (1 + i)^3$$

$$C_n = C_0 (1 + i)^n$$

Ejemplo 1

Un bosque de Pinus tiene hoy un volúmen comerciable de 300 m<sup>3</sup> de madera. Cuál será el volúmen comerciable de hoy proyectado a cuatro años en el futuro si el crecimiento volumétrico es de 6% anual?

$$C_0 = 300$$

$$C_n = ?$$

$$i = 6\% \text{ anual} = 0.06 \text{ por unidad}$$

$$n = 4$$

$$C_n = C_0 (1 + i)^n$$

$$C_n = 300 (1 + 0,06)^4$$

$$C_n = 300 (1,2625)$$

$C_n = 378,74 \text{ m}^3$
----------------------------

### Ejemplo 2

Habiéndose realizado un inventario forestal en un bosque natural se encontró un volumen comerciable de maza (*Swietenia macrophylla*) de 804 m<sup>3</sup>. Se sabe que el valor actual de mercado es de Bs 700.00/m<sup>3</sup>. Si el propietario de ese bosque explota y vende esa madera e invierte su dinero a 2,5% mensual, qué capital tendrá al final de 2 años.

$$1 \text{ m}^3 = \text{Bs } 700,00$$

$$\text{valor total de la madera} = 804 \times 700 = \text{Bs } 562.800$$

$$C_0 = \text{Bs } 562.800$$

$$C_n = ?$$

$$i = 2,5\% \text{ mensual} = 0,025 \text{ por unidad de capital}$$

$$n = 24 \text{ meses}$$

$$C_n = C_0 (1 + i)^n$$

$$C_n = 562.800 (1 + 0,025)^{24}$$

$C_n = \text{Bs } 1.017,951$
------------------------------

### Ejemplo 3

Proyección de exportación de madera aserrada.

En base a los datos del cuadro siguiente, es preciso hacer una proyección de la exportación de madera aserrada para el año 2000. Los valores están en 1.000 US\$ (datos reales)



Año	Valor Exportado US\$ x 1.000
1976	8.209
1978	9.580
1980	23.840
1982	9.920
1984	3.140
1986	15.080
1988	17.300

$i =$  tasa de crecimiento

Cálculo de  $i$  entre 1976 y 1988

$$C_{13} = 8.209 (1 + i)^{12}$$

$$i = \sqrt[12]{\frac{17.300}{8.209}} - 1$$

$$i = 6,4\% = \text{tasa promedio de crecimiento entre 1976 - 1988}$$

Usando esta tasa promedio se puede proyectar las exportaciones de madera aserrada para el año 2000

$$\begin{aligned} i &= 6,4\% \text{ anual} \\ C_0 &= 17.300 \text{ (año 1988)} \\ C_n &= ? \text{ (año 2000)} \\ n &= 12 \end{aligned}$$

$$C_n = 17.300 (1 + 0,064)^{12} = 36.420 \text{ US\$}$$

Observaciones: Si se parte del año 1976 con 8.209 US\$ se llegará a valores aproximadamente iguales ( $n = 24$ ). Esta es una manera simple y aproximada de hacer las proyecciones.

#### Ejemplo 4

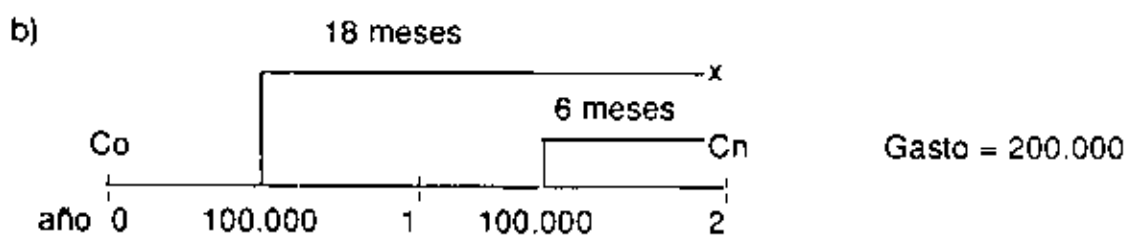
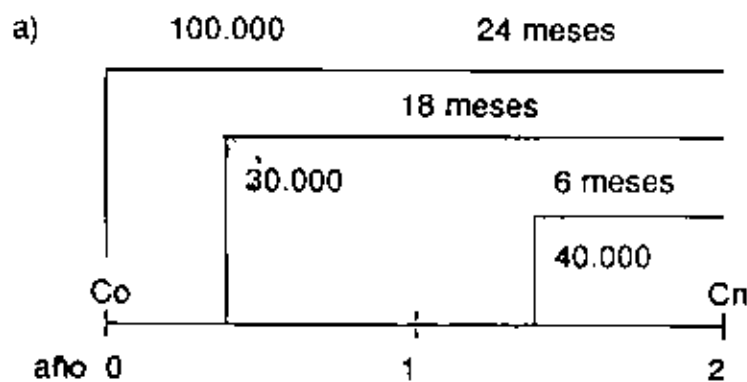
Un gerente forestal tiene dos alternativas para realizar la explotación de la madera:

- a) usando motosierras que tienen un costo de adquisición de Bs 100.000 y costos operacionales anuales de Bs 30.000 en el primer año y Bs 40.000 en el segundo año.
- b) hacer la explotación manual que tendría un costo total de la mano de obra de Bs 100.000/año.

Se considera que la tasa de interés es de 24% al año y la capitalización mensual.

Se desea determinar la mejor alternativa!

Procedimiento:  $n = 24$  meses  
 $i = 2\%/mes$



(costos hechos en el punto medio del año)

Para el análisis de la solución y encontrar la mejor alternativa, los gastos se deben colocar en el punto cero (inicio) o al final (punto 2).

Observaciones: adquisiciones no son costos de producción!

Cálculo con Valores Finales

$$\begin{aligned}
 \text{a) } C_n &= C_0 (1+i)^n \\
 C_{24} &= 30.000 (1+0,02)^{24} \\
 &42.847,38 \text{ Bs} \\
 C_{24} &= 40.000 (1+0,02)^6 \\
 &45.046,50 \text{ Bs} \\
 C_{24} &= 100.00 (1+0,02)^{24} \\
 &160.843,72 \text{ Bs} \\
 &= 248.737,60 \text{ Bs} \\
 \\
 \text{b) } C_{18} &= 100.000 (1+0,02)^{18} \\
 &142.824,62 \text{ Bs} \\
 C_6 &= 100.000 (1+0,02)^6 \\
 &112.616,24 \text{ Bs} \\
 &= 255.440,86 \text{ Bs}
 \end{aligned}$$

Consecuentemente la mejor opción será la alternativa "a"

Cálculo en base a Valores Iniciales

$$C_0 = \frac{C_n}{(1+i)^n}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a) } C_0 &= 100.000 = 100.000,00 \text{ Bs.} \\
 C_0 &= \frac{30.000}{(1+0,02)^6} = 26.639,00 \text{ Bs.}
 \end{aligned}$$

$$Co = \frac{40.000}{(1 + 0,02)^6} = 28.006,37 \text{ Bs.}$$

$$\text{Total} = \underline{154.645,37 \text{ Bs.}}$$

$$\text{b) } Co = \frac{100.000}{(1 + 0,02)^6} = 88.797,14 \text{ Bs.}$$

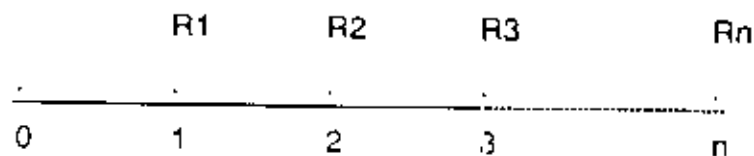
$$Co = \frac{100.000}{(1 + 0,02)^6} = 70.015,94 \text{ Bs.}$$

$$\text{Total} = \underline{158.813,08 \text{ Bs}}$$

Consecuentemente la mejor alternativa por el cálculo con valores iniciales será la "a". Es decir la conclusión es la misma no importa si se decide en base a valores actuales o finales.

## 2. PARCELAS PERIÓDICAS

### 1º CASO - sin entrada



$Co = Vo$	R	=	parcelas (valores periódicos)
	n	=	número de parcelas
	t	=	períodos de capitalización en el período de ocurrencia de las parcelas
	Vo	=	valor actual o inicial
	Vn	=	valor final

$$V_0 = \frac{R_1}{(1+i)^1} + \frac{R_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+i)^n}$$

Si las parcelas son iguales entonces

$$R_1 = R_2 = \dots = R_n$$

Para facilidad del manejo de las fórmulas se substituye

$$\frac{1}{(1+i)^t} = a$$

Consecuentemente

$$V_0 = Ra + Ra^2 + Ra^3 + \dots + Ra^n \quad (1)$$

Multiplicando todos los términos de (1) por "a", se tendrá

$$V_0 a = Ra^2 + Ra^3 + Ra^4 + \dots + Ra^{n+1} \quad (2)$$

Sustrayendo de la ecuación (2) la ecuación (1)

$$V_0 - V_0 a = Ra - Ra^{n+1}$$

$$V_0 (1 - a) = Ra (1 - a^n)$$

$$V_0 = \frac{Ra (1 - a^n)}{1 - a}$$

1. Sustituyendo "a" por

$$\frac{1}{(1+i)^t} = a$$

$$V_0 = \frac{\left[ R \frac{1}{(1+i)^t} \right] \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right]}{1 - \frac{1}{(1+i)^t}}$$

$$V_0 = \frac{R \frac{1}{(1+i)^t} \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right]}{\frac{(1+i)^t - 1}{(1+i)^t}}$$

$$V_0 = \frac{R \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right]}{(1+i)^t - 1}$$

en caso en que

$$t = 1$$

$$V_0 = \frac{R \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right]}{i}$$

### Ejemplo 5

Un bosque de Pinus de 10 Has. implantado en 1991 será explotado en el año 2.011. Los costos anuales de manutención son de 100 Bs. por Ha. Si la tasa de interés (real) es de 1% mensual, cual será el valor actual y final de los costos de manutención por toda la vida del proyecto? Considerar la capitalización mensual.

$$\begin{aligned}
 V_0 &= ? \\
 V_n &= ? \\
 i &= 1\% \text{ mensual} = 0,01 \\
 n &= 20 \text{ (anualidades)} \\
 t &= 12 \text{ (capitalización en 1 año)} \\
 R &= 100 \text{ Bs. por hectárea}
 \end{aligned}$$

100 Bs	100 Bs	100 Bs	100 Bs	100Bs	
1991	1992	1993	1994	2011	años

$$V_0 = \frac{R \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right]}{(1+i)^t - 1}$$

$$V_0 = \frac{100 \left[ 1 - \frac{1}{(1+0,01)^{20 \times 12}} \right]}{(1+0,01)^{12} - 1}$$

$$\begin{aligned}
 V_0 &= 716,10 \text{ Bs. por Ha.} \\
 &\text{en 10 Has.} = 7.161,00 \text{ Bs.}
 \end{aligned}$$

$$V_n = V_0 (1+i)^n$$

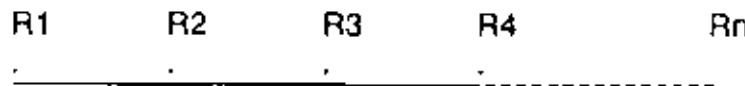
ó

$$V_n = R \frac{\left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right] (1+i)^n}{(1+i)^t - 1}$$

$$V_n = 7.800,16 \text{ Bs. por Ha. } , 6$$

$$78.001,60 \text{ Bs por } 10 \text{ Has.}$$

**2º CASO** - con entrada



La diferencia entre este caso y el anterior es que ahora la primera parcela ocurre en el momento cero o inmediatamente.

$$V_0 = R_1 + \frac{R_2}{(1+i)^1} + \frac{R_3}{(1+i)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+i)^{n-1}}$$

Sustituyendo

$$\frac{1}{(1+i)^t} \text{ por } a \text{ y haciendo que}$$

$$R_1 = R_2 = \dots = R_n$$

El valor inicial será:

$$V_0 = R + Ra + Ra^2 + \dots + Ra^{n-1} \quad (1)$$

$$V_{0a} = Ra + Ra^2 + Ra^3 + \dots + Ra^n \quad (2)$$

Relacionando las ecuaciones (2) y (1).

$$V_0 - V_{0a} = R - Ra^n$$

$$V_0(1 - a) = R(1 - a^n)$$



$$V_0 = \frac{R (1 - a^n)}{1 - a}$$

$$V_0 = \frac{R \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^{nt}} \right]}{1 - \frac{1}{(1+i)^t}}$$

$$V_0 = \frac{R (1+i)^t \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^{nt}} \right]}{(1+i)^t - 1}$$

### VALOR FINAL

1º Caso - sin entrada

Se sabe que

$$C_n = C_0 (1+i)^n \quad \text{es decir} \quad V_0 = V_0 (1+i)^{nt}$$

Es necesario observar que "nt" expresa el número total de periodos de capitalización.

$$V_0 = \frac{R \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^{nt}} \right]}{(1+i)^t}$$

Haciendo la sustitución

$$V_0 = \frac{R \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^{nt}} \right] (1+i)^{nt}}{(1+i)^t}$$

2º Caso - con entrada

$$V_0 = \frac{R (1+i)^t \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^{nt}} \right]}{(1+i)^t - 1}$$

Sustitución en  $V_n = V_0 (1+i)^{nt}$

$$V_0 = \frac{R (1+i)^t \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^{nt}} \right] (1+i)^{nt}}{(1+i)^t - 1}$$

### Ejemplo 6

Un empresario maderero desea comprar un complemento industrial y le son ofrecidas tres alternativas.

- pagar al contado 30.000 Bs.
- Pagar en 36 mensualidades de 1.300 Bs/mes
- Pagar 3 anualidades de 14.000/año

Cuál será la mejor alternativa si la tasa de interés es del 2% al mes?

Describiendo  $i$  : 0,02  
 $n$  : 36  
 $t$  : 1

a) Costo actual 30.000,00 Bs.  
 No existiendo entrada inicial:

b)  $\begin{array}{ccccccc} 0 & 1 & 2 & 3 & & & 36 \text{ meses} \\ & 1300 & 1300 & 1300 & & & 1300 \text{ Bs.} \end{array}$

$V_0 = 33.135,50 \text{ Bs.}$

c) Asumiendo prestaciones anuales de 14.000 Bs. (sin entrada)

$\begin{array}{ccccccc} & 14.000 & & 14.000 & & & 14.000 \\ & n=1 & & n=2 & & & n=3 \\ \hline & 1 & & 2 & & & 3 \text{ años} \end{array}$

$V_0 = ?$   
 $n = 3$   
 $t = 12$

$$V_0 = \frac{R \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^{nt}} \right]}{(1+i)^t - 1}$$

$$V_0 = \frac{14.000 \left[ 1 - \frac{1}{(1+0,02)^{12 \times 3}} \right]}{(1+0,02)^{12} - 1}$$



### 3.1 Costos Fijos

#### 3.1.1 Intereses

El capital utilizado en la adquisición de maquinaria (equipos y/o implementos), se debe computar como si estuviera rindiendo interés en la base similar del que es obtenido como si ese capital fuese colocado en el comercio. A esta característica es que se conoce como costos de oportunidad.

Los costos deben ser siempre calculados en base a un año.

$i$	=	interés
$C$	=	capital invertido
$i$	=	tasa del interés unitario (Ej. 10% = 0,1)
$I$	=	$Ci$

Uno de los varios procesos utilizados para calcular los intereses, es aquel que utiliza el capital medio en sus cálculos:

$$C_m = (C_i + S)/2$$

$$I = \frac{C_i}{2}$$

donde:

$C_m$	=	capital medio
$C_i$	=	capital inicial
$S$	=	chatarra o valor de reventa (10% de $C_i$ )

Cuando se desea o es necesario conocer el costo del interés por hora de uso de la máquina, se divide el costo del interés por el número medio de horas de uso anual ( $t$ ).

$$l(h) = I/t$$

donde:

$t$	=	número de horas de uso de la máquina por año
$I$	=	interés anual
$l(h)$	=	interés por hora de uso

### 3.1.2 Depreciación

Es la reducción del valor de la máquina o implemento debido a su uso (obsolescencia, desgaste, accidente, etc.)

La reducción es considerada desde el punto de vista del valor que debe ser reservado periódicamente, para recuperar el capital inicial empleado en la adquisición al final de la vida útil.

Existen muchos procesos o criterios de cálculo de depreciación pero el más común por su facilidad de uso, es el criterio que emplea la depreciación lineal.

$$D = \frac{Ci - VF}{N}$$

donde:

D = depreciación anual  
 VF = valor final de reventa o chatarra  
 N = vida útil del equipo en años

Para calcular la depreciación por hora se usa la fórmula

$$Dh = \frac{Ci - VF}{T}$$

donde:

Dh = depreciación por hora de uso  
 Ci = capital inicial  
 T = número de horas de vida útil de la máquina o implemento.

**Observación:** Muchas veces no se conoce la duración de la vida útil del equipo y de su valor final (VF). En estos casos se recomienda usar 10 años como vida útil y 10% del valor de compra como chatarra.

## 3.1.3 Seguros

El capital utilizado en la adquisición del implemento o máquina tiene necesidad de estar protegido por un seguro contra incendios, robo, accidente, etc.

El seguro corresponde a una tasa de 1 a 2% del capital asegurado por año,

$$Se = [Ci \times (0.01 \text{ ó } 0.02)] / t$$

donde:

Se = costo del seguro por hora de uso

Ci = capital inicial

t = número de horas de uso del implemento o equipo por año.

Si se desea conocer el costo del seguro por año, se sustituye t por 1 (uno).

## 3.1.4 Galpones

Todo implemento debe quedar protegido en galpones (depósitos), para aumentar su vida útil. Para calcular los costos de éste beneficio se establecerá una tasa de 1 a 2% sobre el capital inicial por año.

$$GAL = [Ci \times (0.01 \text{ ó } 0.02)] / t$$

donde:

GAL = costo del galpón (depósito) por hora de uso

Ci = capital inicial

t = número de horas de uso de la máquina (implemento) por año.

Colocando "t" igual a uno, se obtiene el costo anual del galpón.

"t" dependerá del tipo de máquina o implemento, de tal forma que para un:

tractor	t	=	1.000 horas/año
rastra	t	=	200 horas/año
arado	t	=	200 horas/año

### 3.2 Costos Variables o Costos Operacionales

Los principales costos variables son: combustible, lubricantes y reparaciones.

#### 3.2.1 Combustibles

En el caso de un tractor o equipo, el consumo de combustible (diesel) debe ser computado. En el uso de un tractor agrícola el consumo promedio podrá ser de 4 litros/hora, de tal forma que:

$$C_{cb} = \frac{4 \text{ litros}}{\text{hora}} \times \text{Precio del combustible} = \frac{\text{Bs \$}}{\text{hora}}$$

$C_{cb}$  = costos del combustible por hora

#### 3.2.2 Lubricantes

$$LUB = \frac{\text{Costo/litro} \times Q}{tR}$$

donde:

$LUB$  = costo del lubricante por hora

$Q$  = capacidad del tanque, y

$tR$  = intervalo de cambio en horas (efectivas).

#### 3.2.3 Reparaciones (mano de obra y piezas)

Algunos autores establecen el valor de la reparación entre 8 y 10% del capital inicial o bien el costo inicial dividido por el número de horas de la vida útil de la máquina:

$$REP = C_i \times (0,08 \text{ ó } 0,1)$$

### 3.3 Ejemplo

Cálculo del costo de un equipo forestal



- Precio del equipo : Forestry Ferguson  
FF 296 - 118 CV  
Bs. 15.370 (hipotético)
- Tasa anual de interés (i) = 14% al año
- Combustible Bs 0,28/litro
- Vida útil del equipo = 12 años
- Número de horas de uso por año = 1.000 Hrs.
- Valor de reventa (S = 10%) = Bs 1.537

## 3.3.1 Costos fijos

a) Interés:

$$I = Ci$$

$$I = 15.370 \times 0,14 = 2.151,80 \text{ Bs.}$$

$$Ih = \frac{Ci}{T}$$

$$Ih = 2,15 \text{ Bs.}$$

Observación: Para reducir el costo del trabajo será necesario elevar al máximo el número de horas de uso por año.

b) Depreciación:

$$D = \frac{Ci - VF}{N}$$

$$D = \frac{15.370 - 1.537}{12}$$

$$D = 1.152,75 \text{ Bs.}$$

$$Dh = 1,15 \text{ Bs.}$$

c) Seguros:

$$SE = \frac{Ci \times 0,02}{t} = \frac{15.370 \times 0,02}{1.000} = 0,31 \text{ \$/hora}$$

$$\acute{o} = 310,00 \text{ \$/año}$$

d) Galpones:

$$GAL = \frac{Ci \times 0,01}{t} = \frac{15.370 \times 0,01}{1.000} = 0,15 \text{ \$/hora}$$

$$\acute{o} = 154,00 \text{ \$/año}$$

### 3.3.2 Costos Variables

a) Combustible:

$$Vcb = \frac{4 \text{ litros}}{\text{hora}} \times 0,28 \text{ \$} = 1,12 \text{ \$/hora}$$

$$\acute{o} = 1.120,00 \text{ \$/año}$$

b) Lubricantes:

$$LUB = \frac{\text{Costo/litro} \times Q}{IR}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo/litro} &= 0,60 \text{ Bs.} \\ Q &= 10 \text{ litros} \\ tR &= 50,0 \text{ horas} \end{aligned}$$

$$\text{LUB} = \frac{0,60 \times 10}{50} = 0,12 \text{ \$/hora}$$

$$\text{ó} = 120,00 \text{ \$/año}$$

c) Reparaciones:

$$\text{REP} = \frac{Ci \times 0,1}{1.000} = \frac{15.370 \times 0,1}{1.000} = 1,54 \text{ \$/hora}$$

$$\text{ó} = 1.540 \text{ \$/año}$$

### 3.4 Costos de mano de obra (semi-fijos)

Los costos de la mano de obra podrán ser divididos en:

Costos Fijos:

- ejecutiva
- administrativa
- técnica

Costos Variables:

- especializada
- no especializada

Los costos de mano de obra se podrán dimensionar observando los tres grupos siguientes:

- a) Primer Grupo: obligaciones que inciden sobre la hoja(planilla) de pago y sobre los encargos directamente pagados con la contra-prestación de servicios.

Beneficios sociales, salario adicional, (familia, educación, maternidad), seguro de accidente 30%

b) Segundo Grupo: obligaciones que también hacen parte del salario

- Vacaciones:

$$\text{cálculo} = \frac{30}{365-30} = \frac{30}{335} \times 100 = 9,0\%$$

c) Tercer Grupo: décimo tercer salario

$$\text{cálculo} \left[ \frac{30}{360} \times 100 \right] = \frac{100}{12} = 8,33$$

$$\text{ó} \left[ \frac{1}{12} \times 100 \right] = 8,33\%$$

$$\begin{aligned} \text{cálculo acumulativo} &= \text{Salario} + 30\% + 9,0\% + 8,33\% \\ &= 1 \times 1,3 \times 1,09 \times 1,0833 = \\ &= 1.535 \text{ ó salario} + 53,5\% \end{aligned}$$

A estos 53,5% se deben "sumar" las licencias justificadas que en porcentaje varían de empresa en empresa. Se usa normalmente 10%. (Así  $1.535 + 10\% = 1.535 \times 1,1 = 1.6885$  ó 68,85%)

En el caso del ejemplo, considerando el salario de un operador de equipo, en el orden de Bs. 360,00 por mes, su salario será calculado de la siguiente forma:

- Salario mensual + (total del 1er.grupo + total del 2do. grupo + total del 3er. grupo)
- Salario Mensual + Encargos

$$\begin{array}{rclcl} 360,00 & + & 53,5\% & = & \\ 360,00 & \times & 1,535 & = & 552,61 \text{ Bs.} \end{array}$$

El salario mensual será Bs. 552,61 (efectivo)

Cálculo del salario por hora:

$$\frac{S_m \times 12}{t}$$

donde:

$$\begin{array}{l} S_m = \text{salario mensual} \\ t = \text{tiempo de servicio en horas por año} \\ (t = 1.000) \end{array}$$

$$\frac{552,61 \times 12}{1.000} = 6,63 \text{ \$/hora}$$

$$\text{ó } 552,61 \times 12 = 6.631,32 \text{ \$/año}$$

Se considera que el operador solamente maneja el equipo y que trabaja efectivamente 1.000 horas año.

Cuadro 6. Resumen del Costo Total Final

	COSTO ANUAL	COSTO POR HORA	%
<b>Costos Variables</b>			
· combustibles	1.120,00	1,12	8,50
· lubricantes	120,00	0,12	0,91
· reparaciones	1.540,00	1,54	11,68
<b>Subtotal</b>	<b>2.780,00</b>	<b>2,78</b>	<b>21,09</b>
<b>Costos Fijos</b>			
· intereses	2.151,80	2,15	16,31
· depreciación	1.152,75	1,15	8,73
· seguros	310,00	0,31	2,35
· galpones	154,00	0,15	1,14
<b>Subtotal</b>	<b>3.768,55</b>	<b>3,77</b>	<b>28,53</b>
<b>Costos semi-fijos</b>			
· operador	6.631,32	6,63	50,30
<b>TOTAL</b>	<b>13.179,87</b>	<b>13,18</b>	<b>100,00</b>

## IX. CRITERIOS DE EVALUACION DE PROYECTOS

### 1. INTRODUCCION

Los "programas" establecen objetivos generales, para los cuales no se identifican detalles de los recursos necesarios, ni de los cronogramas fisico-financieros.

Un "proyecto" es normalmente una parte de un programa. Tiene objetivos y metas bien definidas. Las cantidades y los valores de los insumos o factores que se necesitan deben estar detallados. Lo mismo pasa con los productos que se van a producir. El flujo de caja (costos e ingresos), también deben estar determinado.

Proyectos de inversión, consideran la inversión del capital como un riesgo con la finalidad de obtener ingresos.

Definido el objetivo de un proyecto, el segundo paso será la correcta identificación de los insumos necesarios (cantidad, precios y su distribución temporal) y de los productos a ser generados (cantidades, valores y su distribución temporal)

Para todo proyecto es importante identificar su duración, es decir, su horizonte.

Horizonte de planeamiento, es el tiempo durante el cual se estima que el proyecto irá a operar (tener su correspondiente vigencia).

Horizonte de datos se refiere al período de tiempo en el cual se puede estimar con razonable precisión, los flujos de caja de los costos de los factores y de los ingresos de los productos.

En las inversiones entre proyectos, dos o más proyectos son llamados incompatibles o mutuamente exclusivos si la ejecución de uno hace que los demás sean rechazados.

**Ejemplo:** Rutas alternativas de una carretera, localizaciones alternativas de un aeropuerto.

Selección de espaciamientos, niveles de fertilización, etc.

Dos o más proyectos son llamados dependientes, cuando el flujo de caja de uno, está en función de la ejecución o no del otro proyecto.

Dos o más proyectos son llamados independientes, si el flujo de caja de uno de ellos, no está en función de la ejecución o no del otro.

En la evaluación de proyectos deben ser considerados aspectos de orden como:

- técnico
- económico
- financiero
- social
- político

Los análisis que fueron realizados consideraron solamente el punto de vista económico. Se supone que el proyecto será factible también bajo los demás puntos de vista.

Se presentaron dos grupos de criterios de evaluación económica; aquel que no considera la variación (el valor) del capital en el tiempo y aquel que considera esta variación, es decir que asume la premisa de una tasa de interés positiva.

Con estos criterios de evaluación se identificará si los proyectos examinados son económicamente viables, procediendo a la ordenación de los mismos en relación a sus grados de factibilidad.

## 2. METODOS QUE NO CONSIDERAN EL VALOR DEL CAPITAL

Un problema que comunmente acontece en la vida empresarial es la necesidad de decidir entre varias alternativas posibles de inversión (unas deberán ser escogidas en contraposición de otras).

Generalmente el abandono de determinadas hipótesis o soluciones, para que otras puedan ser escogidas, acontece debido a la escasez de recursos para atender a todas ellas simultaneamente.

El problema de la limitación de recursos está en el origen de la propia ciencia económica. En caso que los recursos financieros fuesen abundantes, el problema de la selección de alternativas no existiría.

Para analizar en forma objetiva los diferentes criterios de selección, se debe iniciar haciendo algunas consideraciones preliminares y estableciendo ciertos conceptos básicos.

Los factores que serán analizados pueden ser clasificados en dos grupos:

- objetivos y
- subjetivos.

Factores objetivos son aquellos que pueden ser medidos, cuantificados y cuya comparación es independiente de consideraciones u opiniones personales, que se diferencian de un individuo para otro.



El principal factor objetivo que será analizado es la rentabilidad de la inversión, vale decir la ganancia o beneficio obtenido por unidad de capital aplicado y por unidad de tiempo.

Factores subjetivos son aquellos que no permiten su cuantificación o medición. No por eso serán menos importantes en el proceso de decisión. En este grupo se sitúan los factores sociales, políticos, administrativos, estratégicos, comerciales, etc.

En el presente documento no se tratará de los objetivos subjetivos, pues cada uno de estos merece un examen detallado y especializado. Se limitará a la comparación de los factores objetivos a través de tres métodos de evaluación y selección de proyectos de inversión en que no se consideran tasas de descuento, abordando las ventajas y desventajas de sus aplicaciones.

El presente capítulo se resume a exponer los métodos de evaluación de proyectos con tasa de descuento nula, mostrando sus ventajas y desventajas. No se definirá por tanto, cual será el mejor o peor método debiendo quedar la decisión con el evaluador.

## 2.1 Consideraciones teóricas para la evaluación económica de proyectos

Un proyecto de inversión, es aquel en el que existe aplicación de determinado capital, con la finalidad básica de obtención de ingresos.

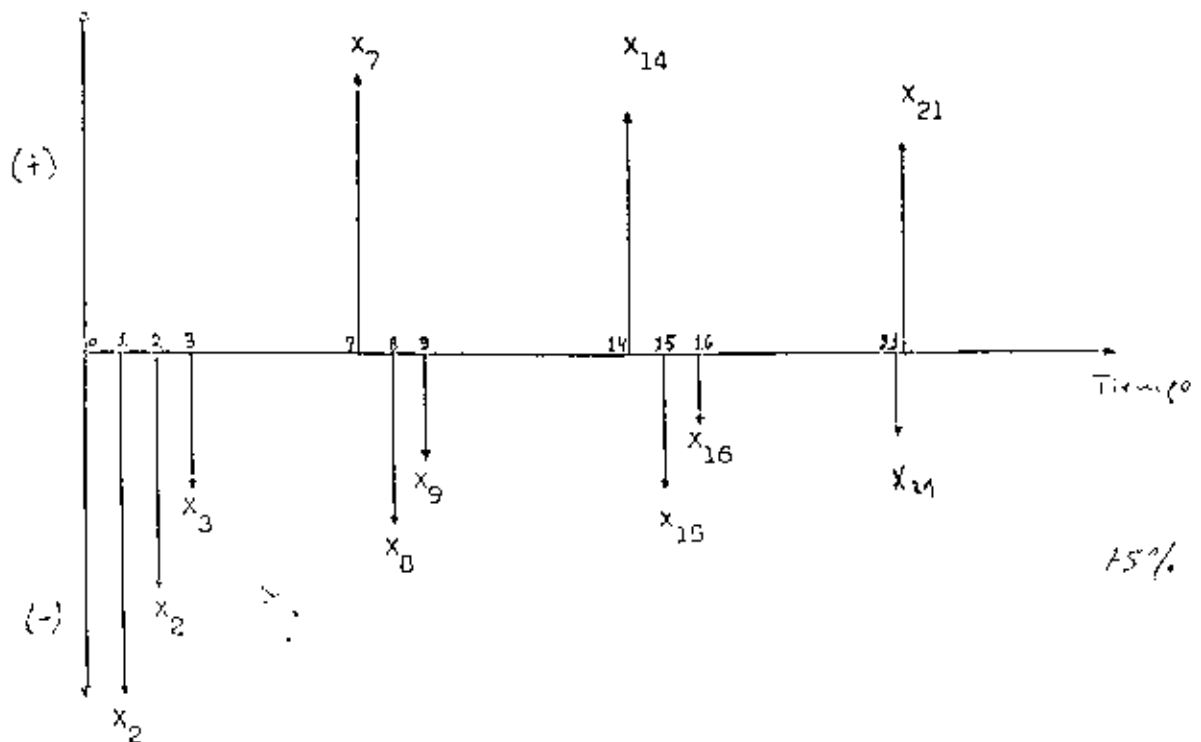
Siendo así, se supone que todos los insumos y productos relacionados con el proyecto puedan ser cuantificados en términos monetarios.

Corresponde indicar que el flujo de caja, o sea los ingresos y egresos son considerados a través de secuencias de números reales.

$$X_j ; j = 1, 2, 3, \dots, n$$

donde  $X_j$  representa el ingreso líquido de cada período,  $j$  el cual está representado como flujo de caja asociado al proyecto durante el  $j$ -ésimo período.

Figura 4. Esquema de un Flujo de Caja de un Proyecto de Inversión en Plantaciones Industriales.



La Figura 4 representa el flujo de caja de los ingresos líquidos para el período de una vida útil de 21 años de un proyecto de inversión en reforestación industrial. Se puede observar claramente que la plantación será considerada como proyecto de inversión de tipo no convencional, pues se presenta más de una variación de signo en su flujo de caja. Las tres variaciones de signo positivo se refieren a dos cortes rasos (a los 7 y 14 años) y al corte final. Corresponde resaltar que no se tomó en consideración ningún otro ingreso posible que la plantación pueda tener.

## 2.2 Métodos de evaluación de proyectos con tasa nula de descuento

El Método de Tasa Nula de Descuento (TND) es más utilizado en áreas en las cuales el progreso tecnológico se desarrolla en forma acelerada. Un inversionista al decidir por la compra de un determinado equipo en muchos casos no se interesa por los factores tales como costo del equipo, duración e ingresos esperados, sino más bien por informaciones sobre la posibilidad de surgimiento en el mercado de equipos más modernos y productivos, que precozmente puedan hacer que el equipo comprado se vuelva obsoleto y pierda la capacidad de concurrencia en el mercado.

Los métodos que se describirán no llevan en consideración la variación que el capital puede sufrir con el tiempo.

Los métodos son los siguientes:

- Tiempo de retorno o recuperación del capital invertido (pay-back period)
- Razón ingreso/costo
- Razón ingreso medio/costo

### 2.2.1 Tiempo de retorno del capital invertido

Este método consiste en determinar el espacio de tiempo necesario para la inversión, y el período de reposición de los recursos aplicados.

El proyecto o la alternativa que más rápidamente retorna el capital invertido, será el más conveniente, según éste criterio.

Tratándose de proyectos simples, se usa la misma unidad de tiempo, para intervalos entre los flujos de caja consecutivos. El tiempo de recuperación del capital invertido será dado por la siguiente fórmula:

$$T = X_0/R$$

donde:  $X_j = R$  para  $j = 1, 2, \dots, n$   
 siendo  $T =$  tiempo de recuperación del capital (años)  
 $X_0 =$  costo inicial (US\$)  
 $R =$  ingreso constante

Si  $R$  no fuese constante:

$$\sum X_j \leq X_0$$

Donde  $z$  (sumatoria de  $X_j$  de  $j = 1$  a  $z$ ) es una parte entera de  $T$ . Cuando hubiese igualdad lógicamente  $T = z$ . Cuando no fuese, la parte fraccionaria de  $T$  será determinada suponiendo que el ingreso a ser verificado en la época será  $z + 1$ . Consecuentemente se podrá admitir un crecimiento lineal, a partir de cero entre el período  $z$  y  $z + 1$ . De esta forma la parte fraccionaria se procederá a determinar por

$$f = \frac{X_0 + \sum X_j}{X_{z+1}}$$

El proyecto o la inversión que presente el menor tiempo de recuperación del capital será el más viable, según éste método.

Ventajas:

- a) Es de gran utilidad en sectores donde el cambio de tecnología se presenta rápidamente.
- b) Es de fácil aplicación.

Desventajas:

- a) No toma en consideración los ingresos ocurridos después de la recuperación del capital.
- b) No considera la variación del capital en el tiempo.
- c) No define el tiempo adecuado de recuperación del capital, quedando la decisión a criterio del evaluador.
- d) No considera el orden de ocurrencia de los ingresos.

### 2.2.2 Razón Ingreso/Costo

Consiste en dividir la sumatoria nominal de los ingresos, durante la vida útil del proyecto, entre la sumatoria nominal de los costos.

La razón máxima ocurrirá cuando las utilidades son mayores, por unidad de costo:

$$R = \frac{\sum X_j}{X_0}$$

Donde la sumatoria de  $X_j$  será de  $j = 1$  a  $n$ . Lógicamente la inversión que proporcione un  $R < 1$  será considerado no viable económicamente. Cuanto mejor sea la razón "R", mayor será la preferencia de la inversión.

Ventajas:

- a) Considera todos los ingresos ocurridos después de la recuperación del capital invertido.

Desventajas:

- a) No considera la variación del capital invertido con el tiempo.

- b) No establece el valor del costo, que hace la inversión viable.
- c) No considera el orden de ocurrencia de los ingresos.

### 2.2.3 Razón Ingreso medio/costo

Consiste en dividir la media aritmética de los ingresos entre la inversión inicial, incluyendo los ingresos nulos.

Esta relación se la expresa matemáticamente por la fórmula:

$$Rm = \frac{\sum X_i / n}{X_0}$$

La viabilidad de la inversión estará relacionada a una razón positiva ( $Rm$ ). Cuanto mayor la razón  $Rm$ , mayor será la preferencia de la inversión.

Ventajas:

- a) Considera todo el tiempo de ocurrencia de los ingresos.

Desventajas:

- a) No considera la variación del capital con el tiempo.
- b) No considera el orden de ocurrencia de los ingresos.
- c) El orden de preferencia no corresponde a la lógica, o sea no coincide con el buen sentido.

## 2.3 Conclusiones

Estos métodos son de gran utilidad en la práctica de evaluación de proyectos a corto plazo debido principalmente a la simplicidad de sus aplicaciones.

El método del tiempo de recuperación del capital es el más utilizado. Esto se debe a la preferencia por la recuperación rápida del capital invertido y también por la aplicación de los sectores donde ocurre cambios rápidos de tecnología. Este método contribuirá a que los inversionistas atribuyan gran importancia al rápido retorno del capital, buscando de ésta forma fijar valores límites superiores bastante bajos para el tiempo de recuperación de ese capital.

Los métodos de evaluación de proyectos que no consideran el valor del capital en el tiempo, a pesar de todas las deficiencias analizadas, debido a la facilidad de aplicación son de intenso uso en los países de economía estable (de bajo nivel inflacionario). Inclusive en esos países, el empleo de éstos métodos es el apropiado en alternativas de inversión de corta duración. En países con altas tasas de inflación y altas tasas reales de descuento, no se aconseja el uso de métodos que no consideren el valor del capital en el tiempo.

En el sector forestal donde los proyectos tienen en general un horizonte a largo plazo e ignoran variables como costos en dinero (tasa x tiempo), estos métodos podrán producir resultados inconsecuentes.

#### 2.4 Ejemplos de aplicación

##### Ejemplo 1

Se supondrá que se tiene una oportunidad de aplicación de Bs\$ 600.000,00 en cinco proyectos, los cuales son compatibles e independientes, cuyos flujos de caja están representados en el cuadro siguiente:

Cuadro 7. Flujos de Caja de cinco proyectos independientes.

Proyecto	Costo Inicial $X_0$	Ingresos Líquidos Anuales (Bs)			
		X1	X2	X3	X4
A	600.000	60.000	200.000	340.000	510.000
B	600.000	200.000	200.000	200.000	200.000
C	600.000	250.000	250.000	400.000	
D	600.000	300.000	300.000	100.000	
E	600.000	200.000	400.000	700.000	

La selección del método de evaluación, será importante en caso de dudas entre dos o más proyectos.

Cuando se haga necesario considerar los ingresos generados después de la recuperación del capital invertido, se puede optar por el método de la razón ingreso/costo, ya que éste contempla toda la vida útil del proyecto.

Por otro lado, a pesar de poseer el método razón ingreso medio/costo, la ventaja de considerar el tiempo de generación de los ingresos, su uso es bastante deficitario, debido a los resultados ilógicos.

Se puede concluir que los métodos que no consideran el valor del capital en el tiempo, o sea que no toman en cuenta la existencia de tasas de interés positivos, pueden conducir a resultados inconsistentes diferenciándose de los obvios para la selección de proyectos.

Por tanto, todos estos métodos presentan algunas dificultades. La selección del método dependerá del objetivo de la evaluación, a fin de determinar el menor tiempo de recuperación del capital o cuales ingresos hagan al proyecto viable.

Así el evaluador será el que tomará la decisión para la evaluación del método.

Con la aplicación de los tres métodos de evaluación se tendrá la siguiente clarificación:

Cuadro 8. Resultado de la evaluación de los 5 proyectos.

Proyecto	Met. TND	Orden Pref.	Met. R	R/C Orden Pref.	Met. Rm	Rm/C Orden Pref.
A	3,00	3	1,85	2	0,45	3
B	3,00	3	1,33	4	0,33	5
C	2,30	2	1,50	3	0,50	2
D	2,00	1	1,17	5	0,39	4
E	2,00	1	2,17	1	0,72	1

Se observa que a través del método del tiempo de retorno del capital, el orden de preferencia fue el mismo para los proyectos D y E, y para A y B. Esto confirma que éste método puede presentar resultados inconsistentes, en lo que se refiere a la selección de las alternativas. La explicación para esta situación, es que no existen consideraciones de preferencia por el atraso de ingresos y tampoco se consideran los ingresos ocurridos después de la recuperación del capital.

A través del método de la razón ingreso/costo se puede notar que el orden de preferencia de los proyectos fue alterado en vista que el método se caracteriza por tomar en consideración los ingresos ocurridos después de la recuperación del

capital invertido. Entre tanto, existe el inconveniente de no considerar la variación del capital en el tiempo y no considerar el orden de generación de los ingresos.

En el método de la razón ingreso medio/costo, el proyecto E se mantiene en el mismo orden de preferencia, por ser evidentemente el mejor. Los proyectos subsecuentes no mantienen el orden de preferencia anterior, por no tomar en cuenta la preferencia del atraso de los ingresos.

### Ejemplo 2

Tres proyectos de plantación de especies nativas compatibles e independientes entre sí tienen oportunidad de ser implantados por determinado propietario.

El costo de implantación y los ingresos líquidos probables se muestran en el cuadro 9.

Se pide determinar el orden de preferencia a través de los métodos descritos.

Cuadro 9. Flujos de Caja de tres proyectos implantados.

Proyecto	Costo Inicial X <sub>0</sub>	Ingresos Líquidos Anuales (Bs\$)				
		X1	X2	X3	X4	X5
A	200.000	20.000	140.000	240.000	280.000	-
B	200.000	25.000	120.000	255.000	300.000	-
C	200.000	40.000	100.000	210.000	230.000	100.000

Con la aplicación de los tres métodos de evaluación se tendrá:

Cuadro 10. Orden de Preferencia del Análisis de Evaluación.

Proyecto	Met. TND	TND Orden Pref.	Met. R	R/C Orden Pref.	Met. Rm	Rm/C Orden Pref.
A	2,20	1	3,4	3	0,85	2
B	2,26	2	3,5	2	0,87	1
C	2,34	3	3,9	1	0,78	3



Por lógica, la preferencia por el proyecto C sería la más acertada, a pesar de no ser confirmada por los métodos de tiempo de recuperación del capital y razón ingreso medio/costo. Por otro lado el método de la razón ingreso/costo confirma tal preferencia.

El método deberá ser definido por el evaluador de acuerdo con los objetivos de evaluación.

De un modo general, el método del tiempo de retorno del capital es el más utilizado, debido a su simplicidad, la preferencia por la recuperación rápida del capital invertido y por la adaptación a sectores donde el cambio tecnológico se realiza rápidamente.

El método de la razón ingreso/costo es utilizado en circunstancias donde se pretende poner en consideración los ingresos después de la recuperación del capital invertido, pues se considera toda la vida útil del proyecto.

El método de la razón ingreso medio/costo, es bastante utilizado en los casos en que se tienen ingresos y gastos constantes periódicamente, pues se considera el tiempo de generación de los ingresos.

### 3. METODO DEL VALOR ACTUAL

Frecuentemente los inversionistas se encuentran con el problema de selección, de la mejor inversión de una serie de propuestas alternativas. La pregunta básica será, como se realiza la selección de la mejor opción? ó que se entiende por la mejor inversión?.

Varios son los métodos usuales de selección y evaluación de alternativas de inversión. Cada uno de ellos parte de determinadas premisas, no existiendo un consenso general en cuanto al más indicado.

Normalmente los beneficios de un proyecto de inversión repercuten favorablemente en el futuro.

Algunos de los costos incurridos en el proyecto pueden presentarse también en el futuro. De un modo general existe un perfil temporal de beneficios y costos correspondientes a cada proyecto. La rentabilidad de una alternativa, sólo podrá ser evaluada, cuando se considere la distribución de gastos, durante todo el período de vida útil del proyecto.

Los proyectos forestales se caracterizan por el largo espacio de tiempo recorrido entre la inversión y el período en el que se obtienen beneficios. Por tanto son más arriesgados, que aquellos proyectos con menor tiempo de duración.

Se hace necesario, al decidir por una inversión en el área forestal, que la información disponible sea confiable, pues cualquier error cometido no podrá ser inmediatamente corregido.

Entre los criterios cuantitativos para el análisis de proyectos, que consideran las tasas de descuento positivas, se tienen las siguientes:

- Método del Valor Actual
- Método de la Tasa Interna de Retorno
- Método de la Razón Beneficio/Costo
- Método del Beneficio Periódico Equivalente.

El primer método está considerado por muchos inversionistas como un método de aplicación simple, de resultados consistentes y que puede ser usado en casos más generales y no solamente en ciertos casos particulares.

El Método del Valor Presente ó Valor Actual para la evaluación de inversiones deseables, puede ser matemáticamente definido por la siguiente ecuación:

$$VA = \sum_{j=1}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum C_j (1+i)^{-j}$$

ó

$$VA = \sum R_j (1+i)^{-j} - C_0$$

cuando los costos solo ocurren en el año cero,

- donde
- $C_j$  = costo al final del año
  - $R_j$  = ingreso líquido al final del año
  - $C_0$  = gasto inicial con la inversión
  - $i$  = tasa de descuento (tasa mínima de retorno requerida en la inversión)
  - $n$  = duración del proyecto (años)

Una vez que el gasto inicial de la inversión se pueda extender sobre un largo período, una formulación más general definirá  $C_0$  como el Valor Presente de los gastos de las inversiones.

La característica esencial del Método del Valor Actual, es la actualización de los flujos de caja esperados, como resultado de una decisión de inversión. Vale decir, comparar las alternativas de inversión en un punto común en el tiempo, que normalmente es la fecha de inicio del proyecto, actualizando también con una misma tasa de interés.

El valor descontado del flujo de caja, es una medida directa de atractividad económica de la inversión propuesta.

Una de las dificultades en el empleo del criterio del Valor Actual, está en determinar un valor apropiado para la tasa de descuento.

El valor presente es muy sensible a cambios de la tasa de descuento, especialmente para proyectos a largo plazo. Pequeñas modificaciones en la tasa de descuento pueden alterar significativamente la clasificación de las alternativas del proyecto y sus conclusiones lucrativas.

Aunque no existe consenso en relación a procedimientos exactos para la selección del valor de la tasa de descuento, normalmente se emplea la llamada Tasa Mínima de Atractividad (TMA). Esta tasa se la define como la tasa máxima a la que alternativamente se puede emplear el capital, midiendo por tanto el costo de oportunidad.

Cuando se trata de una inversión autofinanciable algunos autores mantienen la opinión de que no es necesario introducir la tasa de interés, toda vez que se trata de fondos propios de la empresa (por ejemplo: depreciaciones, reservas, etc.).

### 3.1 Aplicación del criterio

Según el criterio del Valor Presente Neto ó Valor Actual, un proyecto será viable si presenta un valor presente positivo. La selección entre proyectos alternativos recaerá sobre aquel con mayor valor presente positivo.

Si el valor presente de un proyecto es positivo, significa que para la tasa de interés considerada, el valor actual de los ingresos futuros será superior al valor actual de la inversión.

Por tanto, un valor actual positivo indica que el proyecto es económicamente viable, con relación a la tasa estipulada.

Si el valor presente es negativo significa que el valor atribuido a los ingresos futuros, es inferior a la inversión.

#### Ejemplo:

Una empresa forestal tiene dos alternativas de inversión en el manejo de una

plantación de *Eucalyptus grandis* para un área, después del primer corte. Considerando que la rotación deberá tener una duración de 5 años, cual de las alternativas será la más viable?

- Tasa de descuento = 8%
- Alternativa A = conducir la brotación
- Alternativa B = reformar la plantación

Los costos e ingresos correspondientes fueron clasificados de acuerdo con el tiempo y la frecuencia en que se espera se presenten.

- costos anuales/ha., relativos a cada alternativa de inversión,

$$C_j \quad j = 0,1,2,3,4$$

ocurridos después del primer corte.

Flujos de cajas de los proyectos:

						6800	
Co	C1	C2	C3	C4	C5		"A"
1600	700	700	700	700			
						6500	
Co	C1	C2	C3	C4	C5		"B"
1500	500	600	500	700			

Con referencia al Proyecto "A":

$$VP (i = 8\%) = 6.800 (1+0,08)^5 - 1600 - 700 [ 1 - 1/(1 + 0.08)^4 / 0,08 ]$$

$$VP (i=8\%) = 709,48$$

Con referencia al Proyecto "B":

$$VP (i=8\%) = 6500 (1+0.08)^{-5} - 1600 - 450 (1+0.08)^{-1} - 600 (1+0.08)^{-2} - 500 (1+0.08)^{-3} - 700 (1+0.08)^{-4}$$

$$VP (i=8\%) = 981,28$$

A través de los resultados obtenidos se puede verificar que los dos proyectos son económicamente viables a tasas de 8% ( $VP > 0$ )

Comparando los dos proyectos, se verifica para la tasa de 8% el proyecto B presenta mayor VP. Se considera consecuentemente, por el criterio del Valor Presente al proyecto B como el más viable económicamente.

### 3.2 Representación gráfica del valor actual

La dependencia del Valor Actual de un proyecto puede ser utilizada usando un simple esquema gráfico.

Del ejemplo anterior fueron calculados los valores actuales a diversas tasas de interés y transportados los valores obtenidos en el gráfico siguiente (Figura 5).

i%	VA
0	2.650,00
1	2.393,00
2	2.152,00
3	1.925,00
4	1.712,00
5	1.512,00
6	1.324,00
7	1.127,00
8	981,00
9	825,00
10	677,00
15	58,00
20	- 406,00

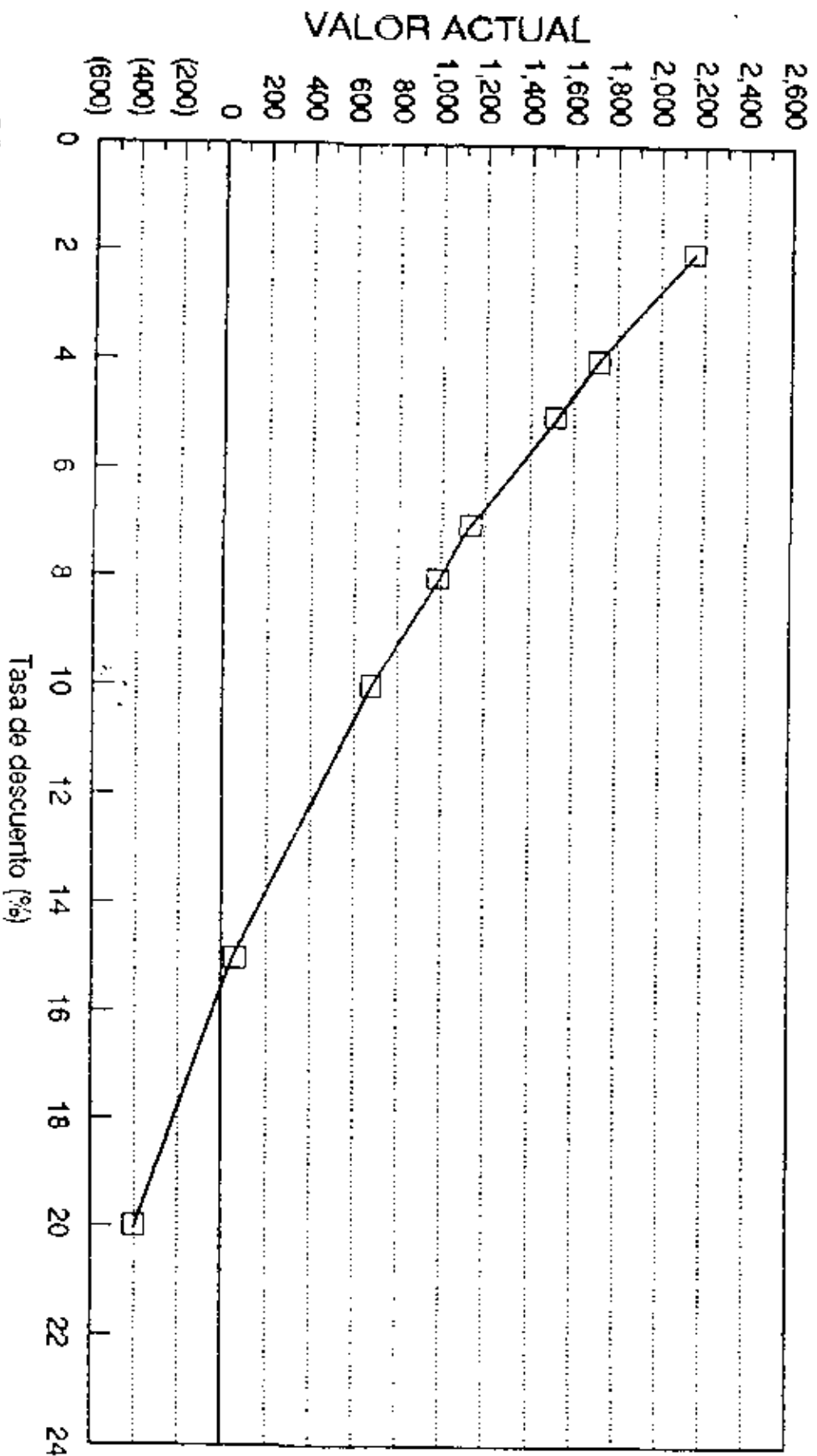


FIGURA 5. REPRESENTACION GRAFICA DEL VA DEL PROYECTO B

Del análisis de la figura 5 queda claro que si la tasa de retomo mínima requerida es positiva y fuese menor que 15.5%, el proyecto B es económicamente viable.

### 3.3 Período de actualización

Una razón para rechazar el Método de Actualización, es que supone que se pueden establecer previsiones de ingresos y gastos para toda la duración de la vida de la empresa. La selección del período a cubrir, es en efecto un problema en ciertos casos.

Cuando se trata de comparar dos o más proyectos, los períodos de cálculo deben ser en lo posible idénticos. Si uno de ellos tuviese una vida más corta que los otros, se debe efectuar hipótesis sobre el empleo del capital disponible al término del proyecto más corto.

Cuando se precise comparar dos proyectos, uno de ellos con duración de vida de 5 años y el otro de 10 años, se podrá suponer que el primer proyecto será renovado exactamente de la misma forma después de 5 años.

La mejor selección entre dos proyectos depende del uso de los rendimientos producidos al final de la duración de la vida del proyecto más corto. Entre tanto, existen diferentes soluciones que pueden ser adoptadas para la selección del período de cálculo y de corrección del problema de duraciones diferentes.

## 4. METODO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

Un proyecto podrá ser analizado en función de sus resultados aislados, o determinando una prioridad cuando se puede comparar varios proyectos, para escoger el más conveniente, en relación a los usos alternativos que los recursos invertidos podrían tener.

El método de la Tasa Interna de Retorno (TIR), es en cierta manera un cálculo inverso al método del Valor Presente, pues determina la tasa a la cual el flujo actualizado de ingresos y egresos es igual a cero. Entonces, este método permite comparar la tasa obtenida, con la correspondiente al costo de oportunidad del capital y si es superior, el proyecto es rentable.

En caso de tener que escoger entre dos alternativas de inversión, obviamente el que muestre una tasa mayor, será el más rentable.

$$\sum a_j (1+i)^{-j} = 0$$

$$VA = 0 \text{ ó}$$

$$\sum C_j (1+i)^{-j} = \sum B_j (1+i)^{-j}$$

$$\sum C_j (1+i)^{-j} = \sum B_j (1+i)^{-j}$$

donde

$$a_j = \text{ingreso líquido hasta } j$$

$$\text{vale decir } a_j = B_j - C_j$$

$$B_j = \text{beneficio hasta } j.$$

$$C_j = \text{costo hasta } j$$

Ejemplo:

Supóngase una inversión en el sector industrial maderero cuyo costo de instalación es de Bs. 1.000.000 y produce ingresos de Bs. 480.000 en el primer año y Bs. 864.000 en el segundo año. Empleando una tasa de descuento de 20% se obtendrá:

- Valor Actual de Bs. 480.000 (año I) descontado a 20%

$$VP = \frac{480.000}{(1 + 0.2)^1}$$

$$VP = 400.000,00$$



Valor Actual de Bs. 864.000 (año 2) descontado a 20%.

$$VP = \frac{864.000}{(1 + 0.2)^2}$$

$$VP = 600.000,00$$

$$\begin{aligned} VA &= 400.000 + 600.000 \\ &= 1.000.000 \end{aligned}$$

Comparando el Valor Presente de todos los beneficios para el tiempo cero y el valor presente del costo de instalación que ya está en el tiempo cero, se observa que:

$$\sum C_j (1+i)^{-j} - \sum B_j (1+i)^{-j} = 0$$

Se puede concluir que la tasa de descuento de 20% por el hecho de igualar el valor presente de los beneficios líquidos, al gasto líquido, es considerada como Tasa Interna de Retorno (TIR)

#### 4.1 Utilidad del TIR

El empleo de la Tasa Interna de Retorno (TIR), como criterio de análisis de inversión involucra las siguientes etapas:

- a. determinación del TIR
- b. comparación del TIR con el TMA

La comparación del TIR con el TMA es determinada en función de lo que el mercado ofrece en términos de oportunidades para las inversiones. Por ejemplo: si el mercado de acciones ofrece títulos del gobierno dando un retorno del 8% al año, un inversionista no escogerá proyectos cuyo retorno sea inferior a 8%.

#### Determinación del TIR

Los métodos de determinación del TIR pueden ser clasificados en:

- a) método del tanteo,
- b) método gráfico,
- c) método matemático, y
- d) método usando el computador

a) Método del Tanteo

Consiste en substituir el interés (i) en la ecuación

$$\sum B_j/(1+i)^j - \sum C_j/(1+i)^j = 0$$

hasta que la igualdad ocurra.

Ejemplo:

Una pequeña empresa forestal desea invertir Bs. 8.559,00 en el entrenamiento de dos operadores para trabajar con un tractor forestal en la preparación del suelo. Considerando un horizonte de 15 años y esperando ingresos mensuales en términos de aumento de la productividad por parte de los operadores de Bs. 1.000,00, se pregunta:

a un TMA de 6,5% será viable la inversión?

Raciocinio:

$$C_0 = \text{Bs.} - 8.559,00$$

$$R_j = 1.000,00 \quad \text{para toda } j = 1,2,\dots, 15$$

se sabe que

$$VA = - \sum C_j/(1+i)^j + \sum R_j/(1+i)^j$$

$$VA = - 8.559,00 + \frac{1000 \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^{15}} \right]}{(1+i)^0 - 1}$$

Para encontrar los VA, por tanto se substituirá la tasa de interés de 1 a 10%.

i(%)	VA(i)
0	6.441,00
2	4.290,00
4	2.559,00
6	1.153,00
8	0.0
10	- 953,00

El TIR del ejemplo anterior quedaría en torno del 8,0%.

El TIR representa la mayor tasa de interés para el cual el proyecto muestra un valor actual no negativo. Para tasas inferiores a la tasa de retorno los ingresos futuros compensan el capital invertido, en el sentido de que si se considera la inversión inicial como resultado de un préstamo a ser restituido a determinada tasa de interés, los ingresos futuros serían más que suficientes para amortizar el préstamo.

De esta forma, la empresa para el caso del ejemplo debe optar por la capacitación de los dos operarios, pues su retorno financiero será mayor que el TMA.

#### b) Método Gráfico

Consiste en determinar el Valor Actual para dos valores cualquiera de la tasa de descuento e interpolar estos datos en un gráfico.

$$VA \times i$$

donde: VA = es un eje  
i = es el otro eje

Considerando el método anterior (método del tanteo), para 6% se encontró un VA = 1153,00 y para una tasa de 10%, VA = - 953,00.

Interpolando estos valores como se muestra en la Figura 6, se percibe nítidamente que la tasa de retorno está en 8%.

El Método Gráfico no debe ser empleado separadamente, necesitando ser auxiliado por el método del tanteo, pues el TIR no es exactamente el punto donde la recta cruza el eje "X", debido a la ecuación exponencial.

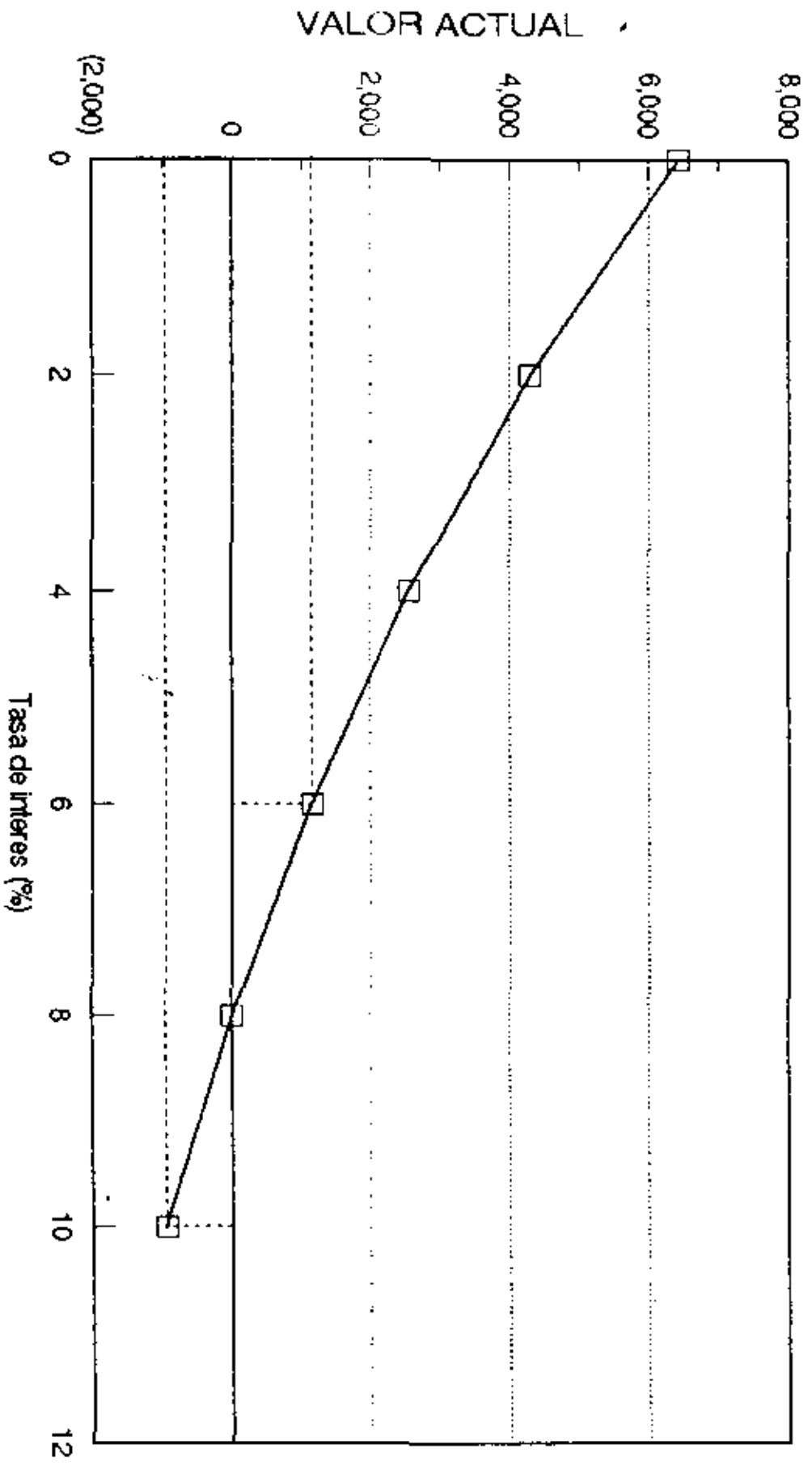


FIGURA 6. GRAFICO PARA LA DETERMINACION DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

Lo ideal en el uso de éste método es tener un punto en el lado positivo y un otro en el lado negativo, lo más próximo posible de la recta X.

c) Método matemático

Utilizando la fórmula adecuada se encuentra la raíz de la ecuación. Su uso es posible para flujos de caja de hasta dos valores de ingresos.

Considerando una inversión que involucre la compra de un tractor forestal para uso en actividades de preparación del suelo y en explotación de la madera (VALMET 68 por ejemplo), en que su costo de adquisición es de Bs. 120.000,00 y produzca en la explotación de la madera en el primer año Bs. 150.000,00, con cuál tasa de descuento la inversión será rentable?

Se sabe que

$$\sum B_i/(1+i)^i + \sum C_j/(1+i)^j = 0$$

$$-120.000,00 + 150.000,00/(1+TIR)^1 = 0$$

$$1 + TIR = 1,25$$

$$TIR = 0,25 \quad TIR = 25\%$$

d) Método Usando el Computador

Con éste método, en realidad lo que el computador hace es simplemente buscar tentativas sucesivas, en el sentido de encontrar una tasa que anule el valor actual de la inversión a través de programas establecidos. Su cálculo por supuesto es rapidísimo.

Cuando existen inversiones con flujo de caja cuyo horizonte es bastante largo, convirtiéndose su cálculo en un polinomio de muy alto orden, el uso de computadores es imprescindible, debido a la rapidez y precisión con que trabaja.

En este punto, los principios matemáticos usando el computador, se vuelven apropiados cuando:

en general no existe forma de solución para ecuaciones polinomiales con

orden mayor de 4. La solución se obtiene por métodos de aproximación de ensayos y errores.

una ecuación polinomial de orden "n" tiene "n" raíces.

#### 4.2 Selección del proyecto en función del TIR

Para el análisis de un proyecto, cuanto mayor sea el TIR mayor será el retorno porcentual del capital, consecuentemente las posibilidades de selección, al compararlo con el TMA serán mayores. Obviamente para que un proyecto sea económicamente viable el TIR debe ser mayor que el TMA.

Tratándose de varios proyectos con un TIR mayor que el TMA, será escogido el proyecto con mayor TIR. En realidad esta situación no es tan simple como parece, podrá ocurrir que un proyecto sea el mejor por el método del TIR, y no por otros, lo que convierte la selección más difícil.

#### 4.3 Comparación entre TIR y VA

Exhaustivos trabajos han sido realizados estudiando las ventajas del Valor Actual, en comparación con el TIR.

Estando limitado el capital disponible para inversiones, conviene distribuirlo comenzando por los proyectos que aseguren un mayor rendimiento, para continuar con los de rendimientos menos altos hasta acabar con toda la capacidad de inversión. Al realizar la última inversión, la tasa de rendimiento obtenida constituiría la tasa mínima de atractividad.

Para el cálculo del índice de rendimiento se podrá usar la técnica del valor actual, empleando un cierto TMA y determinando el VA del proyecto.

Si el VA fuese negativo, la conclusión es que el rendimiento es inferior al costo de oportunidad. Si el mismo valor es positivo significa que el rendimiento sobrepasa el costo de oportunidad. Esta medida será expresada en términos absolutos.

#### 4.4 Tasa Fisheriana (TF)

En caso de existir contradicciones entre el TIR y el VA, se puede determinar el proyecto más rentable a través del cálculo de la Tasa Fisheriana (TF), procediendo a su posterior comparación con el TMA.

Ejemplo:

Un aserradero de porte medio desea invertir un determinado capital. Se sabe que el TMA = 6% al año. Cuál de los dos proyectos siguientes será escogido?

Proyecto A:

$$\begin{aligned} C_0 &= -10.065 \text{ US\$} \\ R_j &= 1.500 \text{ US\$} \quad \text{para todo } j = 1, 2, 3, \dots, 10 \end{aligned}$$

Es decir los ingresos anuales serán de 1.500 por diez años.

Proyecto B:

$$\begin{aligned} C_0 &= -15.100 \text{ US\$} \\ R_j &= 2.200 \text{ US\$} \quad \text{para todo } j = 1, 2, 3, \dots, 10 \end{aligned}$$

El Proyecto A considera la compra de 2 camiones y el proyecto B la instalación de una máquina para la fabricación de muebles modulares.

Cálculo del VA:

$$\begin{aligned} VA(a) &= -10.065 + 1.500 \left\{ \frac{(1 + 0,06)^{10} - 1}{(1 + 0,06)^{10} \times 0,06} \right\} \\ &= 975 \text{ US\$} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VA(b) &= -15.100 + 2.200 \left\{ \frac{(1 + 0,06)^{10} - 1}{(1 + 0,06)^{10} \times 0,06} \right\} \\ &= 1.092 \text{ US\$} \end{aligned}$$

Mejor opción por el VA será el Proyecto B.

Cálculo del TIR:

$$\begin{aligned} TIR (A) &= 8,0\% \\ TIR (B) &= 7,5\% \end{aligned}$$

Mejor opción por el TIR será el Proyecto A.

Cual escoger, proyecto A ó B? Considerando el proyecto B como dos proyectos, siendo uno el proyecto A y el otro el proyecto obtenido de (B - A) y calculando el valor actual al final de los 10 años de inversión inicial del proyecto A a una tasa de 8% y de (B-A) a una tasa de 6,0% (TMA), se tendrá:

$$\begin{aligned} VF_{(A)} &= 10.065 (1+0,08)^{-10} \\ &= 21.729,58 \text{ US\$} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VF_{(B-A)} &= 5.035 (1+0,06)^{-10} \\ &= 9.016,92 \text{ US\$} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VF_{(A)} + VF_{(B-A)} &= 21.729,58 + 9.016,92 \\ &= 30.746,50 \text{ US\$} \end{aligned}$$

Por otro lado, considerando el proyecto B aplicado a un TIR de 7,5%, se tendrá:

$$\begin{aligned} VF_{(B)} &= 15.100 (1+0,075)^{-10} \\ &= 31.121,57 \text{ US\$} \end{aligned}$$

Así la selección estaría hecha por el proyecto B, inclusive teniendo menor tasa interna de retorno.

En casos de selección entre dos proyectos mutuamente excluyentes, donde uno de ellos presenta mayor inversión inicial que el otro y donde el de menor inversión, tiene un mayor TIR; se hará necesario el cálculo de la Tasa Fisheriana antes de la simple comparación entre los métodos.

Considerando el ejemplo anterior, se tendrá:

$$\begin{aligned} (B-A) \quad C_0 &= -5.035 \\ R_j &= 700 \quad \text{para todo } j = 1, 2, 3, \dots, 10 \end{aligned}$$



Consecuentemente el TIR será:

$$\begin{aligned} \text{TIR}_{(B-A)} &= -5035 + 700 [(1+\text{TIR})^{10} - 1] / [(1+\text{TIR})^{10} \cdot \text{TIR}] \\ \text{TIR} &= \text{TF} = 6,5\% \end{aligned}$$

Como la TF (Tasa Fisheriana) es mayor que el TMA, o sea  $\text{TF} (6,5\%) > \text{TMA} (6,0\%)$ , se concluye que el exceso de la inversión del proyecto B será mejor reenumerado si fuese aplicado a una tasa de 6,5% (TF), a la inversa en comparación al 6,0% del TMA. Por tanto el proyecto B será superior al A.

La Figura 8 muestra el gráfico que ilustra la ocurrencia de la Tasa Fisheriana y sus implicaciones con la TMA.

Concluyendo, según la Figura 7: si  $\text{TF} < \text{TMA}$ , se selecciona el proyecto B. Si  $\text{TF} > \text{TMA}$  se escogerá el proyecto A. Ocurriendo igualdad entre TF y TMA, no habrá una diferencia entre A y B necesitando por tanto una definición, que se podrá realizar con auxilio del Método del Tiempo del Retorno del Capital.

## 5. PROYECTOS DEPENDIENTES O MUTUAMENTE EXCLUYENTES

La selección entre alternativas mutuamente excluyentes, frecuentemente surge cuando se intenta comparar proyectos que son mutuamente exclusivos. No será suficiente la determinación del TIR de cada proyecto, sino que también será necesario calcular aún el denominado TIR de la inversión incremental comparándola con la tasa alternativa.

Ejemplo:

Siendo  $a_j$  el flujo de caja y suponiendo que los dos proyectos tengan la misma vida, en el sentido de que ambos puedan poseer el mismo horizonte de planificación, la tasa fisheriana relativa a la comparación entre los dos proyectos A y B será la tasa representada por  $\ddagger (B-A)$  que sea solución real o no negativa de la ecuación:

$$\sum (b_i - a_i) (1 + i)^{-t} = 0$$

Para su mejor comprensión considere a dos proyectos A y B hipotéticos, mutuamente excluyentes. Estos dos proyectos presentan datos de costos totales de carbón vegetal en m<sup>3</sup>/año correspondientes a dos empresas. El proyecto más costoso muestra ingresos más altos por año.

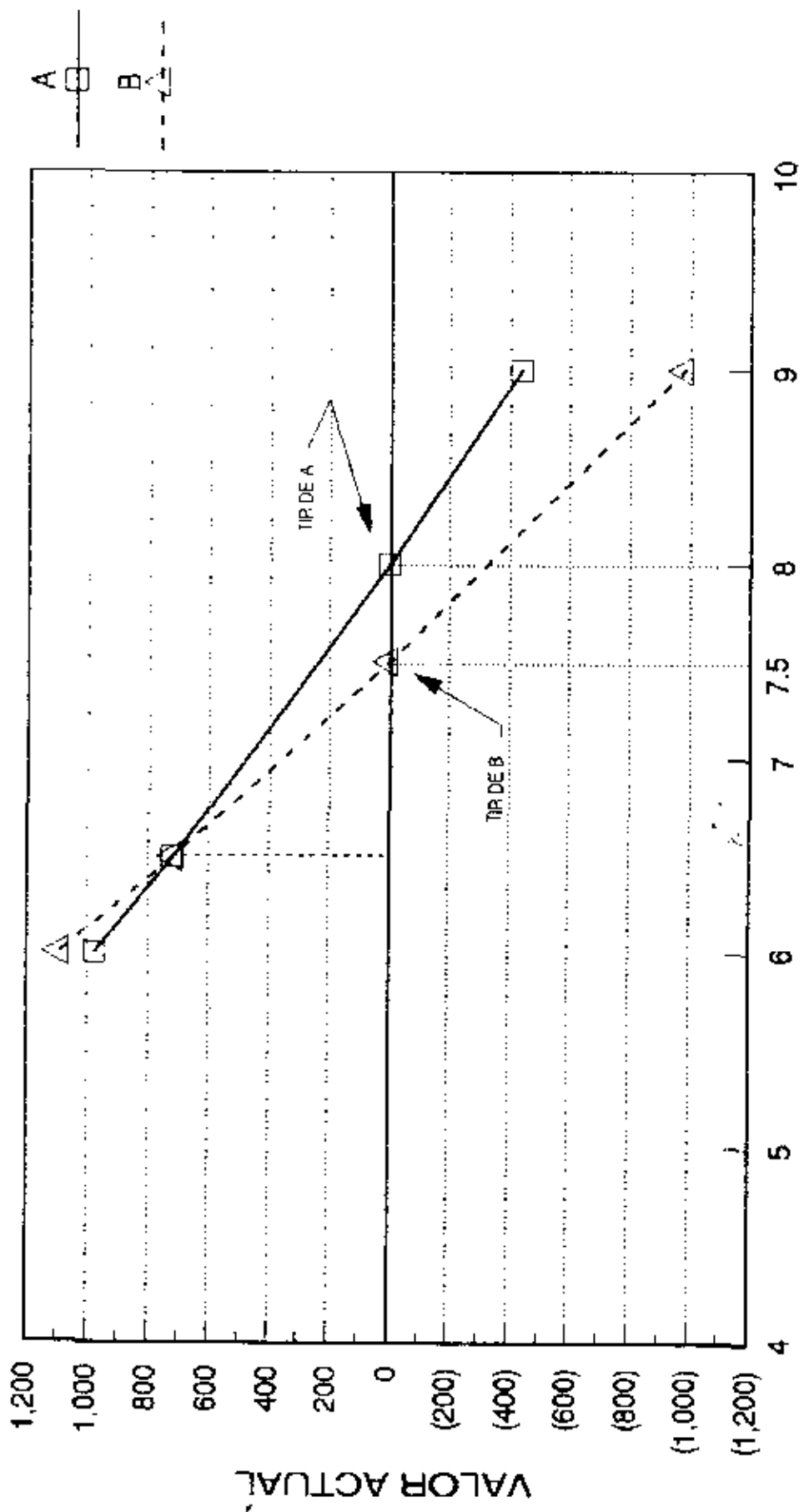


FIGURA 7. GRAFICO DEL VA - I MOSTRANDO LA OCURRENCIA DE LA TASA FISHERIANA

Cuadro 11. Flujo de caja para dos proyectos A y B (hipotéticos)

Año	Proyecto A Bs.	Proyecto B Bs.	Incremento (B-A) Bs.
0	- 300.000	- 1.000.000	- 700.000
1	75.000	200.000	125.000
2	75.000	200.000	125.000
3	75.000	200.000	125.000
4	75.000	200.000	125.000
5	75.000	200.000	125.000
6	75.000	200.000	125.000
7	75.000	200.000	125.000
8	75.000	200.000	125.000
9	75.000	200.000	125.000
10	75.000	200.000	125.000
TIR %	21,41	15,10	12,25
VP (10%)	160.840	228.891	68.070
RBC (10%)	1,54	1,23	1,10

RBC = Razón Beneficio/Costo

a) Selección por el criterio del TIR

Una vez determinado los TIR's para los dos proyectos se verifica que ambos son mayores que la tasa mínima de atractividad ( $i=10\%$ ), por tanto A y B son económicamente viables.

Por una simple comparación de los TIR's de los proyectos A y B, en principio se debería optar por el proyecto A (mayor TIR).

Como se trata de proyectos mutuamente excluyentes, no siempre el que presenta el mayor TIR deberá ser escogido, pues el criterio del TIR no considera las diferencias entre los gastos de inversión de los proyectos.

Escogiendo el proyecto A, por ser el mejor por el criterio del TIR, se tendría disponible de acuerdo con la hipótesis inicial, la diferencia entre los proyectos B y A, o sea Bs. 70.000, valor que será aplicado a la tasa mínima de atractividad (TMA) considerada en  $i = 10\%$ .

Siendo así, será necesario comparar la inversión de Bs. 1.000.000 del proyecto B contra Bs. 300.000 del proyecto A más la inversión de Bs. 700.000 a la tasa mínima de atractividad.

Cual será el capital final total obtenido, en caso de ser adoptado el proyecto A?

Debido a la inversión del proyecto A:

$$C_0 = 300.000 \text{ aplicado a un TIR de } 21,41\%$$

$$C_{10} = 300.000 (1 + 0,214)^{10}$$

$$C_{10} = 2.087.689,00$$

Debido a la inversión de Bs. 700.000 a la tasa mínima de atractividad ( $i = 10\%$ ):

$$C_{10} = 700.000 (1 + 0,1)^{10}$$

$$C_{10} = 1.815.670,00$$

$$\text{Total} = 3.903.309,00$$

En caso de que el proyecto B fuese escogido, el total del capital obtenido al final del mismo período será:

$$\text{TIR} = 15,1\%$$

$$C_0 = 1.000.000 (1 + 0,151)^{10}$$

$$C_0 = 4.080.874,00$$

Se verifica a través de los resultados que el mayor capital final sería obtenido en caso de que la empresa optase por la inversión de Bs. 1.000.000 en el proyecto B, a pesar de que este proyecto presentase menor TIR.

Cuando se requiere efectuar la selección entre dos proyectos mutuamente excluyentes, donde uno de ellos presenta mayor inversión inicial que el otro, y se quiere utilizar el criterio del TIR, se hará necesario realizar una simple comparación entre las respectivas tasas internas, calculando la tasa de retorno sobre los costos de Fischer y compararla con la tasa mínima de atractividad.

De esa forma, considerando la misma aplicación anterior, se tendrá:

$$(B - A) : Co = Bs. - 700.000;$$

$$R_j = 125.000 \quad j = 1, 2, 3, \dots, 10$$

$$TIR_{(B-A)} = ?$$

$$70.000 + \frac{125.000 [ 1 - 1 / (1 + TIR_{B-A})^{10} ]}{TIR_{B-A}} = 0$$

$$TIR_{B-A} = 0,1222 = 12,22\%$$

Como  $TIR_{B-A}$  es mayor a "i", el exceso de inversión del proyecto B en relación al proyecto A será mejor aplicado. Así el proyecto B es superior al proyecto A.

b) Selección por el criterio del Valor Actual

Si el criterio del Valor Actual es utilizado como criterio de decisión, el análisis incremental se hace innecesario y la propia decisión puede ser obtenida simplemente comparando los valores presentes (VA), para los dos proyectos que están siendo analizados.

$$VA_{(A)} = \sum R_j (1+i)^{-j} - \sum C_j (1+i)^{-j}$$

$$VA = \frac{75.000 [ 1 - 1 / (1 + 0,1)^{10} ]}{0,1} - 300.000$$

$$VA = 160.840$$

$$VA_{(B)} = \frac{200.000 [ 1 - 1 / (1 + 0,1)^{10} ]}{0,1} - 1.000.000$$

$$VA = 228.910$$

Como  $VA_{(B)} > VA_{(A)}$  se concluye que el proyecto B es el más viable.

Como el criterio del VA toma en cuenta la diferencia entre las inversiones iniciales, no existe necesidad de proceder al análisis de la inversión incremental.

Cuadro 12. ILUSTRACION GRAFICA DE COMPARACION ENTRE LOS PROYECTOS A Y B

I%	$VA_{(A)}$	$VA_{(B)}$
0	450.000	1.000.000
5	279.130	544.347
10	160.840	228.910
11	141.692	177.846
12,22	119.977	119.940
13	106.968	85.249
14	91.208	43.223
15,10	74.977	0
17	49.395	- 68.279
19	25.420	- 132.213
21,41	0	- 200.093
25	- 32.212	- 285.899

Analizando los valores calculados de acuerdo a la Figura 8, se observa que el VA del proyecto A es mayor que el del proyecto B. En este caso la regla del TIR será utilizada para justificar el uso del criterio del VA. Obsérvese que en 12,2% los valores actuales de los dos proyectos son prácticamente iguales.

Examinando y comparando el flujo de caja incremental, contra la tasa mínima de atractividad, el método del VA asegura que la empresa alcanzará la escala óptima de la inversión.

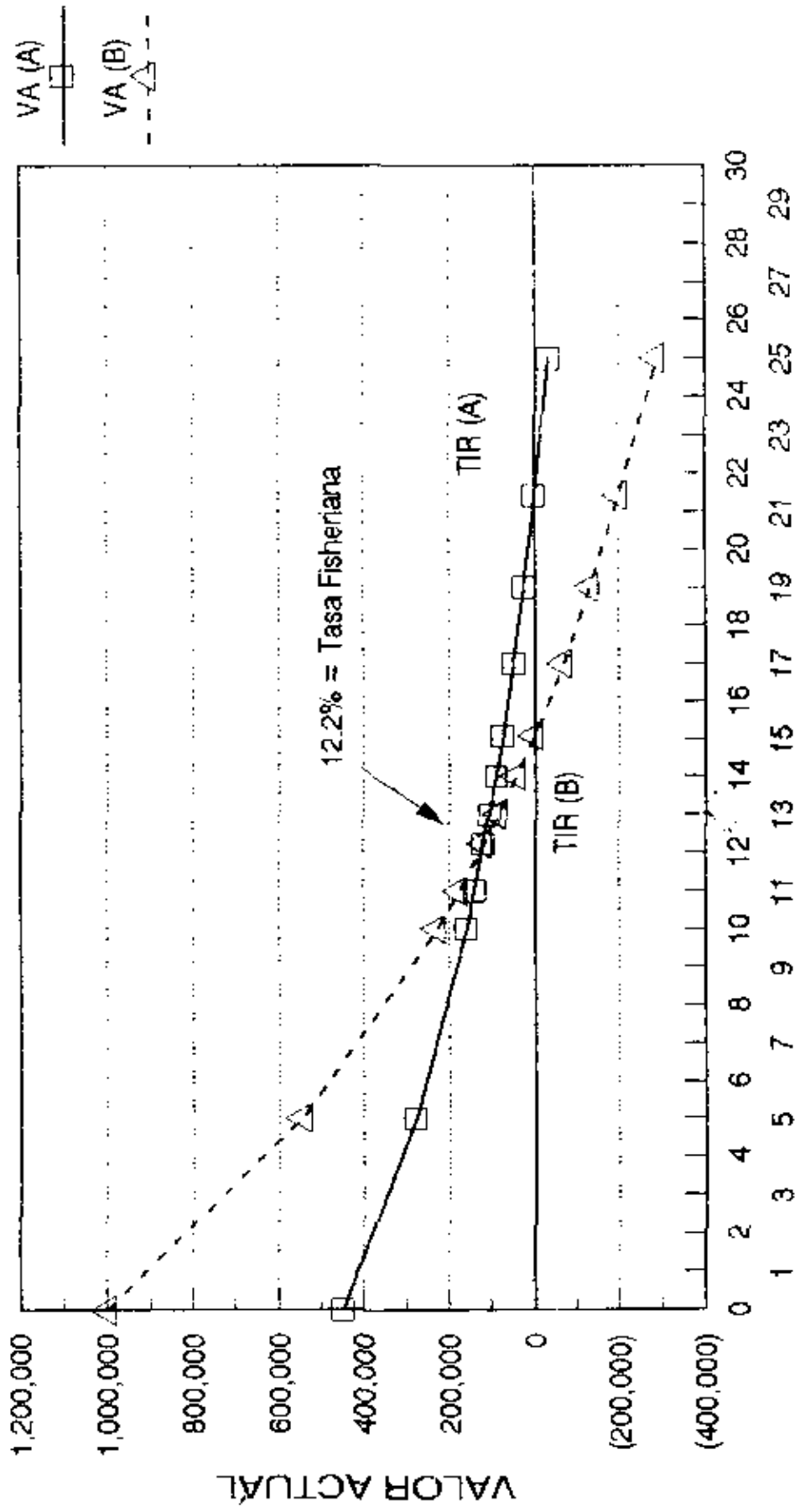


FIGURA 8. ILUSTRACION GRAFICA PARA COMPARACION ENTRE LOS PROYECTOS A Y B

El criterio del TIR, que se expresa en términos porcentuales y no así en términos absolutos, ignora éste aspecto importante en la decisión de la inversión. Una vez que el VA considera retornos absolutos, garantiza superioridad en cuanto se refiere a la selección de proyectos.

## 6. METODO DE LA RAZON BENEFICIO - COSTO

Otro criterio bastante utilizado, que considera la variación del valor del capital en el tiempo, es el denominado como Método de la Razón Beneficio - Costo.

Este método presenta varios problemas, sin embargo es bastante utilizado. Consiste en la determinación de la relación entre el Valor Actual de los Beneficios y el Valor Actual de los Costos.

De esta forma:

$$R_{(i)} = VB_{(i)} / VC_{(i)}$$

Donde:

$$\begin{aligned} R_{(i)} &= \text{razón beneficio/costo del proyecto a la tasa } i \\ VB_{(i)} &= \text{valor actual a la tasa } i \text{ de la secuencia de beneficios} \\ VC_{(i)} &= \text{valor actual a la tasa } i \text{ de la sucesión de costos} \end{aligned}$$

Según la norma, el proyecto debe presentar una razón beneficio costo mayor a la unidad para que este sea viable. Cuanto mayor sea esta relación, más atrayente será el proyecto.

$$\text{Si } R_{(i)} > 1 \quad \frac{VB_{(i)}}{VC_{(i)}} > 1 \quad VB_{(i)} > VC_{(i)}$$

$$V_{(i)} = VB_{(i)} - VC_{(i)} > 0$$

Por tanto, si  $R(i)$  excede a la unidad, el valor actual líquido del proyecto ( $V_{(i)}$ ) será positivo. Considerada una determinada tasa de atraktividad  $i$ , el proyecto será económicamente viable si presenta una razón beneficio/costo superior a la unidad.



$$\text{Si, } R_{(t)} = 1 \quad \text{VB}_{(t)} = \text{VC}_{(t)} \quad \text{V}_{(t)} = 0$$

Considere la siguiente aplicación financiera de una empresa de reforestación (valores hipotéticos):

A. Costos de Implantación/Ha. - año 0

1.	Preparación del suelo	
	· desmonte + apertura de corredores	\$us. 550.-
	· rastreado del suelo + surcamiento + fertilización	\$us. 950.-
2	· Plantación + replantio	\$us. 200.-
3	· Combate a hormigas	\$us. 100.-
	Subtotal	1.800.-

B. Costos de los tratos culturales/Ha.

1.	Primera manutención	- año 1 : M1	720.-
2.	Segunda manutención	- año 2 : M2	720.-
3.	Tercera manutención	- año 3 : M3	720.-
4.	Cuarta manutención del año 4 en adelante	M4	990.-
	Subtotal		3.150.-

C. Costos de explotación/Ha.

que ocurrirán en los años de corte intermedio

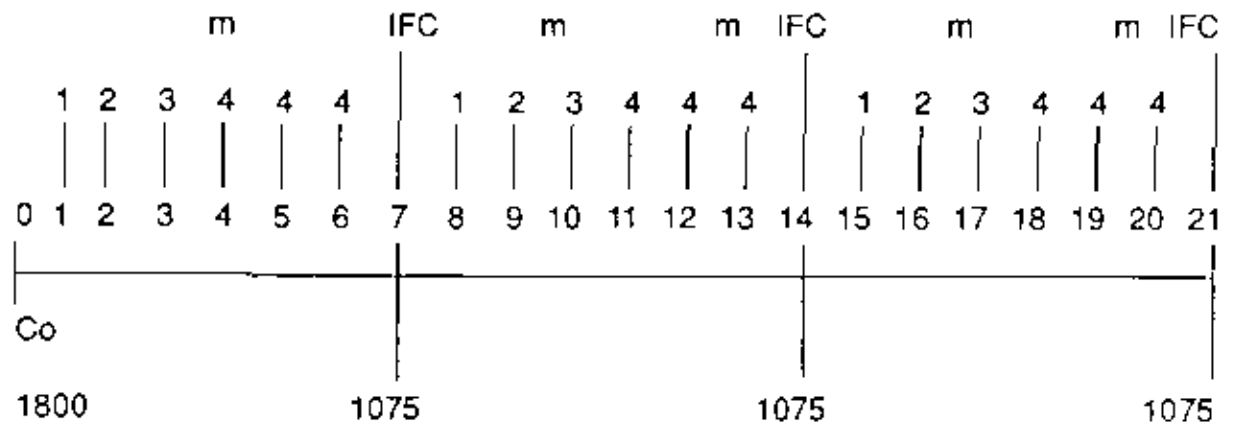
\$us. 1.075.-

D. Ingresos al final de cada corte: IFC

\$us. 10.000.-

Se considerará 3 cortes a los 7, 14 y 21 años.

## Flujo de Caja del Proyecto



Considerando una tasa de interés de 6% al año, la razón beneficio/costo para el proyecto será:

$$VB_{(i)} = \sum R_j (1+i)^{-j}$$

$$VB_{(i)} = R [ 1 - 1/(1+i)^n ] / [ (1+i)^i - 1 ]$$

$$VB_{(i)} = 10.000 [ 1 - 1 / (1+0,06)^{21} ] / [ (1,06)^7 - 1 ]$$

$$VB_{(i)} = 14.015,13$$

$$\begin{aligned}
 VC_{(t)} = & 1800 + 720(1,06)^{-1} + 720(1,06)^{-2} + 720(1,06)^{-3} + \\
 & 990(1,06)^{-4} + 990(1,06)^{-5} + 990(1,06)^{-6} + \\
 & 1075(1,06)^{-7} + 720(1,06)^{-8} + 720(1,06)^{-9} + \\
 & 720(1,06)^{-10} + 990(1,06)^{-11} + 990(1,06)^{-12} + \\
 & 990(1,06)^{-13} + 1075(1,06)^{-14} + 720(1,06)^{-15} + \\
 & 720(1,06)^{-16} + 720(1,06)^{-17} + 990(1,06)^{-18} + \\
 & 990(1,06)^{-19} + 990(1,06)^{-20} + 1075(1,06)^{-21} \\
 VC_{(t)} = & 12.044,66
 \end{aligned}$$

De esta forma

$$R_{(t)} = \frac{VB_{(t)}}{VC_{(t)}} = \frac{14.015,13}{12.044,66} = 1,16$$

Por tanto el proyecto generará 1,16 unidades de beneficio por cada unidad de costo, siendo así considerado por el criterio de la razón beneficio/costo, un proyecto económicamente viable.

Naturalmente un proyecto con valor actual positivo tendrá una relación beneficio/costo mayor que uno, sin embargo el valor calculado de la relación puede ser alterado a través de manipulaciones algebraicas.

Si por otro lado un proyecto presentase un valor actual negativo, tendrá necesariamente una relación beneficio/costo menor que la unidad. Un analista criterioso no tendría mayores dificultades en conseguir una determinación del beneficio/costo próximo a 0,999 y con eso tal vez influenciar positivamente en el proceso de decisión.

Esta comprendido que proyectos que presentan una relación beneficio/costo menor a uno, no deben continuar siendo analizados. Siempre podrán ser presentados los argumentos de que el proyecto presenta un bajo nivel de riesgo, etc. En verdad, tales argumentos podrán ser razonables sin embargo no garantizan la viabilidad del proyecto.

En términos de coherencia para un único proyecto, toda vez que este sea económicamente viable por el criterio del valor actual, también lo será por el criterio de la razón beneficio/costo. Esta característica no se aplica, cuando se compara más de un proyecto.

## 7. SELECCION DEL CRITERIO DE LA INVERSION

Complementando los comentarios sobre el criterio de la Tasa Interna de Retorno, el cual considera la variación que el capital sufre con el tiempo, para escoger la mejor alternativa, el criterio de la inversión también debe ser tomado en consideración. Tanto el Valor Actual como la Tasa Interna de Retorno y la Razón Beneficio/Costos están bastante relacionados entre sí.

En el caso de proyectos de inversión de tipo simple o convencional, que son compatibles e indispensables entre sí, sin existir restricción presupuestaria, los resultados de la selección, según los cuatro criterios, serán siempre consistentes.

Se puede afirmar que tratándose de evaluación individual de proyectos del tipo de inversión simple o convencional, los métodos tratados conducirán al mismo diagnóstico. Pues  $TIR > i$  corresponderá a la tasa mínima de atractividad. El proyecto no solo presentará un valor actual positivo cuando esté calculado a la tasa  $i$ , sino que también presentará aún a la tasa  $i$  una razón beneficio/costo superior a la unidad y a su beneficio periódico equivalente ( $BPE > 0$ )

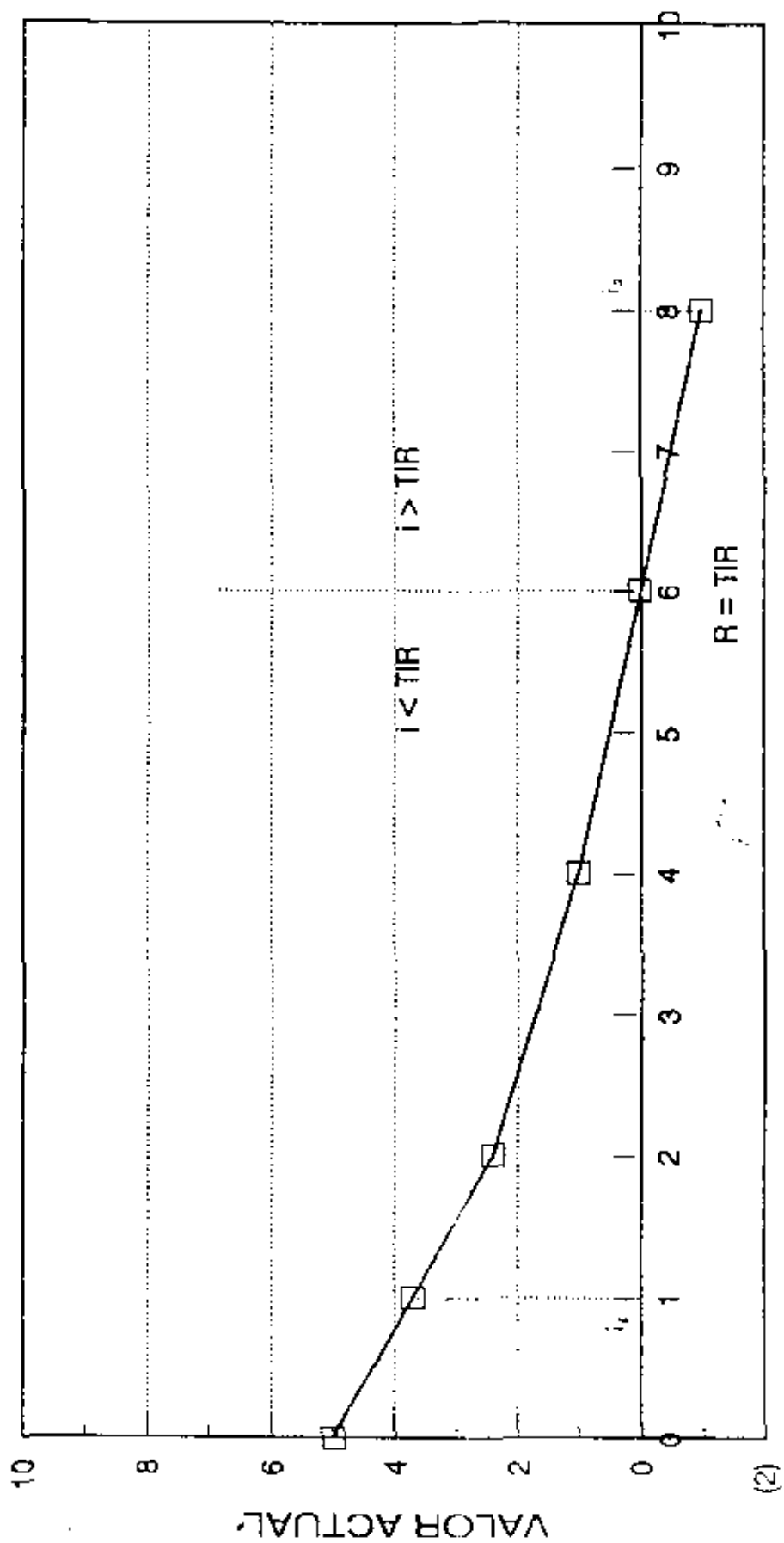
### Valor Actual x Tasa Interna de Retorno

#### Proyectos Independientes

En caso de comparar proyectos independientes, es decir que la selección de uno no interfiere de ninguna manera en el otro, no existe ningún problema, dado que tanto el VA, como el TIR conducirán a idénticas decisiones de aceptación o rechazo.

La Figura 9 muestra la representación gráfica del VA de un proyecto convencional de inversión, en función de la tasa de descuento. El punto R (intersección con el eje horizontal) indica el TIR. Por definición R es la tasa de descuento que reduce el VA del proyecto a cero.

Se verifica por el gráfico que donde el VA del proyecto es positivo, usando una tasa de descuento  $i_1$  (costo del capital), R excede a  $a_1$ . Al contrario, donde el VA es negativo usando una tasa de descuento  $i_2$ , R será menor de que  $i_2$ .



Tasa de intereses (%)

FIGURA 9. EQUIVALENCIA DE LOS CRITERIOS DE VA Y TIR

Por lo tanto, ambos métodos presentan idénticas decisiones (aceptación o rechazo). Si el criterio del VA fuese satisfactoria, el criterio del TIR también será satisfactorio, y vice versa.

Así una empresa que está enfrentando problemas de selección de propuestas de inversión, la aceptación o no será indiferente para cualquier método que se emplee.

## 8. METODO DEL COSTO PERIODICO EQUIVALENTE

Innúmerables alternativas no pueden ser comparadas, al menos que sus respectivas consecuencias en dinero, sean primeramente trasladadas a puntos comparables en el tiempo, a través del uso de una determinada tasa de interés. El Método del Costo Periódico Equivalente transforma todos los flujos de caja en una serie uniforme equivalente.

Este método es también conocido como Método del Beneficio Líquido Anual, por la consecuencia económica relativa a cada alternativa, que es una función directa de la cantidad en que los flujos de caja positivos al final del período (equivalente), exceden los flujos de caja negativos al final del mismo período (equivalente). Normalmente se considerarán períodos anuales.

El método transforma un determinado proyecto en otro equivalente, considerando costos o beneficios anuales a una determinada tasa mínima de atractividad (TMA).

### Ejemplo:

Estan siendo ofrecidos equipos forestales alternativos para la ejecución de una misma actividad. Considerando equipos con la misma vida útil y la misma productividad, a una determinada TMA se deberá seleccionar aquel que presenta menor costo periódico equivalente.

Por otro lado cuando se consideran beneficios anuales, será escogido el equipo que presente el mayor beneficio líquido anual.

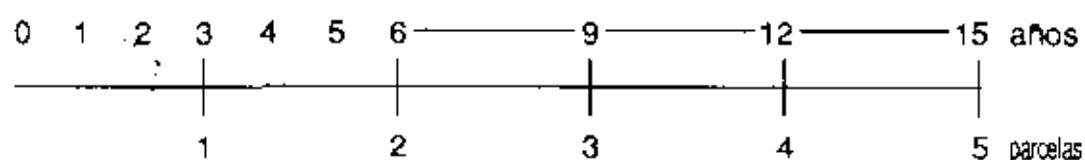
### 8.1 Cálculo del beneficio periódico

Considerando la explotación de 3 en 3 años de las hojas de Eucalyptus citriodora para la producción de esencias, en dos diferentes suelos (proyectos A y B), se tienen los datos que se presentan en el Cuadro 13. El tiempo de vida del proyecto es de 15 años. Se pregunta cual será el mejor proyecto de acuerdo al método del beneficio anual líquido?

Cuadro 13. Ingresos Líquidos Trienales de la Explotación de Esencia de Eucalyptus Citriodora en US\$.

PROYECTO	COSTO INICIAL	INGRESOS LIQUIDOS				
		a <sup>3</sup>	a <sup>6</sup>	a <sup>9</sup>	a <sup>12</sup>	a <sup>15</sup>
A	30.000	5.000	10.000	15.000	20.000	15.000
B	30.000	6.000	8.000	15.000	25.000	10.000

Esquema



Para obtener el beneficio anual líquido será necesario establecer la TMA y calcular el VA de cada proyecto.

Considerando  $i = 9\%$  a.a.

para el proyecto A, se tendrá:

$$V_0 = \frac{V_n}{(1+i)^n}$$

$$V_a = -60.000 + \frac{5.000}{(1+0,09)^3} + \frac{10.000}{(1+0,09)^6} + \frac{15.000}{(1+0,09)^9} + \frac{30.000}{(1+0,09)^{12}} + \frac{15.000}{(1+0,09)^{15}}$$

$$Va = 1.514,1$$

para el proyecto B, se tendrá:

$$Va = -60.000 + \frac{6.000}{(1+0,09)^3} + \frac{8.000}{(1+0,09)^6} +$$

$$\frac{15.000}{(1+0,09)^9} + \frac{25.000}{(1+0,09)^{12}} + \frac{10.000}{(1+0,09)^{15}}$$

$$Va = 1.460,32$$

Considerese que los ingresos se presentan al final de cada período. Se utilizará la siguiente fórmula para el cálculo del Beneficio Periódico Equivalente (BPE)

$$VA = \frac{BPE \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right]}{(1+i)^t - 1}$$

$$BPE = \frac{Va [(1+i)^t - 1]}{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}$$



Para el proyecto A el BPE = (+) 615,83

Para el proyecto B el BPE = (-) 593,88

El Cuadro 14 muestra la ordenación de los proyectos analizados.

Cuadro 14. Orden de los Proyectos de Acuerdo a los Valores del BPE

Proyecto	Beneficio	Orden
A	+ 615,83	1
B	- 593,88	2

Siendo  $BPE_{(A)} > BPE_{(B)}$  se podrá afirmar que el proyecto escogido será el A. Tómese cuidado y atención con los signos negativos para el VA y BPE del proyecto B, característica que inviabiliza al proyecto en términos estrictamente económicos.

## 8.2 Conclusiones

- Para un conjunto de proyectos cuanto mayor el BPE o menor del CPE (costo periódico equivalente), mejor será el proyecto.
- El proyecto será económicamente viable si el BPE fuese mayor a cero.
- En relación al orden de los proyectos, este método es completamente coherente con el método del VA (para proyectos de la misma duración).
- La viabilidad económica del proyecto así como el orden de preferencia, dependen de la tasa de descuento considerada.

- e) Como ventajas se pueden indicar la mayor visualización de lo que ocurre con el proyecto por año o período y el hecho de considerar el tamaño del proyecto.
- f) Una de las más complejas complicaciones surgirá cuando ocurra desigualdad entre los tiempos de duración de los proyectos. Se vuelve esencial que cualquier estudio específico, sobre la aplicación del capital, siempre sea hecho dentro del contexto de un horizonte de planificación uniforme.

## X. FORMULACION DE PROYECTOS DE PLANTACIONES INDUSTRIALES

### 1. ANTECEDENTES DEL EJEMPLO DE FORMULACION

Como parte práctica del curso se formuló y evaluó un proyecto de implantación de 5.000 has de *Eucalyptus* sp., ubicado en el Departamento de Santa Cruz.

La ubicación del proyecto, la finalidad de la madera producida y la especie forestal usada y otras características del proyecto serán discutidas oportunamente en la formulación del proyecto.

Debido a la inexistencia de información sobre costos y rendimientos operacionales, para plantaciones comerciales en Bolivia, se usaron informaciones de regiones planas del departamento de Mato Grosso (Brasil) que en muchos aspectos presenta condiciones climáticas y de relieve similares a las regiones llanas de Santa Cruz. La misma situación se dió en relación a los rendimientos en madera. La única adaptación a la que se procedió fué a la relacionada con la mano de obra.

A fin de proporcionar entrenamiento a los participantes en el estudio sobre evaluación de proyectos forestales comerciales, se optó por simular una investigación forestal que tenía por objetivo determinar bajo el punto de vista económico, la mejor especie arbórea (*Eucalyptus saligna* y/o *Eucalyptus grandis*). La justificación de trabajar con estas dos especies se encuentra en la formulación del proyecto de implantación. Claro está que para comparar una especie con otra, cada una de ellas deberá estar en su condición óptima: Es decir, será necesario conocer el mejor espaciamiento, el mejor nivel de fertilización y el mejor turno o edad de corte.

Para analizar este intento se establecieron dos espaciamientos (3m x 2m y 2m x 2m), tres niveles de fertilización (0,0 g/planta; 75 g/planta y 150 g/planta) y tres turnos de corte (6, 9 y 12 años). Se considerarán alternativas para las dos especies escogidas.

En forma adicional a estas características y considerando que los proyectos forestales son de largo plazo, se determina que su viabilidad o factibilidad económica es dependiente de la tasa de interés. Para este efecto se definieron tres niveles de tasas de interés (5%, 9% y 12%). Es decir, se estudiará el efecto de las variaciones de la tasa de interés en la factibilidad de proyectos forestales.

Algunas aclaraciones se hacen necesarias, considerando que la formulación del proyecto de implantación de 5.000 Has de bosques industriales se refiere exclusivamente a un modelo didáctico:

- En proyectos de reforestación con el género *Eucalyptus* se realizan normalmente tres cortes rasos de una sola plantación. Un primer corte del plantío original (alto

- fuste) y dos cortes de brotaciones (talladías). La duración del proyecto (horizonte económico), podrá ser de 18 (6 - 12 - 18), 27 (9 - 18 - 27) o 36 años (12 - 24 - 36) respectivamente para turnos de corte de 6, 9 y 12 años. La definición de estas edades de corte son empíricas, próximas a la realidad de plantaciones existentes en el Brasil.
- El turno de corte de las brotaciones fué considerado igual a la de los plantíos originales.
  - Aún tratándose de un ejercicio, las informaciones son verdaderas de una situación edafoclimatológica muy próxima a las de Santa Cruz.
  - Debido a la falta de experiencia y de entrenamiento de la mano de obra, los rendimientos operacionales de este factor posiblemente esten super estimados.
  - Debido al gran número de combinaciones [2 (especies) x 2 (espaciamientos) x 3 (turnos de corte) x 3 (niveles de fertilización) x 3 (tasas de interés) = 108] el tiempo disponible no sería suficiente para que cada participante ejecutase todos los cálculos para todas las situaciones. Por esa razón los 30 participantes fueron divididos en seis grupos de trabajo de cinco personas. Cada grupo evaluó parte de la investigación. Este hecho permitió dividir los temas y realizar trabajo en grupos.
  - Se estudiaron solamente 3 turnos de corte (6 - 9 - 12 años) por la escasez de tiempo. Para una situación más real se debe estudiar turnos de corte de forma continua (6 - 7 - 8 - 9 - 10 - etc. años). Con el mismo criterio se debe proceder respecto al espaciamiento y niveles de fertilización.

Es muy importante y debe quedar lo más claro posible para todas las personas que analizarán éste documento, que se trata solamente del desarrollo de un ejemplo, que se trató que se encuentre lo más cerca de la realidad.

Todos los cálculos que serán realizados se refieren a una hectárea (ha.). Este es el procedimiento normal en la formulación de proyectos de implantación forestal. Una vez que esten disponibles los costos y rendimientos por unidad de área (ó por hectárea), independientemente del área total del proyecto, para la obtención de los costos totales se procederá simplemente al cálculo de extrapolación (multiplicación).

El área total del proyecto inicialmente se la establecido en 5.000 has. de plantación efectiva. En discusión con el grupo de participantes, se redujo a 1.000 Has para un primer año. La falta de conocimientos técnicos específicos, experiencia, informaciones, datos y personal entrenado y habilitado para este tipo de actividades establecieron las causas de la reducción. Una empresa de reforestación al enfrentar la realidad posiblemente realizaría el mismo procedimiento.

Además se debe considerar que el entrenamiento del personal es costoso y difícil. Entonces se podrá pensar en plantar 1.000 Has. en el primer año, y si todo fuese bien, en el segundo año ya con más experiencia y conocimientos (personal entrenado, etc), se podría pasar a un área mayor, hasta que en el cuarto o quinto año se pueda llegar a un promedio de plantación de 5.000 Has/año.

Varios rendimientos posiblemente estén super estimados para los primeros años, en función de la falta de experiencia en estas actividades. Considerese por lo tanto el planteamiento del establecimiento de las 1.000 has. simplemente como un modelo.

## 2. REQUERIMIENTO DE INFORMACIONES

Para fines específicos del curso/taller, se preparó el siguiente programa cronológico de información necesaria, para la implantación de bosques industriales en la región de Santa Cruz:

### 2.1 Condiciones Macro

#### **Objetivos:**

- Que se irá a producir?
- Con que finalidad?
- Justificativas de la decisión
- Caracterización del producto

#### **Localización del Proyecto**

- Descripción de la localización escogida.
- Justificación de la localización escogida (en base a la teoría)

#### **Caracterización Bio-climática de la Región**

- Precipitación
  - Cantidad
  - Distribución
- Temperaturas
  - Media anual
  - Mínimas y máximas
- Humedad
- Relieve
- Suelos
  - Tipo de suelo

- . Descripción física
- . Fertilidad

### **Infraestructura de la Región**

- Vías troncales
  - . accesos al área del proyecto
  - . a la plantación
- Comunicación
  - . Líneas aéreas comerciales
  - . Aeropuertos
    - . Condiciones
  - . Teléfono
    - . DDD
  - . Correos
  - . Fax
  - . Telex
- Hospedajes
  - . Hoteles
  - . Restaurants
- Servicios de Salud
  - . Médicos
  - . Hospitales
- Servicios Mecánicos Especializados
  - . Talleres de reparación
  - . Representación
- Servicios Bancarios

### **Insumos**

- Descripción y Cuantificación
  - . Mano de obra
  - . Fertilizantes y calcáreos
  - . Plantines
  - . Productos químicos y fitosanitarios
    - . Hormicidas
    - . Pesticidas
    - . Insecticidas
  - . Madera para construcciones
    - . Vigas
    - . Postes
    - . Cercas
  - . Material de Construcción
    - . Arena

- . Cemento
- . Ladrillos
- . Cerámica
- . Material eléctrico
- . Alambre
- . Maquinaria Agrícola y sus implementos
  - . Tractores livianos
  - . Tractores pesados
  - . Herramientas manuales
    - . Picotas
    - . Palas
- . Mano de Obra Especializada
  - . Técnicos Forestales
  - . Ingenieros Forestales
  - . Administradores
  - . Operarios especializados
    - . Tractoristas
    - . Viveristas
    - . Choferes
    - . etc ...

### **Mercado de Insumos**

- Condiciones del mercado local
  - . Oferta cuantitativa y cualitativa
  - . Concurrencia o alternativas
  - . Flujo de ofertas

### **Mercado del Producto**

- Calidad del producto
- Descripción del mercado comprador
  - . Número de compradores
  - . Especificaciones
- Flujo de adquisiciones
- Precios del producto
  - . Actual
  - . Promedio de los últimos años
  - . Tendencia

### **Cronograma de Implantación**

(Colocación de las actividades en el tiempo del Proyecto)

- Elaboración del Proyecto
- Preparación del área
- Producción de plantines
- Plantación
- Tratos culturales
- Explotación

## 2.2 Condiciones Micro

### **Localización Específica del Proyecto**

- Especificación de su ubicación en la región
- Levantamiento topográfico y tasa de aprovechamiento de la tierra

### **Localización de las Construcciones y su Especificación**

- Tipo
- Tamaño

### **Descripción y Distribución de Rodales y Caminos**

- Tamaño de los rodales
- Caminos
- Corredores primarios y secundarios

### **Aspectos Silviculturales**

- Selección de especies
  - . Justificaciones
- Espaciamiento
  - . Justificación
- Nivel de fertilización
  - . Justificación
- Tratos Culturales
  - . Deshierbes
  - . (Desrames)
  - . Control fitosanitario
    - . Combate a las homigas
  - . (Cortes intermediarios)
  - . Edad de corte
    - . Justificación
  - . Manutenciones anuales



**Sistemas de Explotación**

- Descripción
- Justificación
- Grado de mecanización

**Estimativas de Costos e Ingresos**

- Identificación y análisis de las actividades y de sus coeficientes técnicos
  - Precios de insumos
  - Rendimientos
- Estimación de producción
  - Precios

**Evaluación Económica**

- Valor actual
- Tasa de retorno
- Razón beneficio - costo
- Tiempo de recuperación del capital
- Costo de producción por unidad del producto
- Análisis e interpretación de los resultados
- Análisis de riesgos

**Conclusión de su Factibilidad Técnico-Económica**

La ejecución y desarrollo de los diversos tópicos solicitados, fué elaborado de acuerdo a la distribución de responsabilidades que se indica en el próximo acápite.

**3. ATRIBUCIONES EN LA FORMULACION DEL PROYECTO**

Una vez definidos los grupos de trabajo se procedió al sorteo de los temas, conforme a la clasificación del capítulo anterior, quedando las atribuciones de los grupos dispuestos de la siguiente forma:

GRUPO A : Temas A1 ; A2 ; A3

GRUPO B : Temas A4 ; A5

GRUPO C : Temas A6 ; A7 ; A8

GRUPO D : Temas B1 ; B2 ; B3

GRUPO E : Temas B4 ; B5

GRUPO F : Tema B6

Los grupos de trabajo quedaron constituidos en el siguiente orden:

- GRUPO A: Bejarano, Javier  
Cortez, Miltón  
Flores, Marcelo  
Rosas, Walter  
Santos, Arnoldi
- GRUPO B: Avila, Claudio  
Murguia, Oscar  
Pradel, Gina  
Rosas, Renan  
Sarmiento, Alfredo
- GRUPO C: Guillen, Ramiro  
Herrera, David  
Michel, Walter  
Ramirez, Juan  
Sáinz, José Luis
- GRUPO D: Barba, Juan H.  
Cruz, Andrés  
Lozano, Mariano  
Nina, Mario  
Varas, Gilberto
- GRUPO E: Andrade, Jose  
Barja, Samuel  
Davila, Julio  
Reyes, Jorge  
Rollano, Eduardo
- GRUPO F: Bersatti, Nello  
Challapa, Mario  
Salazar, Sergio

#### 4. FORMULACION DE UN PROYECTO DE IMPLANTACION FORESTAL DE 5.000 HAS. EN SANTA CRUZ

##### 4.1 Condiciones Macro

##### Objetivos

###### 1. Objetivos generales

El presente proyecto surge de las recomendaciones del Plan de Acción para el Desarrollo Forestal de Bolivia, como resultado de la Mesa Redonda Internacional realizada el año 1989. De esta forma se pretende cubrir una etapa para consolidar una meta significativa en el desarrollo forestal del País, siendo necesario desarrollar y fortalecer los conocimientos tecnológicos referentes a la implantación de bosques industriales.

El sector forestal en el País, se encuentra actualmente ingresando en una fase del proceso de desarrollo, donde será necesario iniciar debidamente con la producción de

materia prima forestal homogénea, para la producción final de pasta de celulosa para la fabricación del papel.

###### 2. Objetivos específicos

En base a la existencia y disponibilidad de 6.800 Has. continuas en el Cantón San Carlos, Provincia Ichilo del Departamento de Santa Cruz, se pretende realizar la implantación forestal de 5.000 Has. planificadas en 5 años (1.000 Has/año), para la producción de madera destinada a pasta de celulosa. La finalidad de estas plantaciones será el de abastecer una industria potencial en la fabricación de papel, con posibilidades de venta alternativa de madera para la exportación.

Las especies a ser plantadas serán el *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus saligna*. Se justifica la elección de éstas especies porque en áreas ecológicamente semejantes a la del proyecto, se obtuvieron a nivel experimental comportamientos muy favorables en crecimiento y rendimiento. Además, su utilización, por información bibliográfica, es aconsejable para la producción de pulpa de celulosa. La materia prima producida podrá tener las siguientes alternativas de comercialización:

- Fabricación de pulpa de celulosa
- Exportación de chips
- Exportación de madera en rola

### 3. Características del producto

En función del producto a obtenerse (madera para pasta), se requerirán las siguientes características básicas:

- Diámetro mínimo de la troza 8 cm. en su extremo menor
- Largo de la troza (torete) 2 mts
- Densidad básica, menor a 0.5 gr/cm<sup>3</sup>
- Tipo de fibra, corta
- Trozas descortezadas en el sitio.

Los residuos de la producción, leños menores a 8 cm. de diámetro tendrán la alternativa de venta como leña y carbón vegetal.

### 4. Justificaciones de la decisión

La implantación forestal se justifica en base a los siguientes puntos:

- Las plantaciones de Eucalyptus podrán suministrar, en tiempo relativamente corto, materia prima homogénea para la producción de pulpa y papel en escala industrial.
- La disponibilidad de terrenos adecuados, dan desde un punto de vista silvicultural, oportunidad a la producción de Eucalyptus de alto rendimiento, facilitándose además por sus condiciones de relieve posibilidades de una alta eficiencia en todas las faenas específicas desde la implantación y el manejo silvicultural, al aprovechamiento mecanizado.
- Sustitución de la importación de productos forestales terminados, caso específico del papel, que ofrecerá como consecuencia lógica, ahorro de divisas al país.
- Disminución a la presión de los bosques naturales, con plantaciones debidamente manejadas en armonía con el medio ambiente.
- Ocupación de bastante mano de obra en diversas actividades, permitiendo elevar el nivel de sus ingresos, especializando profesiones y oficios, evitando así la migración y/o colonización desorganizada.

### Localización del Proyecto

#### 1. Descripción del área escogida

El área del proyecto de implantación forestal, está ubicada en el Cantón San Carlos de la Provincia Ichilo, en el Departamento de Santa Cruz,

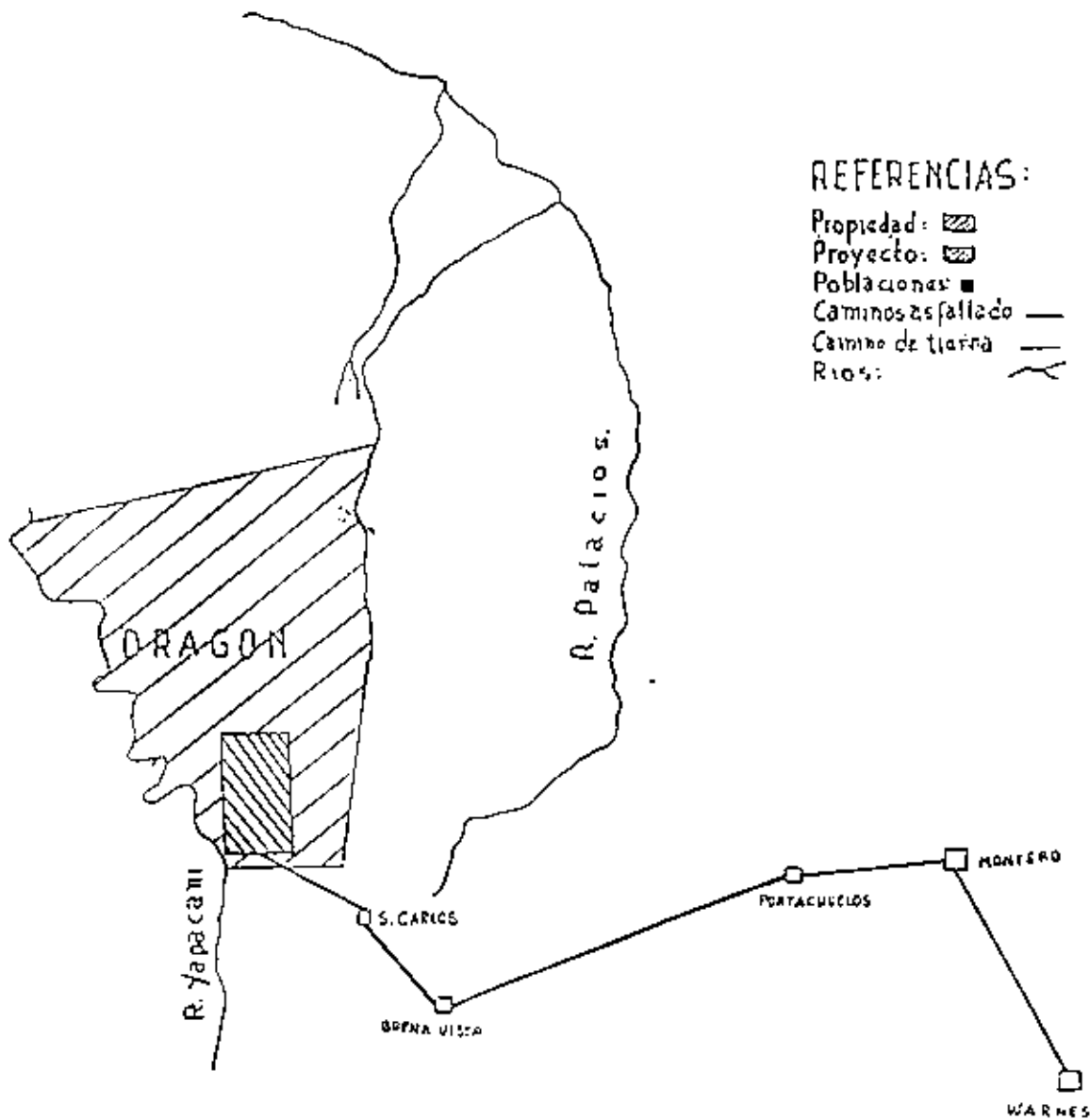
aproximadamente a 90 Km. de la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra, sobre la Carretera troncal Santa Cruz - Cochabamba. Entre las coordenadas geográficas 17°20'00" de Latitud Sur y 63°50'00" de longitud oeste, del meridiano de Greenwich, (ver mapa 1). Desde la ciudad de Santa Cruz al área del proyecto existen 80 Km. de carretera asfaltada, debiendo mejorarse la infraestructura caminera en los últimos 10 Km. Estos son datos aproximados, para una cuantificación más exacta se deberá recurrir a cartas geográficas elaboradas por el Instituto Geografico Militar.

## 2. Justificación del área escogida

Son varias las ventajas que ofrece el área para la implantación de bosques industriales con Eucalyptus. Las más importantes son:

- a) Disponibilidad de tierras en grandes extensiones, que se adecuan al tamaño del proyecto y su posterior proyección para el futuro.
- b) Terrenos con bajos porcentajes de cambio de pendiente. Presenta relieves suaves, facilitando la accesibilidad a toda la región del proyecto y permitiendo mecanizar las actividades de implantación, manutención y aprovechamiento.
- c) Los índices de lluvias (cantidad y distribución), la radiación solar y ausencia de temperaturas mínimas críticas (bajo cero), favorecerán al crecimiento y desarrollo de las especies a utilizarse.
- d) La región del proyecto cuenta con buen apoyo logístico, por encontrarse relativamente próxima al centro urbano de Santa Cruz, siendo posible contar con todas las ventajas de telecomunicaciones, infraestructura hotelera, hospitalaria y mercado de insumos.
- e) La ciudad de Santa Cruz presenta condiciones favorables para constituirse en el centro del mercado potencial para los productos a obtenerse del proyecto.

Mapa 1. Localización del proyecto.



MAPA DE UBICACION  
 Proyecto: Plantaciones forestales  
 Propiedad: EL DRAGON  
 Es: 1:250 000.

### 3. Uso y tenencia de la tierra

En el área de influencia del proyecto, se practica actualmente una agricultura migratoria por parte de los colonizadores, a excepción de algunos sectores donde existen grandes propiedades (1.000 a 5.000 Has. por propietario), debidamente cercadas. Esta característica favorecería a una expansión del proyecto en el futuro mediano.

Los cultivos agrícolas mayormente son de soya y arroz en menor escala. También existen cultivos de caña de azúcar, maíz, plátanos, hortalizas y hatos ganaderos con pasturas mejoradas.

Para conservar el suelo se hará necesario aplicar técnicas de conservación de suelos, para evitar su excesivo lavado, debido a las altas precipitaciones y elevadas temperaturas. Estos factores empobrecen el suelo rápidamente ocasionando una fuerte lixiviación y pérdida de la materia orgánica. Esta situación parcialmente compromete a los cultivos agrícolas que requieren de intensas labores culturales del suelo, frente a la ventaja de que la implantación de especies forestales de rápido crecimiento proporcionará al suelo una cobertura vegetal que permanecerá por más tiempo. Por tanto, la actividad en plantaciones forestales industriales, permanentemente ligada a bosques manejados, será en esta región una de las mejores maneras para aprovechar la productividad potencial de los suelos.

### Caracterización bioclimática de la región

#### 1. Zona de vida

De acuerdo al Mapa Ecológico de Bolivia, el área del proyecto pertenece a la zona de vida: Bosque Húmedo Tropical en clara transición entre las zonas : Bosque Húmedo Sub-tropical y Bosque Muy Húmedo Sub-tropical.

#### 2. Precipitación

El promedio de la precipitación pluvial anual se estima en 1.900 mm, distribuidos entre los meses de Noviembre a Marzo. Entre Diciembre y la primera quincena de Enero se registran los valores máximos. Del mismo modo se apuntan 4 meses indefectiblemente secos, entre los meses de Julio y Octubre.

Se estima que una tercera parte de la precipitación se escurre libremente, incidiendo apreciablemente en el grado de lixiviación de nutrientes solubles durante los meses de Diciembre y Abril, lo que conduce a condiciones de infertilidad de los suelos.

### 3. Temperaturas

La temperatura media anual es de 29° C., teniendo un registro máximo de 36° C. en el mes de Enero y una mínima de 21° C. en los primeros días de Junio. Para la zona de vida, se encuentra que las biotemperaturas son adecuadas para el crecimiento vegetal, a pesar de los cuatro meses efectivamente secos.

### 4. Fisiografía

Por su ubicación es una zona transicional entre el pie de monte sub andino y los llanos orientales. Predomina la topografía plana, originada por sedimentos aluviales transportados por los ríos de la zona, provenientes de la erosión de los suelos de la faja sub andina. El área está por debajo de los 400 m.s.n.m.

### 5. Suelos

Corresponden al orden de los inceptisoles, suelos influenciados en su desarrollo genético por condiciones de hidromorfismo. De texturas medias y predominancia de limo con coloraciones superficiales grisáceas oscuras. Químicamente son suelos de reacción medianamente ácida, de bajo contenido de materia orgánica, el fósforo disponible es bajo y alto el contenido de potasio. La fertilidad y productividad de estos suelos es baja, debido principalmente a la excesiva lixiviación.

Por las condiciones mostradas se hace necesario realizar análisis físico-químicos específicos del área de implantación, a fin de establecer las dosificaciones de fertilización adecuadas para las plantas, así como las enmiendas necesarias.

### 6. Vegetación

En las inmediaciones del área del proyecto, se puede observar el resultado de la explotación forestal a la que fue sometida la vegetación natural. En el sector norte se encuentra aún vegetación clímax, correspondiente a un bosque de latifoliadas siempre verdes con árboles que sobrepasan los 40 m. de altura. Esta característica se constituye en un factor positivo para viabilizar la consecución de las tierras, desde un punto de vista económico legal.

Cuando se abandonan estas tierras luego de un desmonte o uso agrícola, existe un vigoroso crecimiento del bosque natural secundario, pionero al que es invadido por gramíneas y abundantes brinzales de ambaibo (*Cecropia* sp)



y palo balsa (*Ochroma lagopus*), hecho que nos conduce a identificar la necesidad de efectuar laboreos de cultivo, con regularidad.

### **Infraestructura de la región**

Como ya fue indicado, la zona donde se implantará el proyecto está ubicada al Nor Este de la ciudad de Santa Cruz y al Nor-Oeste de la población de San Carlos (10 km), pudiéndose observar que es una zona de bastante afluencia a la ciudad de Santa Cruz. Esta ciudad cuenta con grandes centros de actividad productiva, profesional, empresarial, etc.

Cerca al área del proyecto, se encuentran otras poblaciones como Montero, Warnes, Buenavista y San Carlos, que cuentan con condiciones básicas de infraestructura y medios de comunicación, salud, etc.

Existen también ingenios azucareros y plantaciones agrícolas en las poblaciones cercanas, de cuyos asentamientos humanos se podrá contratar eventualmente mano de obra.

#### **1. Vías troncales**

A 10 Km del área del proyecto, pasa la vía troncal Cochabamba - Santa Cruz, transitable durante todo el año.

#### **2. Acceso al área del proyecto**

Será necesaria la apertura de una vía de acceso la que tendrá una extensión aproximada de 10 Km. Esta vía de acceso deberá estar condicionada para permitir el tránsito continuo y permanente al área del proyecto.

#### **3. Comunicación**

La ciudad de Santa Cruz cuenta con el aeropuerto internacional de Viru Viru, ubicado a 16 Km. del centro de la ciudad, donde operan varias líneas aéreas internacionales. Cuenta con un excelente servicio al público que permite el intercambio comercial en todos los niveles. Existe en la misma ciudad otro aeropuerto menor y también con pista asfaltada, denominado El Trompillo; además existen varias pistas de aterrizaje privadas (sin asfalto para aviones pequeños), en regiones cercanas al área del proyecto.

En la ciudad de Santa Cruz existe un excelente servicio telefónico tanto en el área urbana como a nivel rural (región del proyecto).

#### 4. Hospedaje

En Santa Cruz la infraestructura hotelera es óptima, existen hoteles y pensiones a varios niveles de confort. En la población de San Carlos existen algunos alojamientos y restaurantes de menor confort.

#### 5. Servicio de salud

Los servicios médicos y hospitalarios son de primer orden en la ciudad de Santa Cruz, existiendo atención médica en la población de San Carlos. Montero cuenta con clínicas privadas y hospitales que podrán brindar el servicio esencial necesario, para cualquier tipo de emergencia a los participantes de las diversas actividades del proyecto de implantación forestal.

#### 6. Servicios mecánicos

En la ciudad de Santa Cruz se cuenta con talleres mecánicos especializados en reparación y mantenimiento de vehículos motorizados y equipos específicos al proyecto. También existen representaciones de casas importadoras, que posiblemente cuentan con un stock de repuestos.

#### 7. Servicios bancarios

Se cuenta con un óptimo servicio bancario en las ciudades de Santa Cruz y Montero, además de contar con agencias bancarias en la población de San Carlos, con lo cual estaría asegurado este servicio para el proyecto.

### Insumos

Todos los cálculos se realizaron para 1 Ha. La implantación del proyecto tendrá una duración de 5 años, contemplándose plantaciones de 1.000 has/año.

#### 1. Mano de Obra

Fueron considerados tres grupos: especializada, calificada y no calificada.

##### a) Mano de obra especializada

Para el primer año, considerando apenas 1.000 Has de plantación, se definió el personal que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 15. Requerimiento de personal especializado

CARGO/AÑO	1	2	3	4	5	TOTAL
Director	1	-	-	-	-	1
Administrador	1	-	-	-	-	1
Ing. Forestal	1	1	1	1	1	5
Tec. Forestal	5	5	5	5	5	25
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>32</b>

De los técnicos forestales, cuatro estarían destinados a las actividades de la plantación y uno a la responsabilidad de las plántulas.

Esta proyección se refiere a los 5 años de actividades de plantación. En los años 6° al 8°, 10° al 17°, y 18° al 26°, se requerirá de los tres primeros cargos solamente. En los años de explotación que son el 9°, 18° y 27° (considerando un turno de corte de 9 años), se requerirá el mismo número de técnicos que para el 1° año.

b) Mano de obra calificada

Para cada año de plantación de 1.000 Has. se precisará:

5 tractoristas (para operar 4 tractores agrícolas)

7 choferes (para 2 camiones de 200 qq cada uno,  
2 camionetas 4 x 4  
y 2 jeeps)

1 técnico mecánico  
2 secretarías (dirección - técnica)  
1 mensajero  
1 portero  
1 sereno

-----  
Σ 18 personas

El personal permanente para los primeros cinco años (actividad de plantación), será de aproximadamente 25 personas.

A partir del 9° año, que será el año del primer corte, se requerirán de motosierristas de acuerdo a la producción estimada (m<sup>3</sup>):

Primer corte (9° año)	=	91
Segundo corte (18° año)	=	82
Tercer corte (27° año)	=	77

## c) Mano de obra no calificada

En base a los rendimientos/ha para las diferentes actividades, el procedimiento de cálculo se realizó de la siguiente manera: el número de horas de cada actividad, se dividió entre 8, que equivale a un jornal. A excepción de la actividad de explotación que solo se consideró 5 horas/jornal.

Se consideraron las actividades de plantío, de acuerdo a las tablas de producción, que se encuentran en el siguiente capítulo.

Cuadro 16. Distribución de los jornales por actividad

ACTIVIDAD	NUMERO	
	HORAS	JORNALES
1. Infraestructura	43,0	5,38
2. Preparación de suelos	160,4	20,05
3. Plantación	360,0	45,00
4. Mantenimiento anual	41,0	5,13
<b>TOTAL</b>	<b>604,4</b>	<b>75,56</b>

Considerando 76 jornales necesarios, se incluyó el 15% de imprevistos, resultando en 87 jornales/ha. Como la plantación se realizará en 1.000 Ha, el requerimiento por año será de 87.000 jornales. Para el cálculo del número de obreros, se considerará el trabajo efectivo de 11 meses/año con 24 días por mes. Dando un resultado de 264 días/año. Dividiendo 87.000 jornales entre 264 días, se tendrá un requerimiento de 330 obreros/1000 ha/año.

En los primeros 5 años se tendrá un incremento anual de 20 obreros para trabajos de mantenimiento.

Del año 6 al 8 se requerirá solo de 100 obreros, para las labores de mantenimiento anual.

En el 9º año, que sería el año de corte, ya no será necesario el mantenimiento anual y sólo se necesitará obreros para las actividades de explotación (basicamente motosierristas), que estarán en función de la producción de los diferentes cortes. Para el primer corte se podrá asumir un rendimiento de

$2,4 \text{ horas/ha} \times 225 \text{ m}^3 = 540 \text{ m}^3/\text{ha}$  :

$5 \text{ horas/jornal} = 108 \text{ jornales}$ .

$108 \text{ jornales/ha} \times 1.000 \text{ ha} = 108.000 \text{ jornales}$

$108.000 \text{ jornales} : 264 \text{ días} = 410 \text{ obreros}$ , más 18 obreros para la actividad del rastreado (segadora), resultan 428 obreros + 91 motosierristas, hacen un total de 591 + 15% de imprevistos darán un total de 597 operarios.

Para el 2º Corte serían necesarios 540 obreros más motosierristas y para el 3º Corte 509 obreros más motosierristas

## 2. Fertilizantes

No se hará uso de calcáreos debido a que el pH del suelo no es muy ácido. Para la plantación óptima se utilizará 150 gr. de fertilizantes planta. En la densidad de (3 x 2 m) se considerará 1667 plantas/Ha más 5% de reposición, resultando en 1.750 plantas por ha. Asumiendo que se utilizaría 150 gr. de fertilizantes/planta se tendría:

$1.750 \text{ plantas} \times 150 \text{ gr.} = 262.5 \text{ Kgr/Ha.}$

$1.000 \text{ hectáreas} \times 262.5 = 262.5 \text{ TM}$

Que equivale a 5.250 bolsas de 50 kgrs. de la formulación NPK 18-46-0 ó 17-50-0. No se

incluirá Potasio debido a que los suelos tienen un adecuado nivel de K.

## 3. Plantines

Asumiendo el espaciamiento 3x2 + 20% de pérdidas, en el primer año de implantación, se requerirá de 2.000 plantines/Ha. Para las 1.000 Ha. serán necesarios 2.000.000 de plantines/año.

## 4. Fitosanitarios

Se usará el producto químico Mirex o algún otro similar que tenga las propiedades de insecticida específico al combate de hormigas.

Asumiendo que se cuenta con 1.667 hoyos/ha y que a cada hoyo se aplicará 5 gr. del producto químico, se tendrá:

$$1.667 \times 5 \text{ gr.} = 8,3 \text{ Kgs./año/Ha.}$$

Para 1.000 hectáreas:

$$8.3 \text{ kgrs.} \times 1.000 = 8,3 \text{ TM}$$

## 5. Madera para construcción

### a) Cercas perimetrales

Considerando que se tendrá 1.3 Ha. por 1 hectárea efectiva de plantío, se ocupará 6.500 Ha., equivalentes a 65 Km. Si consideramos que el área es un cuadrado, cada lado tendrá 8,06 Km de lado y su perímetro sería de 32,25 Km.

### b) Postes

Los postes de cerca estarán espaciados a cada 3 m, su cálculo sería  $32.250 \text{ m} \div 3 \text{ m} = 10.750$  postes/5años (área total).

Para el primer año se necesitarían:

$$10.750/5 = 2.150 \text{ postes/año}$$

### c) Alambrado

El cerco perimetral tendría 5 hilos de alambre de púa, en función a las características del área. Los cálculos serían los siguientes:

$$32.250 \text{ m} \times 5 \text{ hilos} = 161.250 \text{ m de alambre.}$$

Como sólo se plantaría 1.000 Ha. inicialmente se tendría  $161.250/5 = 32.250 \text{ m}$  de alambre para 1.000 has, equivalentes a 65 rollos de 500 m c/u.

Para asegurar el alambre en los postes de cerca se necesitarán 63.813 grampas, considerando un 15% de pérdida.

## 6. Material de construcción

Considerando una infraestructura mínima que cubriría 799 m<sup>2</sup> de área construida, el requerimiento de material de construcción sería el siguiente:

Cemento	299,34	bolsas
Arena	74,00	m <sup>3</sup>
Grava	68,32	m <sup>3</sup>

Piedra	149,50	m <sup>3</sup>
Cerámica	822,00	m <sup>3</sup>
Madera (general)	7.797,40	p <sup>2</sup>
Ladrillo	19.717,00	Pzas.
Placas (Duralit)	965,00	m <sup>2</sup>
Instalación eléctrica	35,00	puntos

#### 7. Maquinaria agrícola y sus implementos

Para las faenas livianas se precisaría comprar 4 tractores agrícolas con todos sus implementos (discos, rastra) etc. Los tractores pesados que serían utilizados para la habilitación de tierras para la plantación forestal y otras obras civiles (construcción de caminos), serían contratados, por ser más conveniente en sus costos operacionales.

#### 8. Herramientas manuales

Para el cálculo de las herramientas manuales, se precedió al siguiente raciocinio:

La cuantificación de las herramientas manuales variará de acuerdo a las diferentes actividades.

Para los primeros 5 años se necesitaría una proporción de 35% que corresponde a 330 obreros en picotas y palas.

El cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$\begin{array}{r}
 330 \times 0,35 = \quad 116 \text{ palas} \\
 \qquad \qquad \qquad 116 \text{ picotas} \\
 \hline
 \text{Total} \quad 232 \text{ palas y picotas/1.000 Ha.}
 \end{array}$$

Considerando que éstas herramientas tendrían una vida útil promedio de 2 años.

Se cálculo también un promedio de 2 hachas/Ha, teniendo un total de 2000 hachas/1000 ha.

En cuanto a los machetes se considera también una proporción de 1/35, que resultaría en un total de 116/1000 ha. Esta herramienta tendría una vida útil de 2 años, es decir que se necesitaría 290 machetes para los 5 años de plantación.

Sierras curvas para el manejo de rebrotes, se estima en 5/ha. En total resultaría 5000 sierras curvas/1000 ha. El número de hoces tendría el mismo criterio de cálculo.

## **Mercado de Insumos**

### **1. Generalidades**

El proyecto tendría como punto de abastecimiento de insumos, los mercados de Santa Cruz, así como otras ciudades como Tarija, Riberalta, Cochabamba y Sucre para el aprovechamiento de mano de obra especializada.

#### **a) Santa Cruz:**

Ciudad distante a 90 Km. del área del proyecto, camino transitable durante todo el año.

El mercado de Santa Cruz en lo que se refiere a la mano de obra cuenta con una facultad de Ingeniería Forestal, así como especialidades administrativas, además de personal de campo, con mucha experiencia. La maquinaria, equipo, herramientas e insumos químicos pueden ser también adquiridos en éste mercado a niveles óptimos en cuanto a calidad y precio, dada la gran competencia existente entre las casas comerciales.

#### **b) Montero:**

Ubicada a 55 Km. del área del proyecto, con 45 Km. de carretera asfaltada y 10 de tierra ripiada, transitables durante todo el año; cuenta con varias casas comerciales que permitirían el abastecimiento de materiales de construcción y herramientas menores.

#### **c) Tarija, Riberalta, Cochabamba y Sucre:**

Estas ciudades podrían ofrecer mano de obra especializada, tanto en niveles jerárquicos como técnicos. Asimismo, el conocimiento de cada una de las Casas de Estudios situadas en estas ciudades, permitirá identificar los lugares más adecuados para la formación de la mano de obra.

### **2. Mercado de productos agroquímicos**

Sin duda alguna, el Departamento de Santa Cruz tiene un gran movimiento agropecuario, por lo que la oferta de productos agroquímicos en cuanto a calidad y cantidad permitirían identificar a ésta ciudad como centro abastecedor de éste tipo de productos al proyecto, por todo el año.

### **3. Mercado de productos de construcción**

Existe un mercado crecimiento de la construcción tanto en la ciudad de Santa Cruz como en la Ciudad de Montero, en tal sentido la infraestructura



que requiere el proyecto tendrá como mercado proveedor la ciudad de Montero, debido a que se encuentra a menor distancia y a la existencia de todos los materiales requeridos.

#### 4. Mercado de maquinaria y herramientas

La compra de maquinaria y equipo pesado, especialmente tractores agrícolas, podrán ser realizada en las casas importadoras, establecidas en Santa Cruz.

En cuanto se refiere a herramientas menores, podrán ser adquiridas de la Ciudad de Montero, de acuerdo al programa de abastecimiento de herramientas que establece el proyecto.

#### 5. Mercado de mano de obra

Para la ejecución del proyecto, se considerarán tres categorías de mano de obra:

- a) Mano de obra especializada
- b) Mano de obra calificada
- c) Mano de obra no calificada

Referente a la mano de obra especializada, el proyecto considera la contratación de Ingenieros Forestales, Técnicos y Administradores, como especialistas que tendrán a su cargo las funciones ejecutivas y de planificación de la producción. Las fuentes de formación relacionadas al proyecto pueden deducirse del Cuadro 17. En la ciudad de Santa Cruz existe suficiente mano de obra calificada, que permitiría contar con excelentes profesionales, sin embargo, en cuanto a técnicos forestales el mercado sería la ciudad de Cochabamba, puesto que en esa localidad existe la Escuela Técnica Forestal.

Cuadro 17. Instituciones de Formación Profesional

UNIVERSIDAD ESTATAL	CIUDAD	ESPECIALIZACIONES
Gabriel Rene Moreno	Sta. Cruz	Ing. For. Adm. Emp. Contabilidad
Juan Misael Saracho	Tarija	Ing. Forestal
Sn. Francisco Xavier	Sucre	Ing. Agron. y For. Tecnico Medio
Escuela Tecnica Forestal Jose Ballivian	Cbba. Riberalta	Tecnicos Forestales Ing. Forestal

## **Mercado del Producto (madera de las plantaciones)**

### **1. Antecedentes**

El mercado del Eucalipto en Bolivia está restringido a la elaboración de callapos y puntales, con destino a la minería y en pequeña escala a la fabricación de carbón vegetal, principalmente en el Departamento de La Paz, Provincia Inquisivi.

Consiguientemente la producción de Eucalipto del presente proyecto, estaría destinada a la provisión de materia prima de una industria potencial de pasta de celulosa, la que tendría que estar instalada a la edad del primer corte. Caso contrario, la producción no tendría mercado nacional, por los escasos volúmenes que son utilizados en la industria minera, por lo que tendría que ser comercializado en el mercado exterior.

### **2. Calidad del producto**

Para la especie a plantarse se producirán los plantines con semillas certificadas de buena calidad y pureza.

El proyecto producirá trozas para la elaboración de pasta de celulosa, siendo que el corte de la plantación, se realizaría entre los 7 y 9 años, pero no mayor a los 9 años, y las trozas tendrían las siguientes características de dimensión:

Largo : 2 m.  
Díámetro : mínimo 8 cm. en el extremo de la troza  
DAP : promedio 20 cm.

Por la densidad de la plantación, se presentarán los desrrames naturales, consecuentemente la madera estaría libre de la presencia de nodulaciones. La densidad básica de la madera, será aproximadamente de 0,5 gr/cm<sup>3</sup>. Así la madera a ser ofrecida al mercado presentará un buen estado fitosanitario, debido a los tratos culturales programados en el proyecto.

### **3. Descripción del mercado comprador**

Como indicamos anteriormente, en el país no existe en la actualidad, mercado para la materia prima de plantaciones de Eucalipto a nivel industrial. Sin embargo, de acuerdo a datos del Plan de Acción para el Desarrollo Forestal de Bolivia, la importación de papel para el consumo nacional en el año 1990, fué la siguiente:

Cuadro 18. Consumo de papel (1990)

Varietades de Papel	Consumo Nacional (TON)
Papel Periódico	9.100
Papel Imprenta	7.350
Kraft	5.700
Otros papeles	4.200
<b>TOTAL</b>	<b>26.350</b>

Considerando 4 m<sup>3</sup>. de madera para producir 1 Ton. de pasta de celulosa, se estima un requerimiento de 105.400 m<sup>3</sup>. de madera por año. Por lo tanto, se puede concluir que en Bolivia, existe la necesidad de realizar plantaciones forestales comerciales y consecuentemente, la instalación de industrias, para la transformación de los productos forestales primarios, para cubrir el abastecimiento del mercado nacional.

Si no se llega a instalar industrias procesadoras de pasta de celulosa en el país, existe el mercado externo de madera para pulpa, el cual de acuerdo al Anuario de Productos Forestales de la FAO 1976-1987, tiene como los mayores importadores, los siguientes países:

Finlandia	Italia
Suecia	Noruega
Bélgica	Alemania
Japón	Austria
Yugoslavia	

El comportamiento del comercio mundial de la madera para pasta de celulosa, según el Anuario de la FAO para el periodo 1977 al 1987, es el siguiente:

Años	Madera para Pulpa (1.000 m <sup>3</sup> .)
1977	16.950
1978	16.221
1979	18.984
1980	20.618
1981	21.459
1982	18.518
1983	19.121
1984	21.528
1985	22.758
1986	23.439
1987	26.010

De acuerdo a esos datos la tasa de incremento de la madera para pulpa, del año 1977 al año 1987, fue en promedio de del 5.3% anual. Según esta tasa, se prevé que en los próximos años, el mercado de la madera para pulpa, será favorable para los países productores de esta materia prima.

Por otro lado, se sabe que el consumo percapita de papel en los países en vías de desarrollo y si se dan las condiciones de desarrollo de estos últimos, el comercio mundial de papel, tendrá un gran incremento.

#### 4. Precios del producto

Como en Bolivia no existen plantaciones forestales comerciales y tampoco industrias de pasta de celulosa, no se tiene precios del mercado interno de madera para pulpa.

El detalle de los precios de madera para pulpa, en el mercado exterior, se muestran a continuación:

Cuadro 20. Precio de la madera para pulpa a nivel mundial.

Año	Madera para Pulpa (1.000 m <sup>3</sup> )	Valor de la Madera (1.000 US\$)	Precio Unitario Madera para pulpa (US\$/m <sup>3</sup> )
1977	16.958	477.236	28,14
1978	16.221	464.824	28,66
1979	18.984	601.003	31,66
1980	20.618	880.041	42,68
1981	21.459	860.812	40,11
1982	18.518	682.227	36,84
1983	19.121	576.125	30,13
1984	21.528	607.660	28,22
1985	22.758	672.835	29,56
1986	23.439	826.985	35,28
1987	26.010	1.023.730	39,36

FUENTE: Anuario de Productos Forestales 1976-1987 FAO.

Según los datos del cuadro anterior, la tasa de incremento de los precios de la madera para pulpa por m<sup>3</sup>. es de 3,99% anual. Si esta tasa se mantiene estable, el precio de la madera en los próximos años, sería favorable para el proyecto.

En caso de no instalarse industrias de pasta de celulosa en el país hasta la edad de corte de las plantaciones consideradas en el proyecto, se prevé que las condiciones para la exportación de madera para pulpa serán muy buenas, puesto que el precio de la madera en el lugar de producción es de 12 US\$/m<sup>3</sup>, mientras que los precios externos, se encuentran en alrededor de US\$ 40/m<sup>3</sup>, de acuerdo a los datos del cuadro anterior, lo que significa, que se tiene un margen de más del 200% sobre el precio de producción de la madera, para los costos de transporte y su respectiva exportación.

#### 4.2 Condiciones Micro

##### Localización específica del proyecto

Por la estrategia de desarrollo de la región y localización óptima, el Proyecto de Plantaciones Forestales Industriales estará, ubicado en la localidad EL DRAGON, a 10 Km. de la Población de San Carlos, Provincia Ichilo del Departamento de Santa Cruz (ver mapa de localización). Como ya fué mencionado el lugar de la implantación se encuentra a 90 Km. de la carretera asfaltada desde la Ciudad de Santa Cruz - San Carlos y 10 Km. sin carretera hasta la propiedad EL DRAGON. La carretera que une las ciudades de Santa Cruz y Cochabamba, está considerada como vía troncal nacional de primera clase, con un flujo de alto tonelaje y de tránsito permanente.

- a) La localidad de San Carlos cuenta con servicios eléctricos de alta tensión, telégrafos, correos, repetidora de televisión, escuelas y servicios de salud. En la localidad de Yapacaní se ubica una estación meteorológica.
- b) Así mismo, en la localidad San Carlos, se cuenta con algunos proyectos en ejecución, tales como: MACA-BID, SEARPI, CIAT y otros a menor escala.

##### 1. Especificación de su ubicación en la región

El Fundo rústico el Dragón, propiedad de la Empresa Boliviana de Reforestación, está ubicado en el margen derecho del río Yapacaní, entre las coordenadas 17°20' 00" latitud sur y 63° 50' 00" longitud oeste con una superficie aproximada de 6.800 Has. de las que una parte (aproximadamente 5%), se encuentra ocupada por colonos que realizan cultivos de rosas, a muy baja escala, diversificada e insuficiente para su propio consumo.

- a) La población de la localidad de San Carlos, tiene aproximadamente 1.800 habitantes, conformando familias de escasos recursos

económicos, por la falta de fuentes de trabajo. Las principales actividades son la agricultura, caza y pesca, en escala muy pequeña.

- b) La tenencia o adjudicación de la tierra, que pertenece a los pobladores de la zona, les fué otorgada mediante loteamiento de 50 Has. por familia. Algunos poseen títulos de propiedad y otros simplemente realizan sus actividades de comercialización agrícola sin documentación legal.
- c) Causas y efectos de la colonización

Una de las causas fundamentales para los asentamientos humanos en lugares no definidos, es la falta de una planificación del uso y distribución del suelo. Se hace necesario un mapa forestal, que permita adecuar el suelo y vuelo forestal a las necesidades del proyecto.

Los efectos de la colonización desorganizada en la región del proyecto son de gran magnitud, pues afectan la formación boscosa al desmontar áreas de 1 a 5 Has, para la producción agrícola familiar. Paralelamente, los colonizadores se dedican a la apertura de senderos transitables hasta el lugar donde se encuentran árboles maderables, para su venta bajo el sistema de árboles en pie, a los madereros o comercializadores de madera, de tal suerte que el bosque natural se encuentra utilizado irracionalmente.

## 2. Ubicación del área

El área del proyecto se encuentra ubicado al margen derecho del río Yapacaní, situado dentro de la formación de Bosque Húmedo de Transición (Bh - T) a Bosque Húmedo Sub-tropical (Bh-ST) según Memoria Explicativa del Mapa Ecológico, Hoja N° 5 (Unzueta O. 1975), ya descrita en acápites anteriores.

- a) Clima: Los datos que a continuación se exponen son aproximados, en razón de no contar con información precisa. El área tiene una temperatura media anual de 29°C, con una precipitación de 1,900 mm anuales y una altura aproximada de 300 m.s.n.m. El periodo de lluvia es de Noviembre a Marzo. En los 7 meses secos se registran esporádicamente periodos invernales con lluvias eventuales, suficientes para los cultivos agrícolas.
- b) Suelos: Los suelos son de origen sedimentario, profundos de color oscuro, con bajo contenido en materia orgánica, de textura que varía de arcillo-limosa a arcillo-arenosa. Estos suelos clasificados como

pesados, por el alto contenido de humedad y por las características que presenta la zona (alto índice pluviométrico y un alto grado de evapotranspiración), podrían ser definidos como aptos para el uso forestal.

- c) **Fisiografía:** El relieve del área presenta pendientes de hasta 5% aproximadamente, con algunos sectores de leves ondulaciones, recubiertas por vegetación natural no continua. Esta vegetación podrá interferir en la distribución de los rodales. Se estima que la plantación efectiva se realizará en un total de 5.000 Has., lo que representaría una área total del proyecto al final del quinto año en 6.500 Has.
- d) **Vegetación Natural:** El bosque natural que se encuentra en la región del proyecto, presenta más de 200 especies forestales. La vegetación natural es heterogénea, de compleja estructura, característica de la formación de un bosque de transición (Bh - T). Las especies forestales que son herbáceas, subarborescentes, arbustivas, arbóreas, trepadoras, forman una conopia forestal irregular.

Este bosque se encuentra intervenido por una explotación selectiva, de especies económicamente representativas como la Mara *Swietenia macrophylla* King (mara), Palo maría, Tajibo, Blanquillo y otros. Por otro lado existen otras especies forestales a las que no se les dió ningún uso. En esta asociación se encuentran muchos géneros, siendo los más importantes Rollina, *Aspidosperma*, *Tabebuia*, *Cariniana*, *Hymenaea*, *Buchenavia*, *Terminalia*, *Hura*, *Calicophyllum*, etc. Géneros de especies maderables: *Chorisia*, *Ochroma* y muchos otros.

A causa de este aprovechamiento por más de 30 años, este bosque ha quedado empobrecido, cambiando totalmente su estructura fisiográfica y convirtiéndose en varios miles de Has. de barbechos de tierras inútiles, por la incidencia de los colonizadores.

Claro está, que existen algunas propiedades alambradas con el cultivo de pasturas para el sostén de hatos ganaderos y cultivos agrícolas de primer orden: soya, maíz, arroz y caña.

#### **Localización de las construcciones**

A objeto de lograr mayor eficiencia del personal técnico y de apoyo, el proyecto considera la construcción de oficinas, vivienda y otros. Las mismas que se ubicarán al lado izquierdo del camino de entrada a la propiedad. El tipo y tamaño de las construcciones será el suficiente para albergar 1 Ing. Forestal, 2 Técnicos y 20 personas de apoyo permanente.

Cuadro N° 21 Superficie de las construcciones

Item	Número ambientes	m <sup>2</sup> c./a.	Superficie m <sup>2</sup>
Oficina con baño	2	3x4=12	24
Vivienda para técnicos (c/u con 3 dorm. 1 living comedor, cocina, baño, tanque de agua)	3	60	180+2
Vivienda personal	20	9	180
Baños comunes	5	3	15
Taller, granja, depósito herramientas	1	8x15 =100	100
Comedor común, cocina	1	5x10 =50	50
<b>TOTAL</b>			<b>551</b>

### Distribución de los rodales

- a) Considerando el área neta de la plantación de 5.000 Has. el número de rodales será de 250. Cada rodal tendrá una superficie de 20 Has., cuyas dimensiones serán de 400 - 500 m. distribuidos sistemáticamente en un rectángulo de 10 x 25. Para las actividades de plantación se han agrupado los rodales en 25 bloques. Con el fin de prevenir y controlar incendios forestales cada bloque tendría 10 rodales.
- b) Las vías de acceso dentro de la plantación estarán distribuidas de la siguiente manera:

Corredores Primarios de 15 m. de ancho, orientados de sur a norte. Los mismos servirán de apilamiento de la madera y para el flujo de camiones. Además, existirán corredores primarios en sentido transversal, al orientado en dirección norte, por cada bloque.

Los corredores secundarios serán de 6 m. de ancho y estarán distribuidos en cada bloque.

#### 1. Área bruta de la plantación

Considerando las dimensiones de cada rodal y el ancho de los corredores primarios y secundarios, el ancho total será de 5.165 m. (5,165



Km.) y el largo de la plantación de 10.192 m., con un área bruta de 5264,17 Has. El área que corresponde a los corredores primarios y secundarios será de 264,17 Has., que representa el 5% del área total.

## 2. Caminos

Se construirá un camino principal a la propiedad, desde la población de San Carlos. La longitud de este camino será de 10 Km. El ancho neto será de 5 m. y el ancho total de 7 m. A objeto de que sea estable, se compactará y agregará grava en 7 cm. de altura.

## 3. Ayuda memoria de calculo

### a) Area de plantación efectiva :

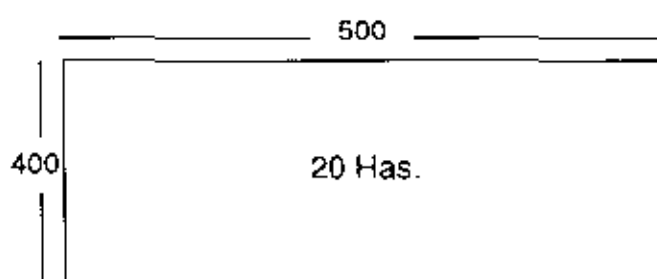
$$5.000 \text{ Has.} = 50 \text{ Km}^2. = 5.000 \text{ m.} \times 10.000 \text{ m.}$$

### b) Cálculo del número de rodales:

$$\text{Area de un rodal : } 20 \text{ Has.} = 500 \times 400 \text{ m}$$

$$\text{No rodales} = \frac{\text{A.efectiva}}{\text{A.rodal}} = \frac{5.000 \text{ Has.}}{20 \text{ Has.}} = 250$$

### c) Dimensiones de un rodal:



### d) Estimación vías de acceso en la plantación:

Acceso primario: ancho:  $2 H$ . si  $H = 75 \text{ m.}$   
 ancho =  $2 \times 7,5 = 15 \text{ m.}$   
 $H =$  altura del árbol

Acceso secundario: ancho : 1 H.  
 ancho : 6 m.  
 H = altura del árbol

e) Distribución de los rodales netos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										

10.000 m = L

largo de la plantación = 10.000 m  
 largo efectivo = 10.192 m  
 ancho de la plantación = 5.000 m  
 ancho efectivo = 5.165 m

f) Cálculo del área bruta de plantación:

Considerando que: ancho vías 1ª 15 m.  
 ancho vías 2ª 6 m.ytc/5 rodal 15m

Considerando : ancho rodal : 400 m  
 largo rodal : 500 m

Cálculo lado mayor: lado mayor sup.neta + ancho vías 2ª x 26

$$\begin{aligned} L : 10.000 + 6.26 &= 10156 \text{ m} \\ 10.000 + 132 &= 10.132 \end{aligned}$$

Cálculo lado menor: lado menor sup.neta + largo vías 1ª x 11

$$l : 5.000 + 15.11 = 5.165 \text{ m.}$$

g) Cálculo del área bruta de plantación:

$$\begin{aligned} Ab = L \times l = 10.132 \times 5.165 &= 52.641.680 \text{ m}^2. \\ &= 5.264,1680 \text{ Has.} \end{aligned}$$

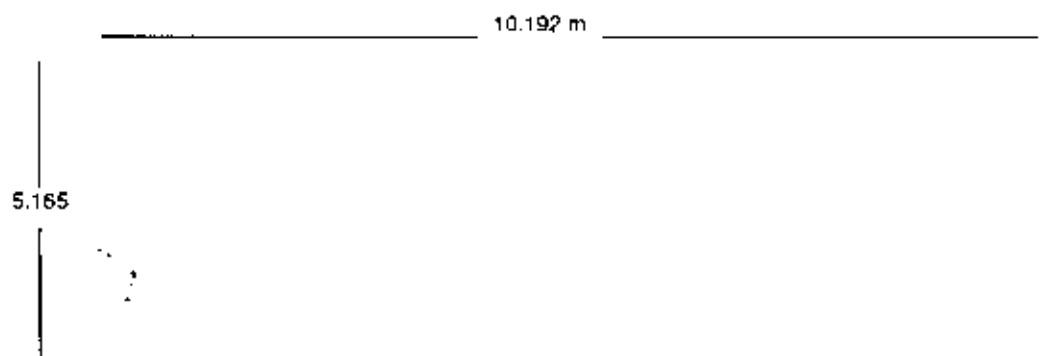
h) Cálculo área que corresponde a vías de saca:

$$Av.s. = Ab - An = 5.264,1680 - 5.000 = 264,168 \text{ Has.}$$

i) Cálculo del % de vías de saca:

$$1 = \frac{Av.s.}{Ab} \times 100 = \frac{245,574}{5.264,168} \times 100 = 5,018\% = 5\%$$

j) Dimensiones del área bruta :



k) Dimensiones de oficina y viviendas:

Para :    1 Ing. For.  
          2 Técnicos  
          20 Personal de apoyo

- Oficina:  $4 \times 3(m^2) \times 2 \text{ ofic} = 24 \text{ m}^3$   
(incluido baño  $2 \times 1.5$ )
- Vivienda para técnicos:  $60\text{m}^2/\text{c.u.} + 3 \text{ tec.} = 180\text{m}^2 = (15 \times 12)$

C/u : dormitorios + living comedor + cocina + baño

- Vivienda para personal:  $9 \text{ m}^2 \text{ c/u} \times 20 = 180 \text{ m}^2$
- Baños comunes:  $3 \text{ m}^2 \text{ c/u} \times 5 \text{ baños} = 15 \text{ m}^2$
- (Taller + garaje + depósito herramientas) =  $1 \times 15 = 100\text{m}^2$
- (Comedor común + cocina) =  $5 \times 10 = 50 \text{ m}^2$

l) Cálculo del perímetro:

$$P = 10.192 + 2 + 5.165 + 2 = 30.714 \text{ m.}$$

m) Cálculo N° de postes:  
entre postes 3 m.

$$\text{N}^\circ \text{ postes} = \frac{30.714 \text{ m.}}{3 \text{ m.}} = 10.238$$

n) Cálculo de alambre. 4 Kilos

$$30.714 \times 4 = 122.856 \text{ m.}$$

$$1 \text{ rollo} = 500 \text{ m.}$$

$$\text{N}^\circ \text{ rollos} = \frac{122.856 \text{ m.}}{500 \text{ m./rollo}} = 245,7 \quad 246 \text{ rollos}$$

o) Cálculo de grampas:

$$\text{Si } 1 \text{ Kgr.} \quad \underline{\quad} \quad 200 \text{ grampas}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Kgr.} = \frac{40.952 \text{ gram.}}{250 \text{ gram./Kgr.}} = 163.808 \quad 164 \text{ Kgr.}$$

### Aspectos silviculturales

#### 1. Selección de especies

Ciertas especies del género *Eucalyptus*, han cobrado en los últimos años una singular trascendencia en la implantación de bosques industriales, ocupando un lugar preferencial en la silvicultura de los países con climas tropicales y templado calidos. Al establecer una plantación de *Eucalyptus* es indispensable conocer previamente las condiciones ecológicas de la zona elegida, para seleccionar las especies que mejor se adecuan a ellas y que proceden de regiones muy similares a los imperantes, donde se desea efectuar su cultivo.

Las experiencias valiosas de países vecinos, donde ya existe bastante información, nos inducen a elegir 2 especies muy cultivadas y de rápido

crecimiento con alta formación de leño: *Eucalyptus saligna* y *Eucalyptus grandis*, que pueden constituir una fuente inagotable de producción de materia prima para las industrias de papel, carbón vegetal y otros rubros.

## 2. Espaciamiento

El espaciamiento de la plantación de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus saligna*, se halla justificada en función del empleo de la madera para pulpa de celulosa. La edad de corte con turnos reducidos de 6, 9 y 12 años, así como también tomando en cuenta otras variables tales como las características edafoclimáticas de la localidad de plantación, tratamientos silviculturales y volúmen de madera a obtener, hace que estas especies sean promisoras al proyecto. El volúmen útil de madera producida por la plantación estará en función de la altura, del diámetro y del coeficiente mórfico de los fustes, que son alterados significativamente por el espaciamiento.

La mayoría de los trabajos experimentales en países vecinos, demuestran que a medida que se aumenta el espaciamiento entre las plantas, hay una respuesta en el mismo sentido para el diámetro, demostrando que ello está más influenciado que la altura, tal como se demuestra en los Cuadros 22 y 23.

Cuadro 22. Variables dendrométicas e incremento medio anual de *eucalyptus saligna* a los 64 meses de edad

Espaciamiento	Altura m	DAP cm	Volúmen m <sup>3</sup> /Ha	IMA m <sup>3</sup> /Ha/año
2,0 x 2,0 m	14,17	11,1	129,28	24,94
3,0 x 2,0 m	13,50	11,6	103,23	19,36
2,5 x 2,5 m	13,12	10,9	84,70	15,88
3,0 x 2,5 m	13,02	12,2	86,95	16,30
3,0 x 3,0 m	12,60	12,4	72,91	13,68
3,0 x 4,0 m	12,48	12,6	57,14	10,71
4,0 x 4,0 m	11,94	13,2	43,99	8,25

Del análisis del Cuadro 22, se concluye que mientras el diámetro se incrementa, la altura decrece, y por tanto, el volúmen de madera disminuye en función del número de plantas/Ha.

**Cuadro 23.** Porcentaje estructural en parcelas experimentales de e. Grandis y e. Saligna a los 6 años y 2 meses de edad

Espaciamiento	E. grandis		E. saligna	
	% fallas y % dominados	% muertes	% fallas y % dominados	% muertes
3,0 x 1,50	16	15	21	30
3,0 x 2,00	18	6	21	20
3,0 x 2,50	15	9	11	12
3,0 x 3,75	19	12	11	16

Para un mismo espaciamiento, el volúmen final de madera de un bosque implantado está en función directa del porcentaje de sobrevivencia e influenciado por la densidad y la edad de la población.

Un espaciamiento de 3 x 2 m, facilita la utilización de maquinaria entre las líneas, para las operaciones de deshierbes, labores de rastreo y extracción de los rollos.

El espaciamiento de 3 x 2 permitirá obtener una densidad de 1667 plantas por hectárea. Comparativamente, un espaciamiento de 2 x 2 implica consecuentemente mayor número de plantas por hectárea (2.500), mayor costo de establecimiento, además de no permitir la utilización de maquinaria convencional en los tratamientos culturales y en la extracción de la madera. Sin embargo, un espaciamiento de 2 x 2 proporcionará un mayor volúmen de madera en turnos de cortes menores.

### 3. Nivel de fertilización

En suelos desboscados, el contenido de materia orgánica, así como Nitrógeno y Potasio se encuentran inicialmente en niveles aceptables. Sin embargo los niveles de fósforo son bajos, lo que significa la adición de fertilizantes químicos con formulaciones aproximadas de 15-30-5 (N-P-K). Sin embargo el nivel de fertilización, estará sujeto al análisis de laboratorio, costos y rendimientos.

### 4. Tratamientos culturales

Comprenden un conjunto de operaciones que son realizadas en las plantaciones, con el objeto de mantener el terreno, exento de vegetación competitiva proporcionando mejores condiciones de crecimiento de la especie plantada.

- a) **Deshierbes:** Se efectuarán desde el primer año hasta el 3º año, es decir hasta que las plantas hayan dominado el suelo forestal, consiguiendo de esta manera un crecimiento suficiente en altura, ya que los eucaliptos son bastante sensibles a la competencia con los arbustos.

El procedimiento que se empleará será el mixto, es decir empleando mano de obra entre planta y planta y mecánico entre líneas. También es importante que se efectuen los deshierbes en los corredores, caminos y otras vías de acceso, con la finalidad de evitar posibles incendios y también la competencia de plantas invasoras. El deshierbe se realizará, una vez cada año, a partir del segundo año de la plantación.

La actividad de los deshierbes se aplicará dos veces al año. El deshierbe manual irá acompañado con el coronamiento y la poda de brotes basales.

- b) *Control fitosanitario*

Esta actividad se refiere fundamentalmente al control de hormigueros y brotes patológicos (plagas y enfermedades).

- c) *Control de hormigueros*

Esta operación se realiza en tres etapas:

- Durante el desbroce (desmonte), del bosque nativo
- Durante la preparación del terreno
- Durante el periodo de mantenimiento de la plantación.

Para el control de los hormigueros se toma en cuenta todo el área del proyecto, incluyendo caminos, corredores, franjas cortafuegos y zonas adyacentes a la plantación.

Para la primera y segunda etapas, se ubicarán los hormigueros, empleando un obrero por cada 10 metros de franja a lo largo del terreno. Los hormigueros localizados, tendrán aplicación inmediata de hormiguicidas granulados, como el Mirex u otros pesticidas.

Para la tercera etapa, se empleará un obrero que vaya entre las líneas de plantación, para la señalización de los nidos con banderolas rojas, actividad que irá paralela con la aplicación del hormiguicida.

d) Edad de corte

No existiendo experiencias en la edad de corte en la región donde se localizará el proyecto y tomando como referencia las condiciones ecológicas imperantes en países vecinos, se estima que las edades de corte se practicarán a los 6, 9 y 12 años, en rodales de 20 hectáreas, cuando los eucaliptus presenten fustes cuyos diámetros mínimos a niveles superiores del tronco se aproximen a los 15 cm. y cuyas alturas tengan más de 6 m. Sin embargo, la mejor alternativa de edad de corte será definida por la evaluación económica.

La planificación de las actividades de cortes deben ser realizadas en un lapso de tiempo muy corto, de 1 a 2 meses y de acuerdo a la demanda del centro de consumo. Eligiéndose los rodales o parcelas en un orden establecido para su aprovechamiento, se tomará en cuenta criterios prácticos de ubicación de los rodales, inclinación del terreno, método de transporte, localización de playas o patios de concentración de madera y aspectos topográficos para obtener los mayores rendimientos posibles.

5. Mantenimientos anuales

a) Conservación de corredores

La conservación de corredores se considera como una importante actividad, sobre todo en los primeros años de la implantación del bosque industrial.

Estos corredores también tendrán función de franjas corta fuegos y servirán en la época de la explotación como patios de acopio de la madera cortada.

La necesidad de ingreso a cualquier punto de la plantación en cualquier época del año, hace imprescindible mantener los corredores siempre limpios y transitables.

b) Conservación de caminos

El mantenimiento anual de los caminos se realizará en todos sus aspectos, a fin de permitir el ingreso permanente de vehículos pesados al área de la plantación. Continuamente existirá transporte de personal, provisión de insumos y transporte de la madera explotada.

Para la mantención de estos caminos se realizará un contrato de servicios con una firma específica del ramo.



## c) Combate a hormigas

La actividad combate a hormigas, se realizará necesariamente a cada año, posiblemente en dos o tres intervenciones anuales.

Las hormigas están consideradas como factor limitante en la producción maderable.

El combate a hormigas se realizará manualmente en brigadas de dos personas. Estos grupos recorrerán sistemáticamente toda el área de la plantación a distancias aproximadas de 10 metros entre sí.

## d) Reparación de cercas

Anualmente se efectuará una revisión de las cercas. Brigadas de 2 personas realizarán las reparaciones pertinentes.

Se tomará especial cuidado en aquellos linderos donde exista actividad pecuaria. En estos lugares el control y reparación será de varias veces al año, especialmente en los dos - tres primeros años de implantación.

De varias formas existirá cuidado especial al ingreso de animales, que puedan perjudicar el desarrollo de la plantación.

## e) Vigilancia

La vigilancia de todas las actividades inherentes al proceso de la plantación se realizará continuamente.

El rendimiento establecido para cada una de las actividades se podrá garantizar de esta forma.

Especial cuidado existirá en las faenas de transporte de los plantines, proceso de plantación en sí y durante el replantío.

Asimismo, se tendrá muy en cuenta el control del personal involucrado en cada una de las actividades.

El control de buen uso de las diversas herramientas e implementos agrícolas también es importante. El consumo de los insumos será cuidadosamente controlado, a fin de evitar excesos de uso.

El control de vigilancia será realizado por personas previamente capacitadas para esa finalidad.

f) Administración

La administración anual se refiere a todas las actividades que de alguna forma involucran al personal e insumos relacionados con la plantación.

El costo de administración (gastos de comunicación, luz eléctrica, etc.), está relacionado al grueso de todas las actividades que existen en el desarrollo del proyecto. Desde la elaboración del proyecto en sí, hasta el mercadeo de la madera explotada.

Los costos de administración representan el 15% del costo total del proyecto.

g) Adquisiciones anuales

Anualmente existirá necesidad de compra de insumos, herramientas manuales y piezas de reposición para el mantenimiento de las plantaciones.

El costo de adquisición será muy elevado en los primeros años y posteriormente bajará en forma gradual, durante el transcurso de la plantación, hasta su explotación final.

h) Costo de la tierra

Se considera hipotéticamente un alquiler sobre el uso de la tierra. No existiendo parámetros para su cálculo se asume el 4% anual del valor real del terreno.

Como la tierra será usada por toda la vida del proyecto, el costo de la tierra se considera al valor presente, descontando el interés sobre el valor de la inversión en el tiempo, final de cada año.

### Explotación forestal

La explotación maderera consiste en la planificación de actividades, a ser realizadas en un lapso de tiempo muy corto.

Se elegirán parcelas o rodales de corte y se establecerá el orden sistemático de la explotación de la madera.

Los *rodales cortados* deberán mantener la existencia de los volúmenes programados y estarán colocados

(sistemáticamente ordenados), en las playas de acopio para su correspondiente transporte.

El plan de corte será el de la tala rasa o corte total de la plantación, que estará en función de la disponibilidad de mano de obra, accesibilidad, topografía, época del año, sistema de aprovechamiento que se quiere aplicar y fundamentalmente de la demanda del centro de consumo.

En base al análisis de los aspectos mencionados, se elaborará el Plan de Aprovechamiento, el mismo que deberá estar acompañado de un diseño sistematizado de las actividades de explotación.

En relación a la contratación del personal, se deberá tomar en cuenta la época de mayor oferta de mano de obra, así como la procedencia de los obreros, buscando el mejor rendimiento de los mismos (destreza en el manejo de herramientas, hachas, machetes, etc). Para mejor aprovechamiento, se formarán equipos de trabajo que efectuarán las actividades de:

1. Corte y apeo
2. Desrame
3. Trozado y apilado
4. Descortezado
5. Limpieza

Para que la madera quede en condiciones de transporte al centro de consumo, se harán necesarias las siguientes actividades:

1. Limpieza (rozada)

La limpieza (rozada) se realizará días antes de la actividad de corte de las trozas. Esta actividad permitirá dejar los rodales destinados al corte, sin vegetación arbustiva, lo que decididamente facilitará el ingreso de las brigadas de corte y la propia actividad de aprovechamiento maderero.

El trabajo de limpieza se efectuará en sistema mixto: mecanizado entre las líneas de la plantación, haciendo uso de un tractor agrícola, y manual entre plantas, dentro de la línea de plantación, a través de machetes y hoces.

La limpieza consistirá en:

- Desbrozado, que consistirá en limpiar la maleza con la finalidad de facilitar las operaciones de corte y extracción de los rollizos.

- El apilamiento sistemático de ramas y residuos de corte, debiendo quedar el tocón completamente limpio, con la finalidad de facilitar la rebrotación y las operaciones culturales posteriores.
- Actividades preventivas de aprovechamiento, evitando accidentes de trabajo, que en su caso requieren ser atendidos por un servicio médico próximo y además contar con un botiquín de emergencia de primeros auxilios.

Así mismo, se debe prever las posibilidades de alojamiento (campamento), para el personal eventual contratado, ya sea en la propia plantación o en poblados próximos.

- Manejo de rebrotes, esta actividad se recomienda hacerla al año de edad de los resalvos, considerando que existirán brotes dominantes.

La actividad consiste en seleccionar los brotes más rectos y que hayan alcanzado mayor altura y diámetro y que esten sistemáticamente distribuidos, dejando en lo posible dos brotes por cepa para selección posterior de uno de ellos.

## 2. Apeo

El corte de los árboles será realizado por motosierristas debidamente capacitados. Las brigadas de corte constarán de un operador de motosierra y su respectivo ayudante. Se hará necesaria una correcta capacitación de éste personal, a fin de evitar accidentes.

Las técnicas de corte estarán sistemáticamente coordinadas de tal forma que la altura de corte, caída direccional y secuencia de corte de árboles en línea, permitirán el mayor rendimiento posible.

En ésta operación se tomará muy en cuenta la altura del corte, que no será mayor a 20 cm. sobre el suelo, para facilitar el desarrollo óptimo de los rebrotes.

Las técnicas de corte estarán basadas en la aplicación de un corte de dirección y de un corte de caída, el mismo que estará sujeto a un plan sistemático de dirección de caída.

Concluida la operación de apeo, el operador debe realizar la limpieza y el alisado del tocón en bisel.

## 3. Limpieza de la troza

Esta actividad se refiere a la eliminación de todas las ramas principales de la troza, una vez que el árbol este apeado, de tal forma de dejar totalmente limpio el tronco principal.

Todas las ramas primarias, vale decir el material de la copa de los árboles y el puntero del tronco principal, será acomodado o amontonado cada cinco filas de plantío, facilitándose así las operaciones posteriores.

En el caso específico del proyecto se realizará un descortezado manual del tronco principal. Se procurará obtener máximos rendimientos de todas estas actividades, a través de controles permanentes. Se exigirá el uso adecuado de la ropa específica para estas actividades y correcto manejo de las motosierras.

#### 4. Marcación y seccionamiento

Una vez que el tronco esté limpio de las ramas, se procederá a su seccionamiento de metro en metro.

La marcación de las secciones se realizará con un gancho metálico, utilizando una regla metálica de 1,05 m, ya considerando el desperdicio del corte.

Realizada la marcación en el tronco, se procederá al seccionamiento correspondiente, hasta que el diámetro en el extremo superior no sea menor a 8 cm.

El seccionamiento se realizará en el mismo local de apeo.

Un operario realizará la marcación del fuste, a distancias de 2,00 m. para facilitar la operación del trozado, que será efectuado por el operador de la motosierra. Trozas con diámetros inferiores a 8 cm. serán beneficiadas para usos diferentes (leña, carbón, cabos o mangos de herramientas).

#### 5. Descortezado

La actividad del descortezado se realizará manualmente

Seguidamente se procederá al apilado de la madera entre las líneas de los tocones.

#### 6. Apilado

Con ayuda de un tractor con carreta o acoplado se recogerán las secciones cortadas hasta los corredores primarios. El tractorista y dos ayudantes realizarán esta labor. Se planificarán dos turnos de trabajo (uno por la mañana y otro por la tarde), para optimizar los rendimientos de esta operación.

El apilado se realizará en los corredores principales, considerando medidas en estéreos, para su correspondiente mercadeo y transporte al centro de consumo.

### **Identificación y análisis de las actividades y coeficientes técnicos**

Para efectuar la implantación de un bosque de Eucalyptus, se han identificado las siguientes actividades:

#### **1. Elaboración del proyecto**

Esta actividad consiste en la elaboración literal del proyecto, en el cual se detallarán todas las actividades inherentes a la ejecución del mismo, incluyendo los objetivos del proyecto y análisis de factibilidad técnico económico.

#### **2. Servicios de topografía**

Los servicios de topografía consistirán en efectuar primeramente un reconocimiento del área del proyecto y establecer en forma física la poligonal del área, para posteriormente realizar el desbosque del mismo. Además se necesitarán los servicios de topografía en la distribución sistemática de los rodales. Estos servicios también serán necesarios para el levantamiento para la construcción de caminos de acceso a la plantación y corredores primarios y secundarios, los cuales facilitarán el tránsito y transporte dentro de la plantación.

#### **3. Construcción de caminos**

Se hace imprescindible la construcción de un camino de acceso al área del proyecto, el mismo que tendrá una longitud de aproximadamente 10 Km, a partir de la carretera permanente. Además se hace necesaria la construcción de caminos dentro de la plantación (corredores primarios y secundarios), para facilitar el transporte de los insumos necesarios para la implantación así como el transporte del producto final.

#### **4. Estructura logística**

Se define como estructura logística al conjunto de infraestructura mínima necesaria para prestar el apoyo logístico para el funcionamiento óptimo del proyecto, durante las etapas de implantación, manejo y aprovechamiento de la misma.

Esta infraestructura estará constituida por oficinas, viviendas, comedores, almacenes y otros.

#### 5. Desmante de la vegetación

Esta actividad es la primera que se efectuará en la preparación del área a ser implantada. Consiste en el retiro de toda la vegetación natural arbórea existente en el área del proyecto. Debido a la topografía de la región y a la vegetación existente, se ha considerado el desmante en forma mecánica, utilizando dos tractores a oruga, que arrastrarán una cadena de aproximadamente 120 mts. de largo y 35 Kg por mt. lineal. Esta tarea se efectuará en dos sentidos (ida y vuelta), la primera para voltear la vegetación y la segunda par arrancarla totalmente del suelo.

#### 6. Control y combate a hormigas

Considerando que uno de los factores limitantes de la producción maderera son los perjuicios causados por las hormigas cortadoras (*Ata sp.*), esta actividad se realizará inicialmente después de volteada la vegetación natural.

El control será realizado por un equipo de trabajo de 3 hombres por hectárea. Este personal localizará los hormigeros, marcándolos con estacas, para luego combatirlos con productos químicos.

#### 7. Destoque

El destoque consiste en la actividad de retirar o quemar los tocones de los árboles nativos dejados por la actividad de desmante. En este caso el destoque se efectuará en forma manual y se quemarán todos los tocones existentes en el área del proyecto.

#### 8. Apilamiento

El apilamiento consistirá en el amontonado de toda la vegetación natural, producto del desmante, en diferentes lugares del área, a distancias de 50 mts. entre si. Esta actividad se ejecutará empujando el material leñoso con la lámina de la topadora, teniendo mucho cuidado de no arrastrar la capa superior del suelo. Se esperará unos días para que el material leñoso amontonado pierda humedad y pueda ser quemado con facilidad, dependiendo de las condiciones climáticas del momento.

Los residuos de la quema serán nuevamente amontonados y requemados. La ceniza, producto de la quema, se distribuirá por toda el área mediante proceso manual.

### 9. Rastreado

El rastreado es la actividad de preparación del suelo para el plantío y consiste en la remoción de la capa superficial del mismo.

*En el proyecto se realizara un rastreado pesado y un segundo rastreado liviano superficial, para evitar surcos de erosión, ya que la estructura del suelo del área del proyecto tiende a ser arenoso y permeable.*

Esta actividad se realizará desde la periferie (bordes) hacia el centro del área.

### 10. Alineamiento y surcamiento

El alineamiento consiste en la distribución de jalones, los cuales indican las distancias entre líneas o surcos de la plantación.

Se utilizará un sistema de plantación semimecánica. El alineamiento se hará mecánicamente mediante la apertura de surcos entre líneas. Esta actividad servirá para incorporar el fertilizante en una forma ordenada y continua.

### 11. Marcación

La marcación consistirá en la señalización de los hoyos sobre los surcos ya abiertos. Esta actividad será mecánica, haciendo uso de un tractor mediano con un acople de rodados de hierro sobre salientes, que al contacto con el suelo dejarán las marcas correspondientes que serán los lugares donde se efectuará la plantación.

### 12. Construcción de cercas

*Se ha visto por conveniente la construcción de cercas con alambre de pua, ya que el área del proyecto está ubicada próxima a establecimientos de producción de ganado vacuno.*

Se estima un 50% de cercado del perímetro del área del proyecto, ya que éste se encuentra ubicado sobre la margen de un río y colindante con otras propiedades, las cuales cuentan con alambradas que benefician al proyecto.

### 13. Transporte

El transporte es una actividad de mucha importancia en la ejecución del proyecto por el traslado de todos los insumos (abono, plantines, etc.), que se utilizarán en la plantación. El transporte se ha considerado desde los centros de acopio, hasta el lugar donde sea necesaria su utilización.



El transporte en sí será mecánico, pero se necesitará mano de obra para el manipuleo de los insumos a ser trasladados. En este rubro también se considera el transporte del personal hasta la plantación.

#### 14. Distribución de los plantines

Esta actividad consistirá en la distribución de los plantines en el área de plantación definitiva, es decir, la colocación de plantines al lado de los hoyos donde se efectuará la actividad de plantación de los mismos. Esta actividad se realizará en forma manual.

#### 15. Fertilización

El proceso de fertilización se realizará en forma manual. El mismo consistirá en la aplicación de fertilizantes químicos en el lugar del plantío (hoyaduras), en procesos paralelos con la plantación.

La aplicación de fertilizantes químicos se hará en función de la fertilidad natural de los suelos y las exigencias de la especie.

Se tendrá un especial cuidado en el momento de la plantación, evitando el contacto directo de la raíz con los fertilizantes, a fin de evitar la muerte de las plántulas por concentración salina. Para este efecto se mezclan bien, los fertilizantes con el suelo, algunos días antes del plantío.

#### 16. Plantío

Esta actividad se refiere al propio proceso de la plantación, teniendo la plántula formada y el terreno totalmente preparado.

El plantío será semi-mecanizado, ya que el área del proyecto ofrece condiciones favorables para el uso de maquinaria específica, evitando el menor número de fallas en la plantación.

#### 17. Replantío

Esta actividad es la sustitución de plántulas muertas por diversas causas.

Es preciso que el replantío sea efectuado en forma sistemática una vez concluida la plantación y siempre dentro del período de lluvias. Esta actividad se efectuará de manera manual. Se considera un máximo de 10% de pérdida de la plantación, por daños causados por hormigas y otros agentes bióticos y abióticos que puedan presentarse.

#### 18. Deshierbe

El procedimiento de deshierbe se efectuará en un sistema semi-mecánico y se realizará dos a tres veces en los primeros dos a tres años de

implantación del proyecto, dependiendo del comportamiento de la especie en el sitio forestal. Esta actividad es de mucha importancia ya que las especies de *Eucalyptus* son bastante sensibles a la competición de yerbas dañinas.

#### 19. Administración

La actividad de la administración es de vital importancia para el logro de los objetivos generales del proyecto. De ella dependerá la buena administración de los recursos económicos, en las diferentes etapas y actividades a desarrollarse en la ejecución del proyecto.

La administración será la encargada del funcionamiento operacional y sistemático de la plantación, además será la encargada de cumplir con las obligaciones (económicas, legales, tecnológicas, etc.), necesarias durante la ejecución de la vida útil del proyecto.

#### 20. Brotación

Los bosques implantados tendrán su regeneración por brotación después de los cortes razos. Será indispensable la actividad de control de brotación, la misma que consistirá en controlar el número de brotes por tocones después de cada aprovechamiento.

Esta actividad se realizará en forma manual y sistemática, dejando inicialmente dos brotes por tocón.

## XI. INFORMACION SOBRE PRODUCCION VOLUMETRICA Y COEFICIENTES TECNICOS

### 1. TABLAS DE PRODUCCION

Para el respectivo cálculo de la evaluación económica, fueron preparadas seis tablas de producción volumétrica, en base de datos correspondientes a la región de Mato Grosso del Sur (Brasil). Cada una de estas tablas fue distribuida a los grupos de trabajo, para su respectivo cálculo analítico.

Cuadro 24. TABLAS DE PRODUCCION - Atribución del Grupo A

ESPECIE	NIVEL FERT (gr/planta)	ESPACIA- MIENTO (m)	TURNO DE CORTE (AÑOS)	PRODUCCION (m <sup>3</sup> /Ha.)			TASA DE INTERES %	
				1º CORTE	2º CORTE	3º CORTE		
Eucalyptus saligna	0,0	6		(6 años)	(12 años)	(18 años)	5	
			60	54	51	9	12	
				(9 años)	(18 años)	(27 años)	5	
		3 x 2	9	125	113	106	9	12
				(12 años)	(24 años)	(36 años)	5	
			12	117	111	9	12	
		2 x 2		(6 años)	(12 años)	(18 años)	5	
			6	70	63	60	9	12
				(9 años)	(18 años)	(27 años)	5	
			9	118	106	100	9	12
	(12 años)	(24 años)	(36 años)	5				
12	125	113	106	9	12			

Cuadro 25. TABLAS DE PRODUCCION - Atribución del Grupo B

ESPECIE	NIVEL FERT (gr/planta)	ESPACIA- MIENTO (m)	TURNO DE CORTE (AÑOS)	PRODUCCION (m <sup>3</sup> /Ha.)			TASA DE INTERES %	
				1º CORTE	2º CORTE	3º CORTE		
Eucalyptus saligna	75,0	3 x 2		(6 años)	(12 años)	(18 años)		
			6	90	81	77	5 9 12	
			9	189	170	161	5 9 12	
					(12 años)	(24 años)	(36 años)	
		12	192	173	163	5 9 12		
		2 x 2		(6 años)	(12 años)	(18 años)		
			6	100	90	5	5 9 12	
			9	188	169	160	5 9 12	
			12	185	167	157	5 9 12	

Cuadro 26. TABLAS DE PRODUCCION - Atribución del Grupo C

ESPECIE	NIVEL FERT (gr/planta)	ESPACIA- MIENTO (m)	TURNO DE CORTE (AÑOS)	PRODUCCION (m <sup>3</sup> /Ha.)			TASA DE INTERES %	
				1º CORTE	2º CORTE	3º CORTE		
Eucalyptus saligna	150,0	3 x 2		(6 años)	(12 años)	(18 años)		
			6	95	86	81	5 9 12	
			9	195	76	166	5 9 12	
					(12 años)	(24 años)	(36 años)	
		12	200	180	170	5 9 12		
		2 x 2		(6 años)	(12 años)	(18 años)		
			6	105	95	89	5 9 12	
			9	195	176	166	5 9 12	
			(12 años)	(24 años)	(36 años)			
12	201	181	171	5 9 12				

Cuadro 27. TABLAS DE PRODUCCION - Atribución del Grupo D

ESPECIE	NIVEL FERT (gr/planta)	ESPACIA- MIENTO (m)	TURNO DE CORTE (AÑOS)	PRODUCCION (m <sup>3</sup> /Ha.)			TASA DE INTERES %
				1º CORTE	2º CORTE	3º CORTE	
Eucalyptus grandis	0.0	3 x 2		(6 años)	(12 años)	(18 años)	5 9 12
			6	70	63	60	
			9	142	128	121	
				(12 años)	(24 años)	(36 años)	5 9 12
		12	152	137	130		
				(6 años)	(12 años)	(18 años)	
6	90	81	77				
9	130	117	111				
		(12 años)	(24 años)	(36 años)	5 9 12		
12	140	126	119				

Cuadro 28. TABLAS DE PRODUCCION - Atribución del Grupo E

ESPECIE	NIVEL FERT (gr/planta)	ESPACIA- MIENTO (m)	TURNO DE CORTE (AÑOS)	PRODUCCION (m <sup>3</sup> /Ha.)			TASA DE INTERES %
				1º CORTE	2º CORTE	3º CORTE	
Eucalyptus grandis	75.0	3 x 2		(6 años)	(12 años)	(18 años)	5 9 12
			6	108	97	92	
			9	220	198	187	
		12	235	212	200	5 9 12	
		2 x 2		(6 años)	(12 años)	(18 años)	5 9 12
			6	115	103	98	
9	218		196	185			
12	225	203	191	5 9 12			

Cuadro 29. TABLAS DE PRODUCCION - Atribución del Grupo F

ESPECIE	NIVEL FERT (gr/planta)	ESPACIA- MIENTO (m)	TURNO DE CORTE (AÑOS)	PRODUCCION (m <sup>3</sup> /Ha.)			TASA DE INTERES %
				1º CORTE	2º CORTE	3º CORTE	
Eucalyptus grandis	150.0	3 x 2		(6 años)	(12 años)	(18 años)	5 9 12
			6	112	101	95	
				(9 años)	(18 años)	(27 años)	
		9	225	203	191		
			(12 años)	(24 años)	(36 años)	5 9 12	
		12	240	216	204		
		2 x 2		(6 años)	(12 años)		(18 años)
			6	120	108	102	
	(9 años)		(18 años)	(27 años)	5 9 12		
9	00	180	170				
12		(12 años)	(24 años)	(36 años)		5 9 12	
	210	189	179				



## 2. RENDIMIENTOS Y COSTOS OPERACIONALES DE PLANTACIONES COMERCIALES DE EUCALYPTUS SP.

Las tablas que se presentan a continuación muestran los rendimientos (coeficientes técnicos) y costos de las operaciones que se realizan durante la ejecución de un proyecto de implantación forestal.

Para mayor comprensión y facilidad didáctica las operaciones fueron subdivididas en 8 grupos:

- 1 - Infraestructura
- 2 - Preparación del suelo
- 3 - Procedimiento de plantación
- 4 - Costos de adquisiciones
- 5 - Manutenciones anuales
- 6 - Explotación
- 7 - Manejo de brotaciones

Los valores de costos y rendimientos son basados en la experiencia del Brasil, correspondiente a áreas planas y de tecnología semimecanizada. Se adaptó solamente los costos de mano de obra a la realidad boliviana. Se procedió de esta manera, por no existir disponibilidad de esas informaciones en Bolivia, debido a la inexistencia de experiencia en reforestación industrial.

La duración total del proyecto de implantación forestal se consideró en 3 (tres) cortes rasos, es decir, un corte de alto fuste y dos de brotaciones.

Se vuelve a insistir que los costos y coeficientes técnicos se deben analizar en forma empírica y considerar sus procesos matemáticos y correspondientes resultados, simplemente como un modelo de aplicación. Para otras regiones e inclusive para la región de San Carlos, donde supuestamente se llevaría a cabo el proyecto de implantación, se tendrá que analizar más detalladamente los posibles coeficientes técnicos y adaptarlos a la realidad de la localización del proyecto.

Cuadro 30.

## TABLA DE INFRAESTRUCTURA

OPERACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO (Hora/Ha)	COSTO (US\$/Hora)	COSTO Unidad	COSTO US\$/Ha
Elaboración del Proyecto	-	-	-	-	3,0	3,0
Servicio de topografía	Ha	1,1	0,5	1,7	0,9	0,9
Construcción de cercas	m/ha	15,0	2,0	0,3	0,6	0,6
Construcción de caminos	m/ha	30,0	1,0	10,0	10,0	10,0
Combate a hormigas	ha	1,1	40,0	0,3	13,2	13,2
Estructura logística	-	-	-	-	6,0	6,0
Subtotal (US\$)						33,7

- \* Se refiere a la continuidad total del factor o insumo necesario para obtener 1 ha de plantío efectivo. Ejemplo: Se combate hormigas en más de una ha en promedio, para cada ha de plantío efectivo.
- \*\* La cantidad de cercas que se construye por ha es dependiente de la forma (perímetro) del área. Una forma cuadrada tendrá el mínimo de cerca. Se debe considerar: los linderos ya construidos (en este caso se tomará en cuenta la unidad de la distancia del lindero); si hay ríos o cursos de agua que delimiten los linderos; la calidad de la cerca (respectivo corto y espaciamiento entre partes); número de hilos de alambre que dependerá de la existencia de animales en la región que puedan penetrar en el área del plantío y dañar a las plantas. La cantidad de cercas se mide en metros lineales por ha y será de 5 - 18 m/ha. Para el ejemplo se usó 15m/ha; es decir, se supone que la empresa tendrá que hacer cerca en todo el perímetro del área del proyecto.
- \*\*\* La cantidad de camino que se construye se mide en m/ha (metros lineales por hectárea) y será de 25 - 40 m/ha. En el caso específico del ejemplo (área plana) se usó 30 m/ha.

Cuadro 31.  
TABLA DE PREPARACION DEL SUELO

OPERACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO (Horas/Ha.)	COSTO (US\$ /Hora)	COSTO US\$/Unidad	COSTO US\$/Ha
Desmonte de la vegetación	ha	1,1	2,9	10,0	31,9	31,9
Destoque	ha	1,1	6,1	9,0	60,0	60,0
Apilamiento	ha	1,1	3,4	8,0	30,0	30,0
Rastrillado pesado	ha	1,0	Eq. 4 * H. 7 **	10,0 0,3	40,0 2,1	42,1
Rastrillado liviano	ha	1,0	Eq. 0,8 * H. 6 **	8,0 0,3	6,4 1,8	8,2
Alineamiento	ha	1,0	H. 15	0,3	4,5	4,5
Marcación	ha	1,0	H. 40	0,3	2,0	12,0
Sucamiento	ha	1,0	H. 60	0,3	18,0	18,0
Combate a hormigas	ha	1,1	H. 20	0,3	6,0	6,0

Subtotal (US\$)

212,7

\* Eq. se refiere al equipo (horas de equipo por ha).

\*\* H. se refiere a los hombres (horas hombre por ha).

Cuadro 32.

## TABLA DE PROCEDIMIENTO DE PLANTACION

OPERACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO (Horas/Ha.)	COSTO (US\$/Hora)	COSTO US\$/Unidad	COSTO US\$/Ha
Transporte (plantines, abonos, etc.)	ha	1,0	H. 8,0 Eq. 2,0	0,3 0,5	2,4 1,0	3,4
Distribución de plantines	ha	1,0	H. 8,0	0,3	2,4	2,4
Fertilización	ha	1,0	H. 25,0	0,3	7,5	7,5
Plantío	ha	1,0	Eq. 1,0 H. 120,0	8,0 0,3	8,0 36,0	42,0
Replántio	ha	1,0	Eq. 0,5 H. 35,0	8,0 0,3	4,0 10,5	14,5
Deshierbe	ha	ha	Eq. 2,0 H. 164,0	8,0 0,3	16,0 49,2	65,2
Administración *	ha	-	-	-	-	60,0

Subtotal (US\$)

195,0

\*El costo de administración es normalmente un costo alto una vez que se incluyen los costos de la alta dirección (jefes, presidente, ingenieros), de las oficinas y de sus materiales correspondientes (papeles, máquinas de dactilografía, de copias Xerox, de fax, teléfono, correo, etc.), etc.

Cuadro 33.

## TABLA DE COSTO DE ADQUISICIONES

ESPECIFICACIONES	ESPACIAMIENTO (m x m)	PLANTINES Cantidad/Ha	Gramos/planta	Kg/Ha.	COSTO US\$/Ha
Plantines	3 x 2	2000			90,0
	2 x 2	3000			135,0
Fertilizantes	3 x 2		0,0	-	-
	3 x 2		75,0	125,0	23,0
	3 x 2		150,0	250,0	43,0
	2 x 2		0,0	-	-
	2 x 2		75,0	187,5	34,5
	2 x 2		150,0	375,0	69,0
Pesticidas	-	-	-	-	15,0
Herramientas, pequeños equipo, materiales, etc.	-	-	-	-	15,0
Subtotal	2 x 2		0,0		165,0
	2 x 2		75,0		199,5
	2 x 2		150,0		234,0
	3 x 2		0,0		120,0
	3 x 2		75,0		143,0
	3 x 2		150,0		163,0

\* Se refiere a todos los productos químicos como insecticidas, hormicidas, etc.

Cuadro 34.

## TABLA DE MANUTENCIONES ANUALES

OPERACIONES	UNIDAD	CANTIDAD (ha)	RENDIMIENTO (horas/ha)	COSTO (US\$/hora)	COSTO US\$/Unidad	COSTO US\$/Ha
Conservación de corredores	m	10,0 *	Eq. 0,4	8,0	3,2	3,2
Conservación de caminos	m	20,0	Eq. 0,4	8,0	3,2	3,2
Combate a hormigas	ha	1,1	30,0	0,3	10,0	10,0
Reparo de cercas	m	15,0	1,0	0,3	0,3	0,3
Vigilancia	ha	1,1	10,0	0,3	3,3	3,3
Administración	ha	-	-	-	-	2,0
Adquisiciones	ha	-	-	-	-	15,0
Costos de tierra	ha	1,3 **	-	145,0	188,5	7,5 **
Subtotal (US\$)						44,5

\* Se supone que los 30 m de camino y corredores se subdividen en 20 m de caminos y 10 m de corredores por ha.

\*\* Costo de la tierra 4% anual. Costo por ha = US\$ 145

$145 \times 1,3 = \text{US\$ } 188,5$

$4\% \text{ de } 188,5 = 7,5 \text{ US\$}$

En proyectos forestales se requiere más de una ha para obtener una ha de plantío efectivo. Es decir que parte del área se usa para construcción de caminos y corredores y alguna parte no se usará por corresponder a ríos, lagos, por tener piedras o por ser de alta inclinación. Para el caso del ejemplo se considera que para cada ha de efectivo plantío se requerirá de 1,3 ha. Es decir el área tendrá un aprovechamiento de 77%.

La tierra casi siempre tiene una valorización anual, normalmente por encima de la tasa de inflación, por esta razón se calcula su costo a una tasa más baja que los de más costos. En este caso se asumirá 4,0% anual.

Cuadro 35.

## TABLA DE EXPLOTACION

OPERACIONES	UNIDAD	RENDIMIENTO horas/unidad	COSTO US\$/hora	COSTO Unidad/US\$	COSTO US\$/ha
Rozada (rastreado)	ha	24,0	0,3	7,2	7,2 *
Apeo	m <sup>3</sup>	0,13	0,6	0,08	0,08 x m <sup>3</sup> **
Desgajado (acomodado)	m <sup>3</sup>	0,4	0,5	0,2	0,2 x m <sup>3</sup>
Marcación y trazado	m <sup>3</sup>	0,5	0,6	0,3	0,3 x m <sup>3</sup>
Apilado	m <sup>3</sup>	1	0,3	0,3	0,3 x m <sup>3</sup>
Descortezado	m <sup>3</sup>	0,5	0,35	0,70	0,7 x m <sup>3</sup>
Transporte primario	m <sup>3</sup>	Eq. 0,1 H. 0,4	6,0 0,3	0,6 0,1	0,7 x m <sup>3</sup>

Subtotal US\$

- \* El valor de la rozada se refiere a la hectárea.
- \*\* Los valores de costos de las demás operaciones estan en m<sup>3</sup> y para obtener sus respectivos costos por ha se debe multiplicar por la cantidad de m<sup>3</sup> (producción) de cada ha.

Cuadro 36

## TABLA DE MANEJO DE BROTONES

OPERACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO (horas/ha)	COSTO (US\$/hora)	COSTO US\$/Unidad	COSTO US\$/ha
Rozada	ha	,0	40,0	0,3	12,0	12,0
Desbrote	ha	,0	24,0	0,3	7,2	7,2
Adquisiciones	ha	1,0	-	-	2,8	2,8
Subtotal (US\$)						22,0

## 3. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de los cálculos correspondientes, en forma de tablas, para su mejor visualización y correspondiente interpretación.

Cuadro 37. Indicadores económicos para *Eucalyptus saligna* en el espaciamiento 2m x 2m para tres turnos de corte, tres niveles de fertilización y tres tasas de interés.

TURNO DE CORTE	TASA DE INTERES	GRAMOS POR PLANTA	V.A.N.	IC	T.I.R.	\$m <sup>3</sup>	INPE
	5%	0	- 32,3	0,98	-	12,28	-
		75	380,7	1,25	10,4	9,62	32,57
		150	427	1,27	10,8	9,46	36,54
6	9%	0	- 224	0,80	-	14,91	-
		75	55,6	1,04	10,4	11,49	6,35
		150	77,9	1,06	10,8	11,32	8,89
	12%	0	- 316	0,69	-	17,15	-
		75	-97,2	0,91	10,4	13,14	-
		150	- 85,7	0,92	10,8	12,96	-
	5%	0	169,6	1,11	5,4	10,54	11,65
		75	977,0	1,53	12,0	7,83	66,72
		150	1.031	1,55	12,1	7,75	70,45
9	9%	0	- 178,0	0,85	5,4	13,61	-
		75	283,0	1,21	12,0	9,95	28,18
		150	302	1,21	12,1	9,89	30,14
	12%	0	- 283	0,72	5,4	16,16	-
		75	0,79	1,00	12,0	11,99	0,10
		150	6,05	1,00	12,1	11,94	0,76
	5%	0	- 423	0,91	-	13,15	-
		75	390,5	1,22	8,3	9,85	23,60
		150	509	1,27	8,3	9,42	30,79
12	9%	0	- 143	0,64	-	18,65	-
		75	- 165	0,87	8,3	13,76	-
		150	- 118	0,91	8,3	13,76	-
	12%	0	- 511	0,49	-	24,36	-
		75	- 356	0,67	8,3	17,84	-
		150	- 335	0,70	8,3	17,05	-

Cálculos realizados por los grupos A - B - C



Cuadro 38. Indicadores económicos para Eucalyptus saligna en el espaciamiento 3m x 2m para tres turnos de corte, tres niveles de fertilización y tres tasas de interés.

TURNO DE CORTE	TASA DE INTERES	GRAMOS POR PLANTA	V.A.N.	IC	T.I.R.	\$/m <sup>3</sup>	INPE
	5%	0	- 155	0,88	-	12,68	-
		75	282	1,20	9,0	10,04	24,15
		150	341,5	1,23	8,5	9,76	29,22
6	9%	0	- 289	0,73	-	15,44	-
		75	2,07	1,00	9,0	11,98	0,24
		150	- 38	1,03	8,5	11,63	-
	12%	0	- 347,0	0,64	-	17,88	-
		75	- 128,0	0,90	9,0	13,68	-
		150	- 74,0	0,93	8,5	12,92	-
	5%	0	300,0	1,19	7,7	10,08	28,5
		75	1.044,0	1,59	12,1	7,57	71,27
		150	1.099,0	1,60	12,6	7,48	75,07
9	9%	0	- 85,0	0,93	7,7	12,93	-
		75	342,0	1,26	12,1	9,54	34,10
		150	367,0	1,27	12,6	9,57	36,64
	12%	0	- 237,0	0,77	7,7	15,65	-
		75	58,5	1,05	12,1	11,40	7,36
		150	69,4	1,06	12,6	11,31	8,73
	5%	0	- 81,0	0,95	-	12,63	-
		75	490,0	1,28	8,4	9,40	29,62
		150	600,9	1,34	8,6	8,94	36,31
12	9%	0	- 356,0	0,71	-	16,89	-
		75	- 79,0	0,94	8,4	2,84	-
		150	- 58,5	0,95	8,6	12,57	-
	12%	0	- 455,0	0,53	-	18,65	-
		75	- 283,0	0,73	8,4	16,47	-
		150	- 275,7	0,74	8,6	16,17	-

Cálculos realizados por los grupos A - B - C

Cuadro 39. Indicadores económicos para *Eucalyptus grandis* en el espaciamiento 2m x 2m para tres turnos de corte, tres niveles de fertilización y tres tasas de interés.

TURNO DE CORTE	TASA DE INTERES	GRAMOS POR PLANTA	V.A.N.	VC	T.I.R.	\$/m <sup>3</sup>	INPE
	5%	0	268	1,18	8,9	10,10	22,88
		75	610,2	1,38	14,2	8,70	52,20
		150	666,3	1,40	13,0	8,55	59,99
6	9%	0	- 11,2	0,99	8,9	12,1	-
		75	180,39	1,14	14,2	10,51	20,60
		150	239,3	1,17	13,0	10,18	27,33
	12%	0	- 141,0	0,87	8,9	13,80	-
		75	84,45	1,08	14,2	11,95	11,65
		150	38,3	1,03	13,0	11,62	5,28
	5%	0	317,5	1,19	8,00	10,00	21,68
		75	1.328	1,69	14,10	6,91	90,72
		150	1.093	1,57	13,0	7,62	74,64
9	9%	0	- 85,7	0,93	8,00	12,90	-
		75	495,6	1,35	14,10	8,61	49,43
		150	239,3	1,15	13,0	10,37	21,53
	12%	0	- 248,6	0,76	8,00	15,70	-
		75	161,1	1,13	14,10	11,72	20,29
		150	32,3	1,02	13,0	11,68	4,06
	5%	0	0,48	1,00	5,00	12,00	0,03
		75	771,8	1,41	9,8	8,25	46,64
		150	599,3	1,31	8,4	9,09	36,21
12	9%	0	- 348,8	0,71	5,00	16,90	-
		75	31,61	1,02	9,8	11,73	2,98
		150	- 72,7	0,98	8,4	12,68	-
	12%	0	- 462,6	0,54	5,00	22,00	-
		75	- 227,9	0,80	9,8	12,00	-
		150	- 305,7	0,73	8,4	16,40	-

Cálculos realizados por los grupos D - E - F

Cuadro 40 Indicadores económicos para Eucalyptus grandis en el espaciamiento 3m x 2m para tres turnos de corte, tres niveles de fertilización y tres tasas de interés.

TURNO DE CORTE	TASA DE INTERES	GRAMOS POR PLANTA	V.A.N.	I/C	T.I.R.	\$/m <sup>3</sup>	INPE
	5%	0	- 0,18	0,99	-	12,0	-
		75	559,4	1,44	11,3	8,77	47,86
		150	605,3	1,39	12,5	8,62	51,78
6	9%	0	- 183	0,83	-	14,4	-
		75	192,2	1,76	11,3	10,38	21,95
		150	219,3	1,17	12,5	10,21	25,04
	12%	0	- 266	0,73	-	16,50	-
		75	- 38,70	0,97	11,3	12,42	-
		150	35,3	1,03	12,5	11,62	4,86
	5%	0	712,1	1,50	10,85	8,00	48,63
		75	1.418,1	1,76	14,41	6,83	96,85
		150	1.466	1,77	14,43	6,77	100,13
9	9%	0	157,4	1,14	10,85	10,60	15,69
		75	562,2	1,41	14,41	8,52	56,07
		150	583,3	1,41	14,43	8,47	58,17
	12%	0	- 66,1	0,93	10,85	12,90	-
		75	212,0	1,18	14,41	10,13	25,88
		150	222,3	1,18	14,43	10,09	27,98
	5%	0	345,3	1,24	7,45	9,70	20,86
		75	921,7	1,50	10,30	8,01	55,70
		150	953,3	1,50	10,34	7,95	57,6
12	9%	0	- 152	0,86	7,45	14,00	-
		75	133,8	1,10	10,30	10,88	12,61
		150	140,3	1,10	10,34	10,84	13,22
	12%	0	- 322	0,65	7,45	18,40	-
		75	- 145,4	0,86	10,30	13,87	-
		150	- 146,7	0,86	10,34	13,85	-

Cálculos realizados por los grupos D - E - F

NOTA: Para Cuadros 37 - 40 V.A.N. Valor Actual Neto  
 I/C Razón Ingreso Costo  
 T.I.R. Tasa Interna de Retorno  
 INPE Ingreso Neto Periódico Equivalente

#### 4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los cuadros resultantes de los cálculos realizados son muy largos y complejos, así que para una mejor y más fácil comprensión, se hará un examen por partes.

Primero se procederá al análisis por especie forestal, es decir se determinará para Eucalyptus saligna cual será el mejor espaciamiento, el mejor turno de corte y el mejor nivel de fertilización. Luego de esto se hará lo mismo para la especie Eucalyptus grandis. Comparándose entonces el mejor resultado de cada especie, se llegará al optimum optimum.

En conclusión se determinará cual será la mejor especie, en el mejor espaciamiento, en el mejor nivel de fertilización y cual será la edad óptima para hacer la explotación.

##### 4.1 Examen del Cuadro 37. Eucalyptus saligna en el espaciamiento 2 x 2m.

Para el turno de corte de 6 años con la tasa de interés del 12%, el proyecto no es factible en todos los niveles de fertilización ( $VA < 0$ ,  $I/C < 1$ , INPE con valores negativos).

Independiente de la tasa de interés, el mejor nivel de fertilización resulta en 150 g/planta.

Para el turno de corte de 9 años se obtienen resultados similares al turno de corte de 6 años, en todas las tasas de interés. El mejor nivel de fertilización es también el de 150 g/planta, para todos los indicadores económicos.

Para el turno de corte de 12 años el proyecto solamente es factible en la tasa de interés del 5% anual o inferior a este valor, pero una vez más, los mejores resultados se obtienen con la fertilización de 150 g/planta.

Cuando se comparan los turnos de corte (6 - 9 - 12 años), en los mejores niveles de fertilización, se concluye que el mejor turno de corte es el de 9 años. Como el mejor nivel de fertilización es de 150 gramos por planta, la conclusión final es que para el Eucalyptus saligna en el espaciamiento 2 x 2m, su situación óptima se presenta con una tasa de interés del 9%, debiendo ser explotado a los 9 años (9 - 18 - 27 años).

Observaciones:

- a) Es de suponer que investigaciones en torno a 150 g/planta y del turno de corte de 9 años, deben ser realizadas a fin de indentificar si 140 o 160 gr/planta y la edad de corte será realmente a los 8 o 10 años.

- b) Para las tasas de interés más bajas se esperaría un turno óptimo de corte más largo, situación que no se presentó.

#### 4.2 Análisis del Cuadro 38. Eucalyptus saligna en el espaciamiento 3 x 2m.

Los resultados presentados en este cuadro son similares a los del cuadro anterior. Para todas las combinaciones del turno de corte y tasas de interés, el mejor nivel de fertilización es el de 150 g/planta.

Para la tasa de interés del 12% anual, los turnos de corte de 6 y 12 años no son factibles. El mejor turno de corte está en 9 años independiente de la tasa de interés usada.

Conclusión: Eucalyptus saligna en el espaciamiento 3m x 2m debe ser plantado con 150 g/planta y explotado a los 9 - 18 y 27 años.

Las observaciones realizadas para el caso anterior (especialmente 2 x 2m) son válidas también para la situación analizada.

#### 4.3 Interpretación del Cuadro 39. Eucalyptus grandis en el espaciamiento 2 x 2m.

Para el turno de corte de 12 años a una tasa de interés del 12%, el mejor nivel de fertilización se presenta con 75 g/planta. Esta observación representa un cambio en relación a las situaciones anteriores.

Para el turno de corte de 9 años, en todas las tasas de interés, el mejor nivel de fertilización es el de 75 g/planta. Lo mismo se dá para el turno de corte de 12 años, aunque para ésta edad de corte el proyecto no sea factible a la tasa del 12% y en ningún nivel de fertilización.

Conclusión: Eucalyptus grandis en el espaciamiento 2 x 2m debe ser fertilizado con 75 g/planta y explotado a los 9 años ( 9 - 18 y 27 años).

#### 4.4 Analisis del Cuadro 40. Eucalyptus grandis en el espaciamiento 3 x 2m.

El análisis es similar al cuadro anterior. Para todos los turnos de corte el mejor nivel de fertilización resultó ser el de 150 g/planta, en todos los niveles de la tasa de interés. Comparando los turnos de corte se concluye que: para el Eucalyptus grandis en el espaciamiento 3m x 2m, el mejor nivel de fertilización es de 150 g/planta y el mejor turno de corte está con 9 años, en las tasas de interés estudiadas.

## 4.5 Conclusión definitiva.

De la interpretación de los cuadros 37 - 40, se concluye en forma definitiva que para todos los indicadores económicos (Valor Actual Neto, Razón Ingreso/Costo, Tasa Interna de Retorno, Costo de producción e Ingreso Neto Periódico Equivalente), el Eucalyptus saligna en el mejor espaciamiento de 3m x 2m con fertilización de 150 gramos/planta, presenta la mejor opción, como se muestra en el Cuadro 41.

Cuadro 41. Resumen de los indicadores económicos para las situaciones óptimas de Eucalyptus saligna y Eucalyptus grandis para los espaciamientos 2 x 2m y 3 x 2m con turnos de corte de 9 años y tasa de interés de 9% anual.

ESPECIE	ESPACIAMIENTO m	GRAMOS/ PLANTA	VALOR ACTUAL NETO \$	RAZON INGRESO/ COSTO	T.I.R.	\$m <sup>3</sup>	INPE
E. saligna	2 X 2	150,0	302,0	1,21	12,10	9,89	30,14
	3 X 2	150,0	367,0	1,27	12,60	9,57	36,64
E. grandis	2 X 2	75,0	495,6	1,35	14,10	8,61	49,43
	3 X 2	150,0	583,3	1,41	14,43	8,47	58,17

Para la especie Eucalyptus grandis, todos los indicadores económicos usados señalan también el espaciamiento 3m x 2m como el mejor, con una fertilización de 150 gramos/planta como situación ideal.

Comparando estas dos situaciones, es decir, el óptimo de Eucalyptus saligna con el óptimo de Eucalyptus grandis, se ve que todos los indicadores económicos analizados definen a la especie Eucalyptus grandis, en el espaciamiento de 3m x 2m, en el nivel de fertilización de 150 gramos/planta y en el turno de corte de 9 años (9 - 18 y 27 años), como la situación optimum optimum.

## 4.6 Cálculo de la evaluación de la situación óptima

Se presentan a continuación los cálculos solamente para Eucalyptus grandis en el espaciamiento 3 x 2 m, con 150 g/planta y para el turno de corte de 9 años, con la tasa de descuento del 9% anual.

**Especie: Eucalyptus Grandis**  
**Espaciamiento: 3x2 - Fertilización: 150 gr/pl**  
**Edad de Corte: 9 Años**

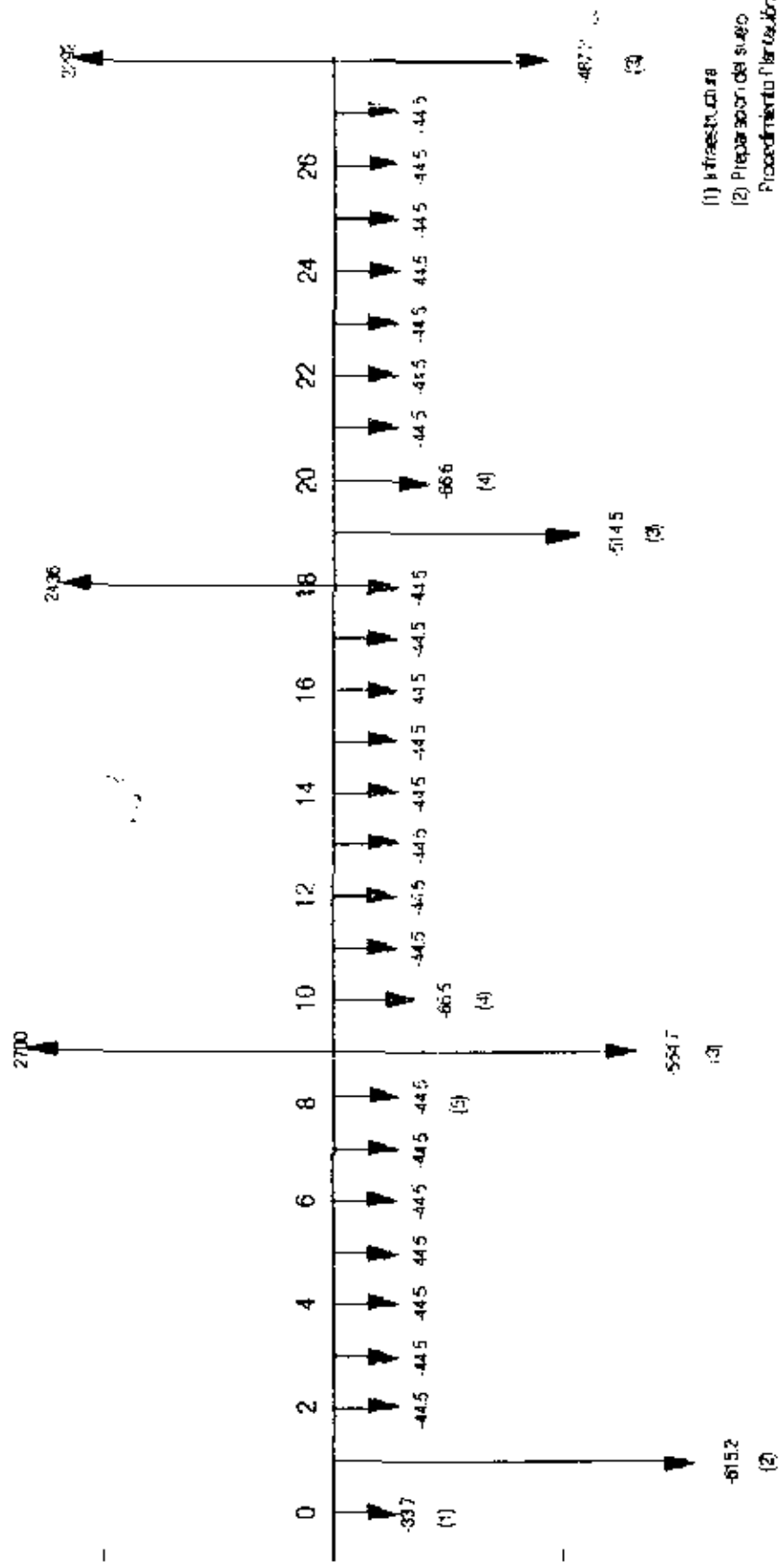


FIGURA 10. FLUJO DE CAJA DE COSTOS E INGRESOS POR HECTAREA PARA LA SITUACION OPTIMA

## VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS

- Costos de infraestructura  
Valor = 33,7 US\$/ha.  
este costo que está actualizado, ocurre en el punto cero.

- Costo de preparación del suelo

$$V_0 = V_n / (1 + i)^n$$

$$n = 1 \text{ (ocurre en el primer año)}$$

$$V_n = \frac{210,7}{(1 + 0,09)^1} = 195,14$$

- Costos de plantación

$$V_0 = \frac{V_n}{(1 + i)^n}$$

$$V_n = 195,00$$

$$V_0 = \frac{195,0}{(1 + 0,09)^1} = 178,90$$

- Costos de adquisiciones

$$V_n = 163,30$$

$$V_0 = V_n / (1 + i)^n$$

$$V_0 = 163 / (1,09)^1 = 149,54$$



## - Costos de mantenimientos anuales

$$R = 44,5$$

$$n = 27$$

$$V_0 = \frac{R \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right]}{i}$$

$$V_0 = \frac{44,5 \left[ 1 - \frac{1}{(1,09)^{27}} \right]}{0,09} = 446,18$$

## - Costos de explotación

## 1º Corte

$$\text{Rozada} = 7,2/\text{ha.}$$

$$\text{otros costos} = 2,28 \times \text{Volumen}$$

$$= 2,28 \times 225$$

$$= 513$$

$$\text{Total} = 513 + 7,2 = 520,2$$

Valor actual

$$V_0 = V_n / (1+i)^9$$

$$V_0 = 520,2 / (1,09)^9 = 239,51$$

## 2º Corte

$$\text{Rozada} = 7,2$$

$$\begin{aligned} \text{otros costos} &= 2,28 \times \text{Volumen} \\ &= 2,28 \times 203 \\ &= 462,84 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 462,84 + 7,2 = 470,04$$

Valor actual

$$V_0 = V_n / (1 + i)^n$$

$$V_0 = 470,04 / (1,09)^{18}$$

$$V_0 = 99,164$$

**3º Corte**

$$\text{Rozada} = 7,2$$

$$\begin{aligned} \text{otros costos} &= 2,28 \times \text{volumen} \\ &= 2,28 \times 191 \\ &= 435,48 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 435,48 + 7,2 = 442,684$$

Valor actual

$$V_n = 442,68$$

$$V_0 = V_n / (1 + 0,09)^{27}$$

$$V_0 = 43,21$$

Costo total de explotación = C.E.

$$\text{C.E.} = \text{Costo 1º corte} + \text{costo 2º corte} + \text{costo 3º corte}$$

$$\text{C.E.} = 239,51 + 99,64 + 43,21 = 382,36$$

- Costos de manejo de brotaciones

**1º manejo (10 años)**

$$V_n = 22,0$$

$$V_o = V_n / (1 + 0,09)^{10}$$

$$V_o = 9,29$$

**2º manejo (19 años)**

$$V_n = 22,0$$

$$V_o = V_n / (1 + 0,09)^{19}$$

$$V_o = 4,28$$

$$\text{Total} = 1^\circ \text{ manejo} + 2^\circ \text{ manejo}$$

$$= 9,29 + 4,28$$

$$= 13,57$$

$$\begin{aligned} \text{Corte Actual Total} &= 33,7 + 195,14 + 178,90 + 149,54 + \\ &446,15 + 382,36 + 13,57 = 1.399,40 \\ &= \mathbf{1.400,00} \end{aligned}$$

## 5. ATRIBUCIONES DE EVALUACION DE PROYECTOS

A fin de completar los conocimientos sobre evaluación del proyecto se solicitó a los grupos compuestos, la solución e interpretación de las siguientes preguntas.

- 5.1 Determinar el valor actual de los costos e ingresos de cada situación.
- 5.2 Determinar el ingreso neto para cada situación, realizar el gráfico correspondiente.
- 5.3 Determinar la razón ingreso/costo para cada situación, realizar el gráfico correspondiente.

- 5.4 Determinar la tasa interna de retorno para cada situación (Método Gráfico).
- 5.5 Determinar el costo de producción por  $m^3$  para cada situación, realizar el gráfico correspondiente.
- 5.6 Analizar la influencia de la tasa de interés y de la edad de corte en el Valor Actual, realizar el gráfico correspondiente.
- 5.7 Analizar la influencia de la tasa de interés en la edad de los cortes, realizar el gráfico correspondiente.
- 5.8 Analizar la influencia de la tasa de interés, en la viabilidad económica de proyectos de largo plazo.
- 5.9 Analizar la composición porcentual de los costos (infraestructura, preparación del suelo, plantaciones, adquisiciones, mantenencias y explotación), en la formación del costo total.

Para los grupos especificados se solicitó lo siguiente:

- 5.10 Grupo A: analizar la composición porcentual de los costos de infraestructura para la situación óptima.
- 5.11 Grupo B: analizar la composición porcentual de los costos de preparación del suelo para la situación óptima.
- 5.12 Grupo C: analizar la composición porcentual de los costos de plantaciones para la situación óptima.
- 5.13 Grupo D: analizar la composición porcentual de los costos de adquisición para la situación óptima.
- 5.14 Grupo E: analizar la composición porcentual de los costos de las mantenencias anuales para la situación óptima.
- 5.15 Grupo F: analizar la composición porcentual de los costos de explotación y manejo de brotaciones para la situación óptima.

Los items del 16 al 20 fueron atribución de todos los grupos.

- 5.16 Determinar el nivel mínimo del precio de la madera para que el proyecto sea económicamente viable.
- 5.17 Determinar el nivel mínimo de producción para que el proyecto sea factible.

- 5.18 Determinar la necesidad de capital por Ha.
- 5.19 Proceder a un breve comentario sobre los posibles costos y beneficios sociales del proyecto, no incluidos en el análisis económico.
- 5.20 Elaborar y analizar un flujo de caja (costos e ingresos) para el total del proyecto, solamente para la situación óptima.

## 6. RESPUESTAS E INTERPRETACIONES A LAS ATRIBUCIONES DE LOS GRUPOS

Se determinó presentar exclusivamente los gráficos correspondientes a la situación ideal, es decir, para *Eucalyptus grandis*, en el espaciamiento 3 x 2 m, con el nivel de fertilización de 150 g/planta.

- 6.1 Los valores actuales de costo e ingresos, fueron determinados por todos los grupos de acuerdo con sus atribuciones. Solamente se presentaron los resultados de ingreso neto.

- 6.2 Aumentando la tasa de interés el valor actual disminuye. Cuando pasa la tasa de interés del 12% al 9% anual, se reduce el ingreso neto en más de 50% (Figura 11).

Para una misma tasa de interés, el ingreso neto crece cuando se incrementa la explotación de seis a nueve años, pero disminuye cuando se pasa el turno de corte de nueve a doce años, lo que muestra que existe un turno óptimo de corte.

- 6.3 La razón ingreso/costo tiene un comportamiento similar al del ingreso neto. Es decir, disminuye con incrementos en la tasa de interés. Para una misma tasa de interés presenta un punto máximo, con cambios en relación al turno de corte (Figura 12).

- 6.4 El TIR (tasa interna de retorno) representa el retorno porcentual anual del capital invertido (Figura 13).

Para la situación óptima el TIR es de 14,4%. Esto muestra que el proyecto es factible para  $TMA < TIR$ , o sea para todas las tasas usadas.

- 6.5 Los costos de producción US\$/m<sup>3</sup> crecen con las tasas de interés. Tasas más altas significan costos más altos. El corte de producción de 1 m<sup>3</sup> de E.

Espece: Eucalyptus Grandis  
Espaciamiento: 3x2 - Fertilización: 150 gr/planta  
Edad de Corte: 9 años

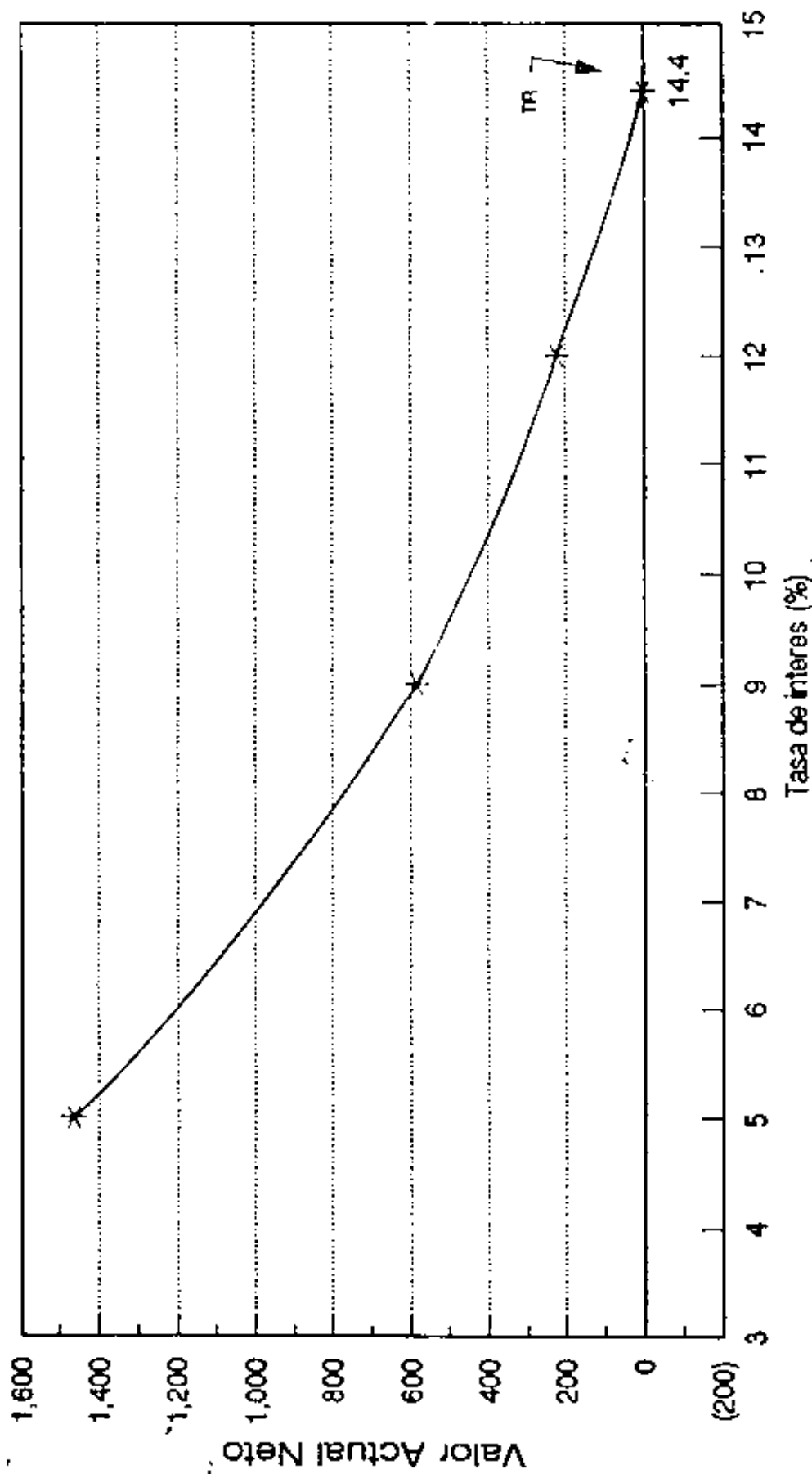
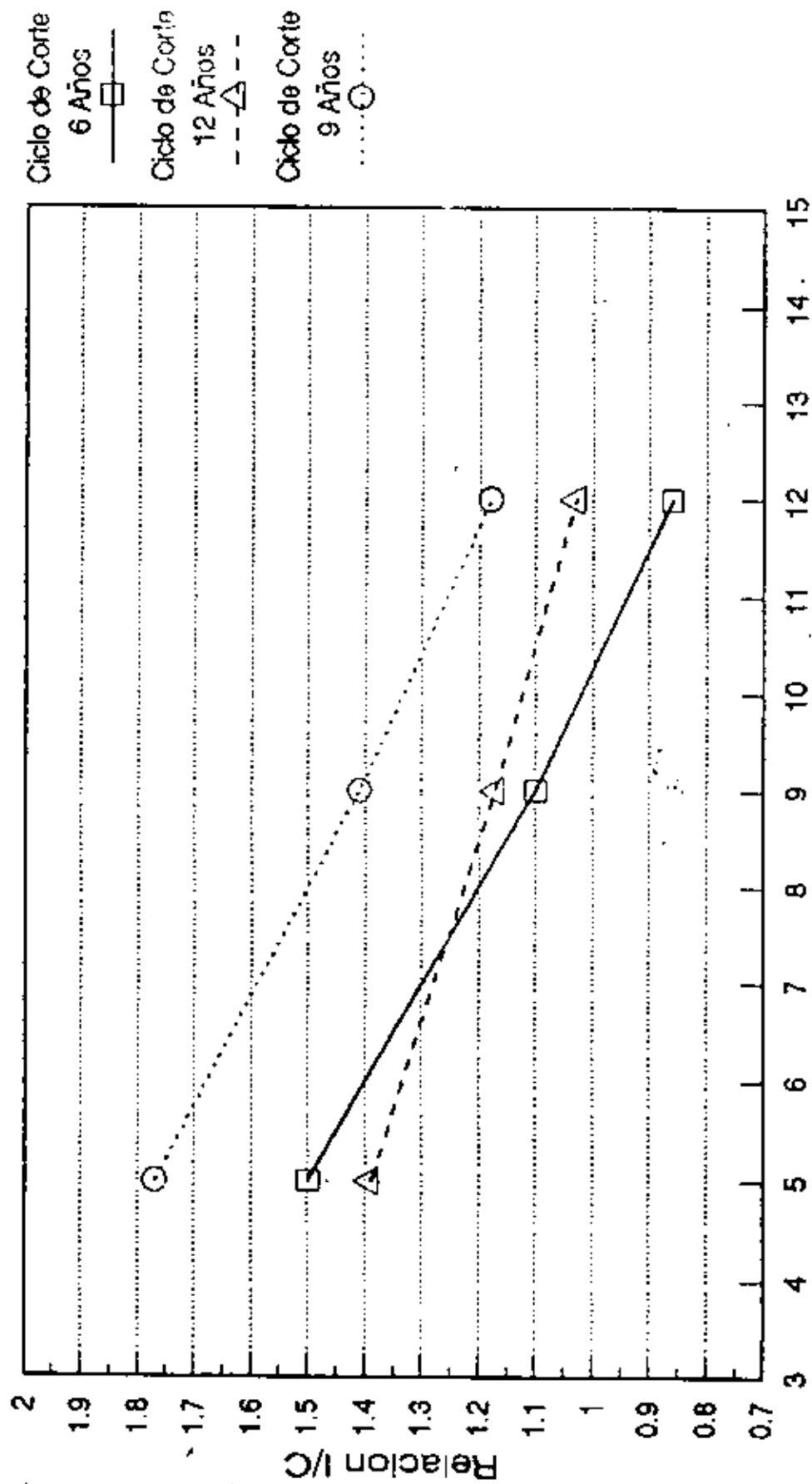


FIGURA 11. RELACION ENTRE TASA DE INTERES Y VALOR O INGRESO NETO

**Especie: Eucalyptus Grandis**  
**Espaciamiento: 3x2 - Fertilización: 150 gr/planta**  
**Edad de Corte: 6 - 9 y 12 Años**



**FIGURA 12 EFECTOS DE LA TASA DE INTERES EN LA RAZON INGRESO - COSTO (I/C)**

**Especie: Eucalyptus Grandis**  
**Espaciamiento: 3x2 - Fertilización: 150 gr/planta**  
**Edad de Corte: 6 - 9 y 12 Años**

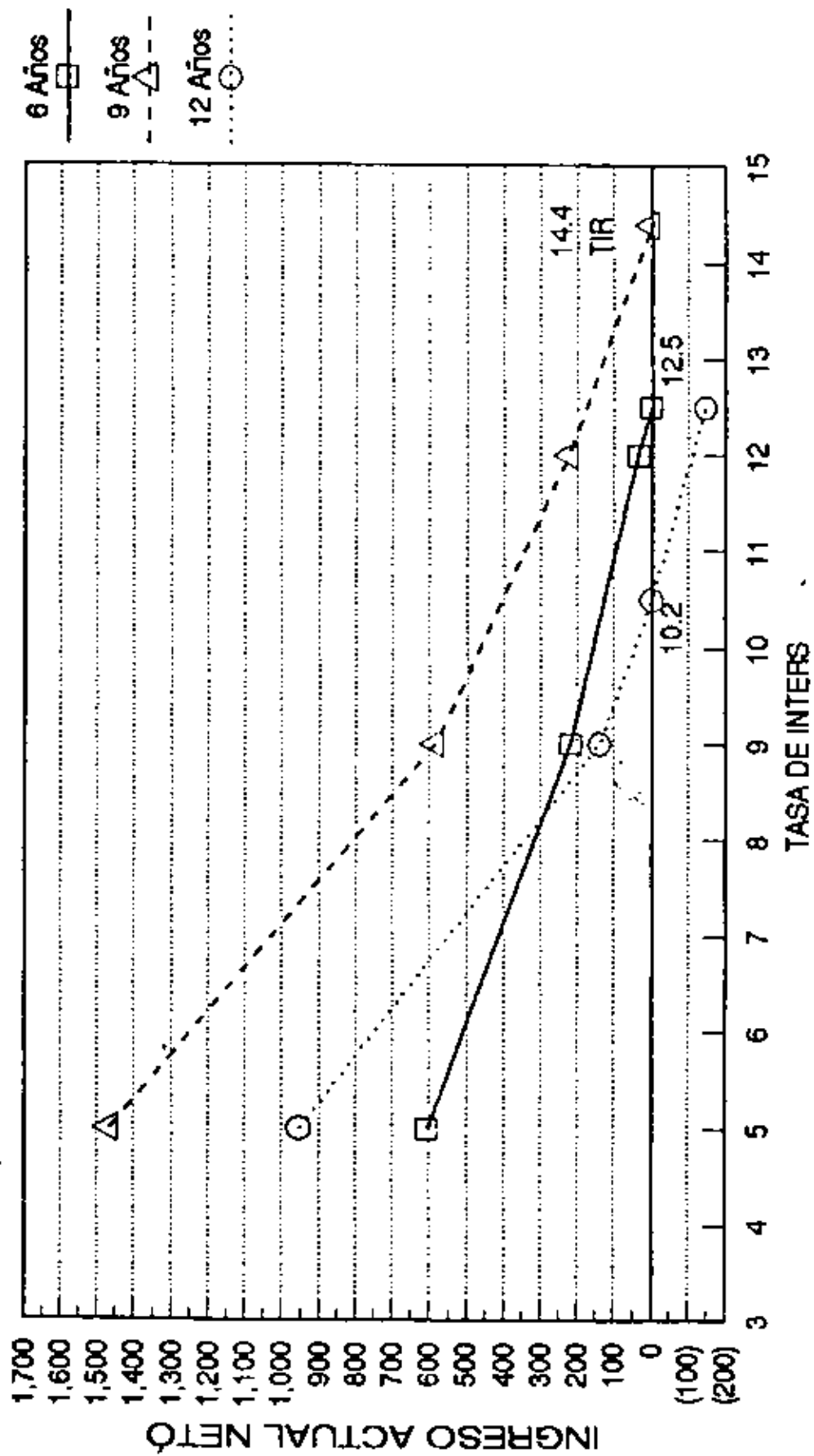


FIGURA 13. INFLUENCIA DEL TURNO DE CORTE EN LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)



grandis en el espaciamiento 3 x 2 con 150 g/planta y turno de corte 00 de 9 años es de 6,77 US\$/m<sup>3</sup> para la tasa de interés del 5% anual. Obsérvese que pasa de 8,47 a 10,09 US\$ para la tasa del 12% anual (Figura 14).

Para una misma tasa de interés, los costos de producción cambian con el turno de corte. Los costos disminuyen cuando se cambia el turno de corte de 6 para 9 años y vuelven a crecer cuando se pasa el turno de corte de 9 para 12 años (Figura 15).

- 6.6 El valor actual disminuye de forma continua con incrementos en la tasa de interés (Figura 16).

Existe una óptima edad de corte. Si se parte de una edad de corte muy baja (para una misma tasa de interés), incrementos en la edad de corte producen incrementos en el Valor Actual, pero llegará a un turno de corte óptimo, a partir del cual, los incrementos en la edad de corte harán disminuir el Valor Actual. El punto máximo de la curva indicará la edad óptima de corte.

- 6.7 La edad o turno de corte es inversamente proporcional a la tasa de interés (Figura 17).

Altas tasas de interés, hacen que la edad óptima de corte sea más baja. En el caso del proyecto, las variaciones en la tasa de interés, no fueron lo suficientemente grandes para cambiar el turno de corte.

- 6.8 Los proyectos forestales son en general de largo plazo. Plantaciones comerciales de especies de rápido crecimiento, como Eucalyptus sp. en los trópicos, son consideradas a largo plazo. Es necesario tomar en cuenta que con turnos de corte entre 5 - 9 años, cuando se contempla toda la vida del proyecto, se llega a un horizonte de 15 - 27 años para los tres cortes, considerados en una sola plantación.

Altas tasas de interés no son favorables a proyectos de largo plazo. En proyectos forestales convencionales, los costos se concentran en los primeros años de vida del proyecto, mientras que los ingresos se concentran en los últimos años. El resultado es que altas tasas de interés, aumentan los costos en mayor proporción que los ingresos.

Si se piensa en términos de valor actual, se concluye que los ingresos descontados a tasas altas, presentan valores actuales muy bajos.

**Especie: Eucalyptus Grandis**  
**Espaciamiento: 3x2 - Fertilización: 150 gr/planta**  
**Edad de Corte: 6 - 9 y 12 años**

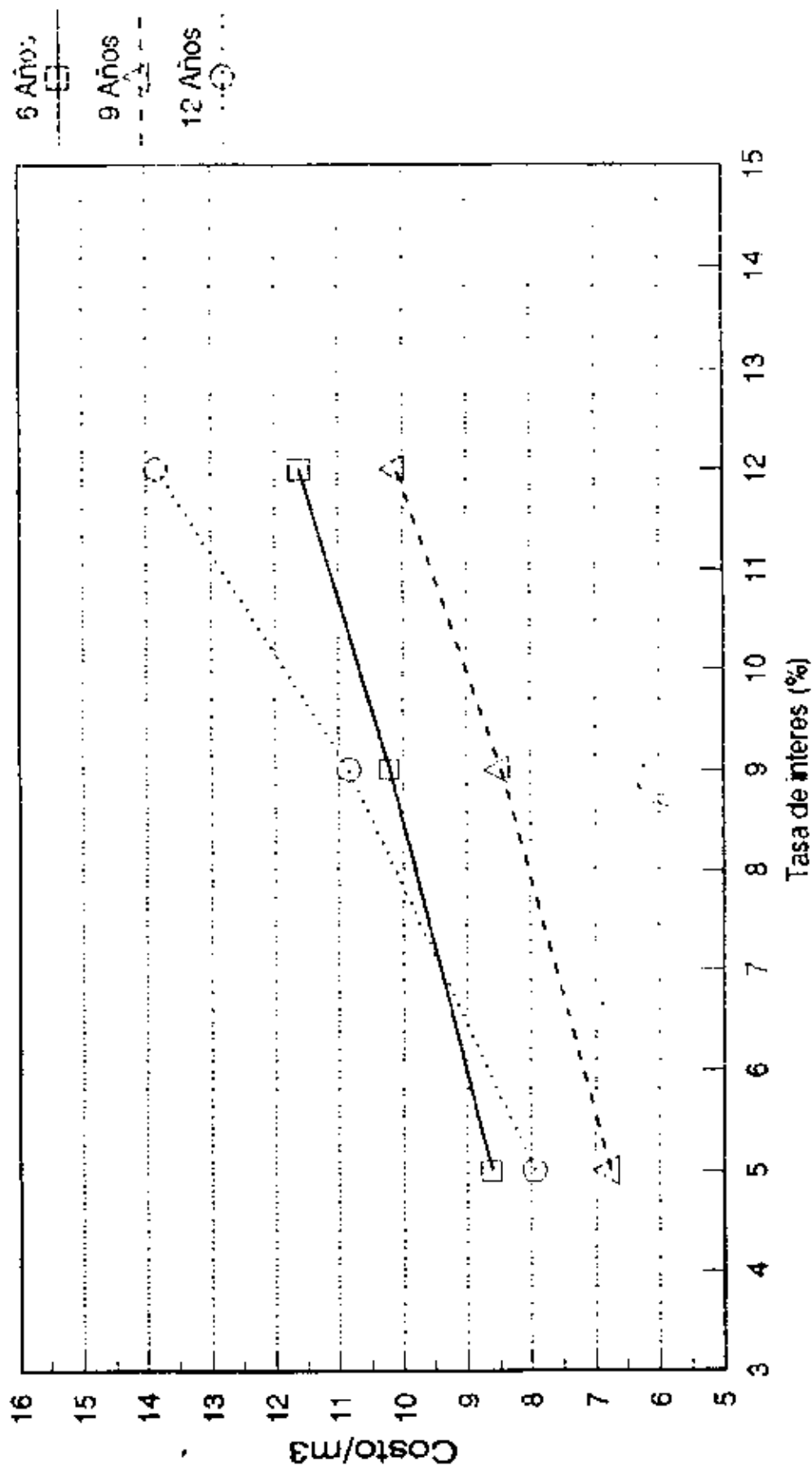


FIGURA 14. EFECTOS DE LA TASA DE INTERES EN LOS COSTOS DE PRODUCCION

**Especie: Eucalyptus Grandis**  
**Espaciamiento: 3x2 - Fertilización: 150 gr/planta**  
**Edad de Corte: 9 y años**

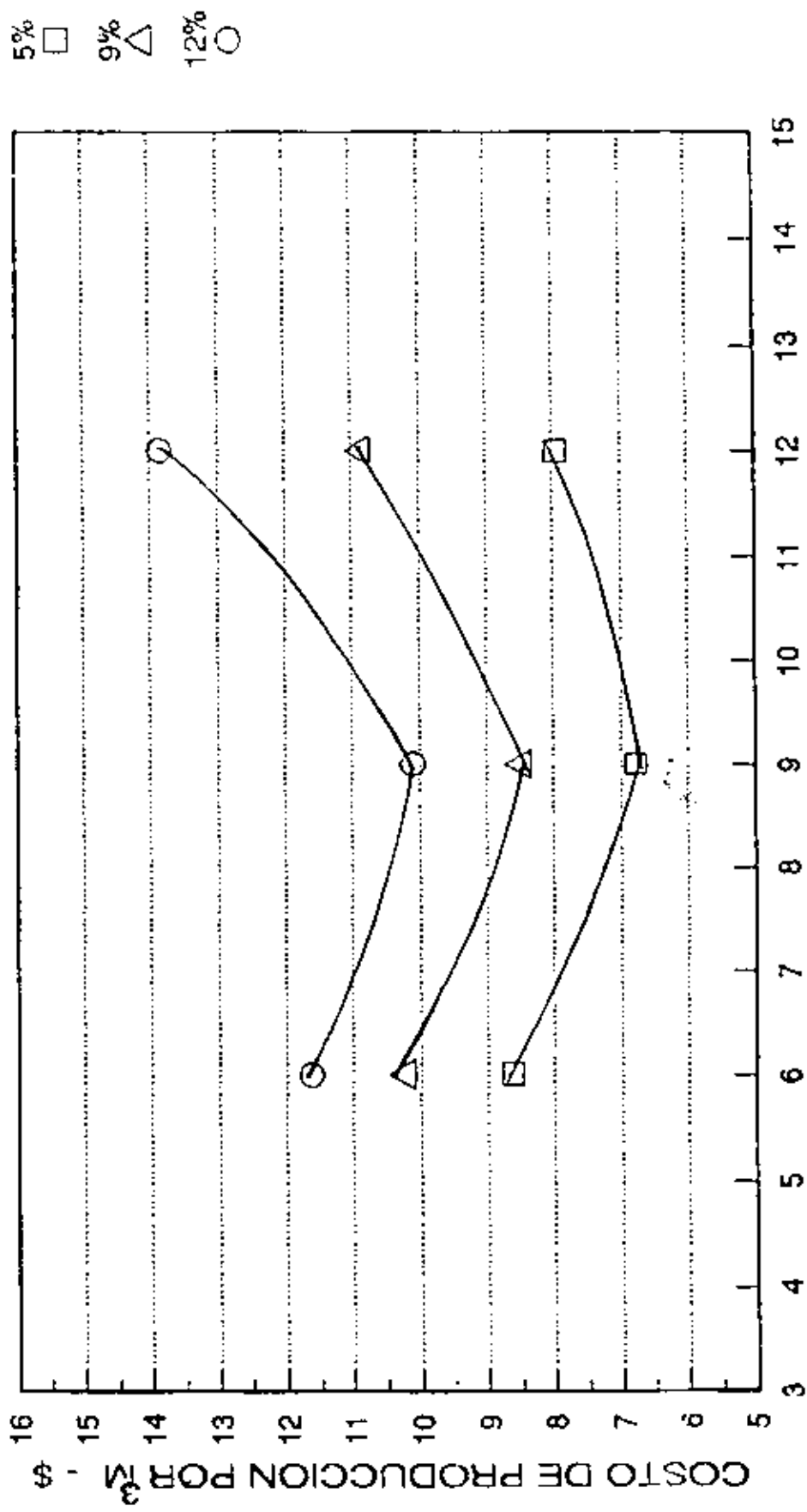


FIGURA 15. EFECTOS DEL TURNO DE CORTE EN LOS COSTOS DE PRODUCCION

**Especie: Eucalyptus Grandis**  
**Espaciamiento: 3x2 - Fertilización: 150 gr/planta**  
**Edad de Corte: 6 - 9 y 12 Años**

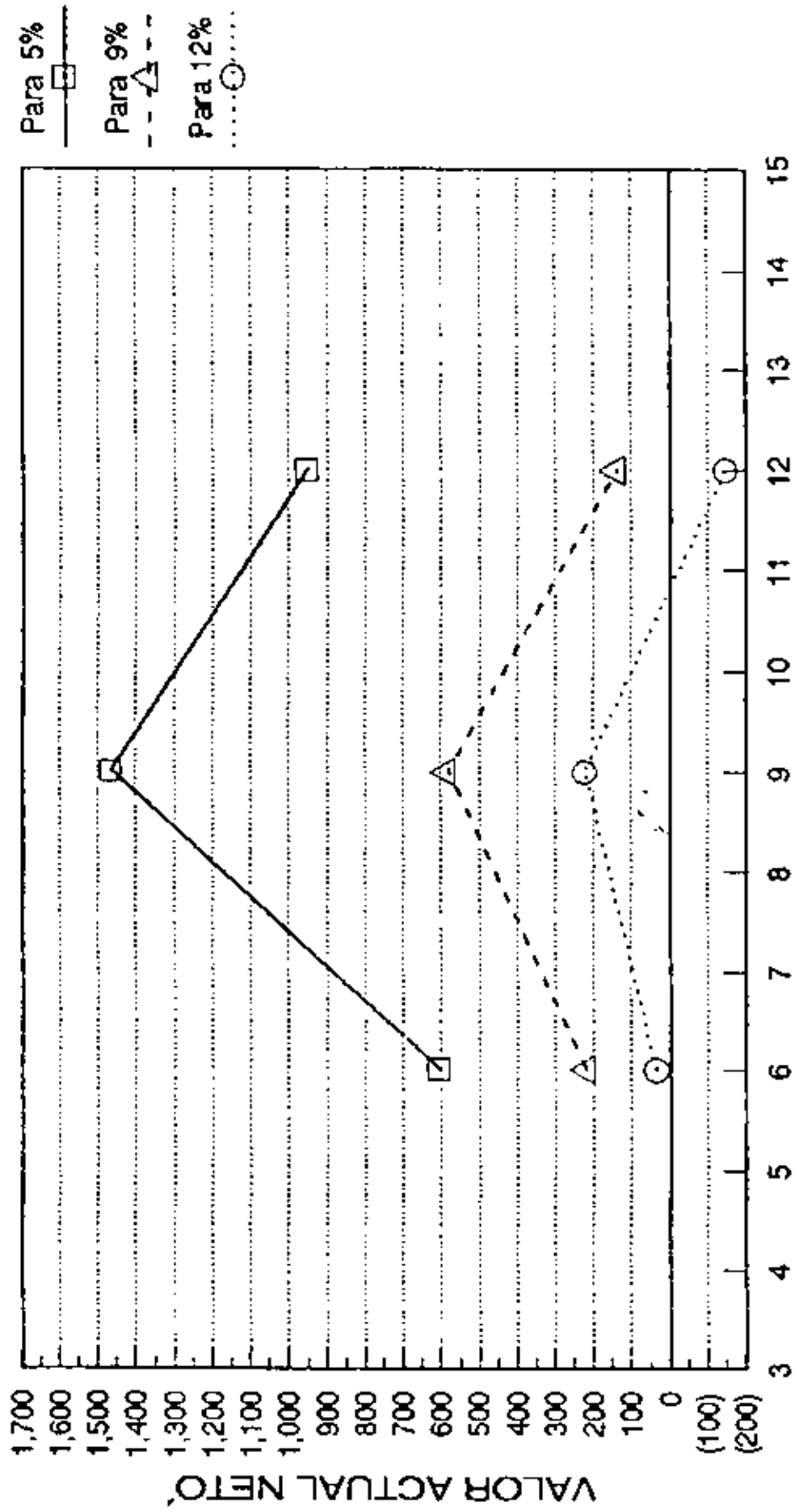


FIGURA 16. INFLUENCIA DE LA EDAD DE CORTE EN EL VALOR ACTUAL

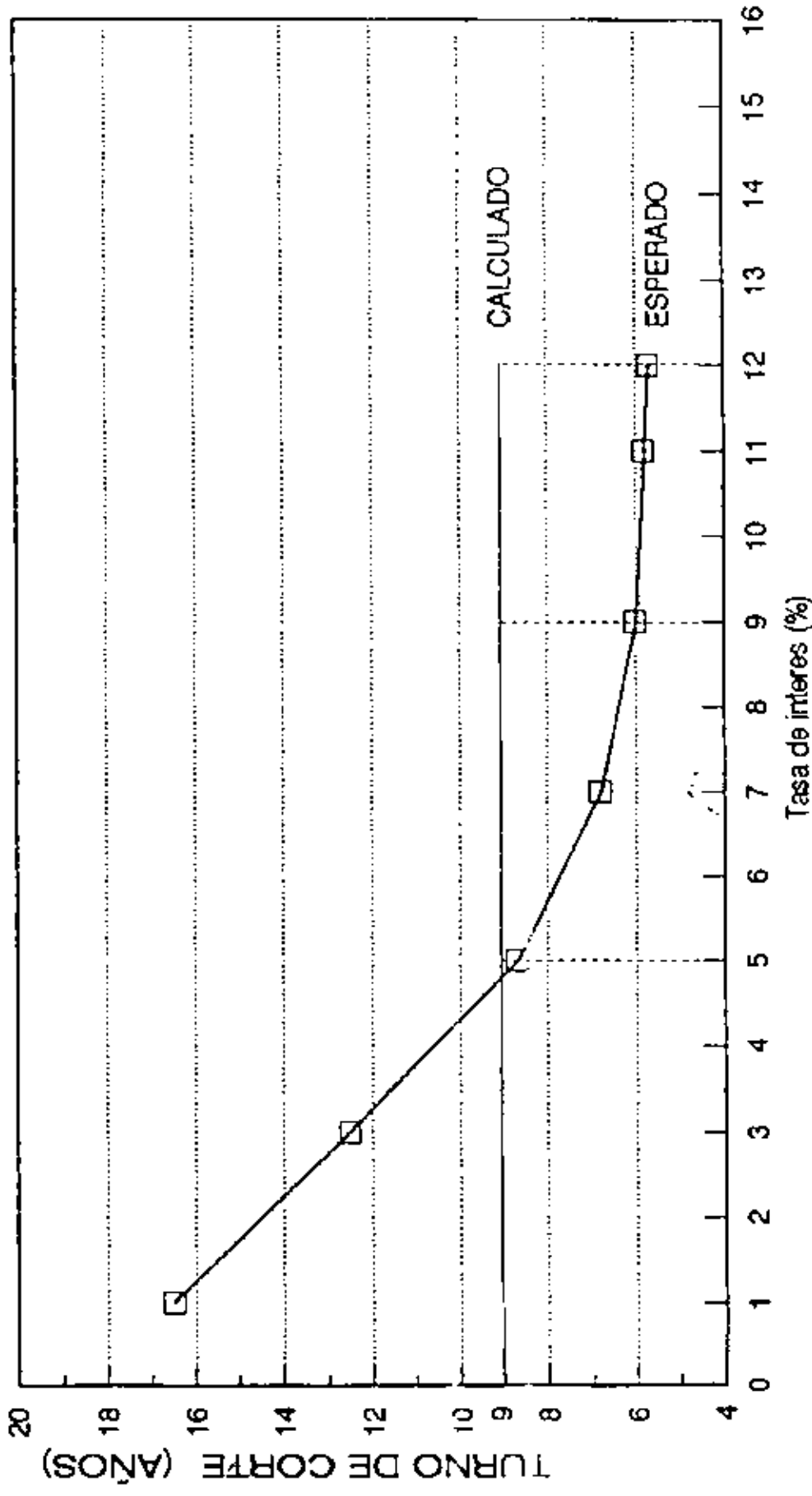


FIGURA 17. TURNO DE CORTE - TASA DE INTERES

## 6.9 Análisis de costos

El empresario esta siempre procurando obtener lucros o ingresos netos. Para alcanzar su objetivo de maximización del ingreso neto, intenta maximizar ingresos y minimizar costos.

Los precios de los productos son determinados por los mercados (oferta x demanda), lo que deja poca flexibilidad a los empresarios. Entretanto los costos ofrecen un cierto margen de control, por parte de los empresarios que intentan a través de su minimización, ampliar su lucro o ingreso neto.

Así, el conocimiento de la composición de los costos de producción es de fundamental importancia para la consecución del intento de minimización. El ítem del costo más representativo, debe ser objeto de mayor atención y estudios de control.

Manteniendo la división de los costos totales en 7 rubros principales, el cuadro 42 presenta la contribución porcentual de cada uno de ellos, en la formación del costo total.

Cuadro 42: Valor actual y contribución porcentual de los principales rubros de costo en la formación, manejo y explotación de 1 ha de E. grandis

RUBRO	COSTO ACTUAL (US\$)	%
Infraestructura	3,30	2,40
Preparado del suelo	195,00	13,90
Plantación	179,00	12,80
Adquisiciones	150,00	10,70
Manutenciones anuales	446,00	31,90
Explotación	382,00	27,30
Manejo de brotaciones	14,00	1,00
<b>Total</b>	<b>1.399,70</b>	<b>100,00</b>

El análisis del cuadro 42 muestra que los rubros que más influyen en la formación del costo total son:

- a) manutenciones anuales (31,90%);
- b) explotación (27,30%);

- c) preparación del suelo (13,90%) y  
d) plantación (12,80%) y e) adquisiciones (10,70%).

Por lo tanto, se debe poner especial atención en los costos de producción. Los cuadros que siguen presentan las especificaciones correspondientes, a las actividades en que se dividen los costos:

6.10 Cuadro 43 Valor actual y composición porcentual de los costos de infraestructura

OPERACIONES	COSTO ACTUAL US\$/Ha.	PARTICIPACION PORCENTUAL INFRAES. COSTO TOTAL	
Elaboración del Proyecto	3,0	8,9	0,21
Servicio de topografía	0,9	2,7	0,06
Construcción de cercas	0,6	1,8	0,04
Construcción de caminos	10,0	29,7	0,71
Combate a hormigas	13,2	39,1	0,94
Estructura logística	6,0	17,8	0,43
<b>TOTAL</b>	<b>33,7</b>	<b>100,0</b>	<b>2,41</b>

6.11 Cuadro 44 Valor Actual y composición porcentual de los costos de preparación del suelo

OPERACIONES	COSTO ACTUAL US\$/Ha.	PARTICIPACION PORCENTUAL PREP.SUELO COSTO TOTAL	
Desmante de la vegetación	29,23	15,00	2,01
Destoque	55,01	28,21	3,93
Apilamiento	27,50	14,10	1,96
Rastreado pesado	38,60	19,79	2,76
Rastreado liviano	7,53	3,86	0,54
Alineamiento	4,13	2,12	0,29
Marcación	11,00	5,64	0,79
Surcamiento	16,50	8,46	1,18
Combate a hormigas	5,50	2,82	0,39
<b>TOTAL</b>	<b>195,00</b>	<b>100,00</b>	<b>13,90</b>

6.12 Cuadro 45 Valor actual y composición porcentual de costos del procedimiento de plantación

CONCEPTO	VALOR ACTUAL US\$/Ha.	PARTICIPACION PORCENTUAL PLANTAC. COSTO TOTAL	
Transporte	3,12	1,74	0,22
Distribución de plantines	2,20	1,23	0,16
Fertilización	6,88	3,84	0,49
Plantio	38,53	21,54	2,75
Replanto	13,30	7,43	0,95
Deshierbo	59,82	33,44	4,27
Administración	55,04	30,71	3,93
Total	178,90	100,00	12,28

6.13 Cuadro 46 Valor actual y composición porcentual de la estructura de costos de adquisiciones

ITEM	COSTO US\$/Ha.	PARTICIPACION PORCENTUAL ADQUIS. COSTO TOTAL	
Plantines	82,82	55,21	5,92
Fertilizantes	39,51	26,38	2,83
Pesticidas	13,80	9,20	0,98
Herramientas	13,80	9,20	0,98
TOTAL	150,00	100,00	10,71



6.14 Cuadro 47 Valor actual y distribución porcentual de los costos de mantenencias anuales

ACTIVIDAD	VALOR ACTUAL US\$/Ha.	PARTICIPACION PORCENTUAL MANUT. COSTO TOTAL	
Conservación de corredores	32,78	7,19	2,33
Conservación caminos	32,78	7,19	2,33
Combate a hormigas	102,43	22,47	7,27
Reparación de cercas	3,07	0,67	0,22
Vigilancia	33,80	7,42	2,40
Administración	20,49	4,49	1,45
Adquisición	153,68	33,70	10,90
Costos de tierra	76,84	16,85	5,45
<b>TOTAL</b>	<b>455,89</b>	<b>100,00</b>	<b>31,90</b>

6.15 Cuadro 48 Valor actual y composición porcentual de los costos de explotación

ACTIVIDAD	VALOR ACTUAL US\$	COMPOSICION COSTO EXPLOTACION	PORCENTUAL COSTO TOTAL
Rozada	5,35	1,40	0,38
Apeo	17,07	4,97	1,36
Desgajado (acomodado)	322,20	8,43	2,30
Marcación y trozado	48,74	12,76	3,48
Apilado	48,74	12,76	3,48
Descortezado	114,56	29,99	8,18
Transporte primario	114,56	29,99	8,18
<b>TOTAL</b>	<b>382,00</b>	<b>100,00</b>	<b>27,30</b>

Cuadro 49 Valor actual y composición porcentual de los costos de manejo de brotaciones

	VALOR ACTUAL US\$/Ha	COMPOSICION COSTOS MANEJO BROTACIONES	PORCENTUAL COSTO TOTAL
Rozada	7,63	54,54	0,55
Desbrote	4,58	32,73	0,33
Adquisiciones	1,78	12,73	0,13
TOTAL	14,00	100,00	1,00

6.16 El valor o precio de mercado de la madera por m<sup>3</sup> está considerado a 12,00 US\$.

El costo de producción por m<sup>3</sup> es de 8,49 US\$.

Por falta de experiencia, no existe seguridad respecto a algunos items de costo, por esta razón se recomienda agregar a los costos un 15% de imprevistos, como margen de seguridad.

$$\begin{aligned}
 \text{Entonces, el costo de producción} &= 8,49 + 15\% \\
 &= 8,49 \times 1,15 \\
 &= 9,74 \text{ US\$}.
 \end{aligned}$$

Es decir que el costo de la madera podrá subir hasta 9,74 US\$ por m<sup>3</sup> y continuar el proyecto factible.

6.17 Manteniendo los demás factores constantes, la productividad podrá bajar hasta igualar a los costos y aún continuar factible el proyecto.

$$VA_i = VA_c$$

$$VA_i = \text{Valor Actual de Ingresos}$$

$VA_c$  = Valor Actual de Costos

Para la situación óptima se encontró:

$$VA_c = 1.399,70 \text{ US\$/Ha.}$$

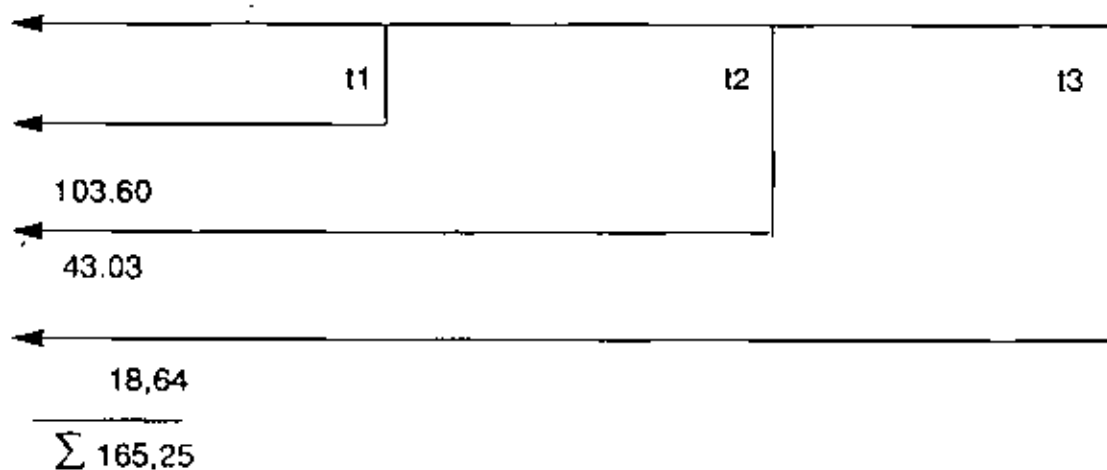
entonces el  $VA_l$  podrá bajar de 1.983,28 hasta 1.399,70 US\$

Para 1.983,28 US\$ se tendrá un volumen equivalente a 165,25 m<sup>3</sup>, o sea, extrapolando  $1.983,28 \times 12,00$  se tendrá:

$$\begin{aligned} \text{Volumen equivalente} \times 12 &= 1.399,70 \\ \text{Volumen equivalente} &= 1.399,70 + 12 \\ &= 116,64 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Distribución del volumen equivalente en los tres cortes.

Originalmente se tendría:



Considerando que 165,25 m<sup>3</sup> (volumen equivalente), es el 100% y que

$$103,60 \text{ m}^3 \text{ es } 62,25 \%$$

$$43,03 \text{ m}^3 \text{ es } 26,04 \%$$

$$18,64 \text{ m}^3 \text{ es } 11,28 \%$$

Entonces

$$62,69 \% \text{ de } 116,64 = 73,12 \text{ m}^3$$

$$26,04 \% \text{ de } 116,64 = 30,37 \text{ m}^3$$

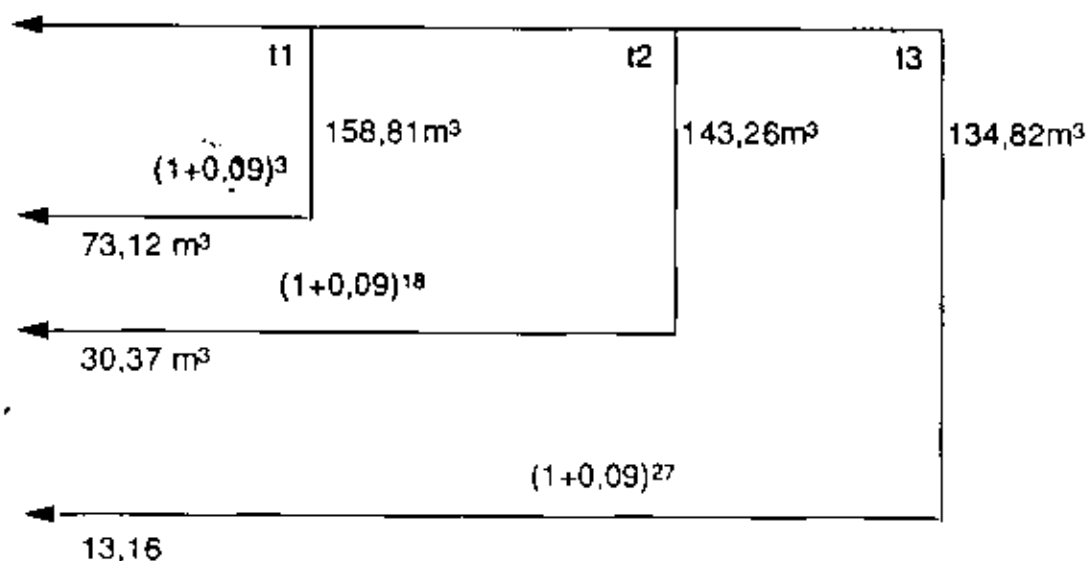
$$11,28 \% \text{ de } 116,64 = 13,16 \text{ m}^3$$

Manteniendo las demás condiciones, la productividad podrá ser de:

$$158,81 \text{ m}^3 \text{ en el primer corte}$$

$$143,26 \text{ m}^3 \text{ en el segundo corte}$$

$$134,82 \text{ m}^3 \text{ en el tercer corte}$$



$\sum 116,65$  que hace aún el proyecto factible.

6.18 Se concluye que existe la necesidad de contar con un capital por hectárea de 1.399,70 US\$ en valores actuales, no siendo necesario tener esa disponibilidad inmediatamente sino que deberá existir, conforme se especifica en el flujo de caja (Figura 10).

6.19 Costos y beneficios sociales del proyecto

En resumen se indica que los costos del proyecto son bastante elevados, 1.399,70 US\$/ha. Se requerirá de un capital cuya recuperación sea muy

lenta, ya que la primera fase de producción será a los nuevos años. Esta inversión se considera a largo plazo y es a la vez de elevado riesgo para el inversionista. Sin embargo, los beneficios sociales que brindará a la región y al país son muy importantes, pudiéndose resumir en los siguientes:

- a) Utilización de tierras sin uso económico actual.
- b) Beneficio al mercado laboral, por la utilización de una gran cantidad de mano de obra, lo que significa un mayor ingreso a esa población. Además se brindará capacitación específica en el sector forestal, para obtener mayor eficiencia en el desarrollo del proyecto y de otros que puedan implementarse en el país.

La incidencia de la elevación del nivel de vida de las poblaciones circundantes al área del proyecto se dará por la infraestructura caminera, creación de centros de consumo y abastecimiento, turismo, telecomunicaciones, educación y capacitación.

- c) Con la implantación de las especies de *Eucalyptus* en la región del proyecto, se protegerá los suelos contra posibles causas de erosión, además de ayudar al sostenimiento del equilibrio ecológico, influenciando en mejorar el microclima de la zona.
- d) La elevación del nivel de vida de la población rural (incremento del ingreso de las familias), posibilitará su diversificación económica.
- e) Con la producción de madera, se brindará al mercado un producto nuevo para su industrialización y diversificación, evitando de esta manera la importación de productos forestales como el papel y además se impulsará la exportación y generación de divisas.
- f) Con los subproductos derivados de esta especie, se podrán obtener insumos para la industria farmacéutica, tales como el eucaliptol y otros. Se debe tener en cuenta que sólo el 70 - 80 % de las trozas serán utilizadas para la producción de pulpa y el 20 - 30 % constituirá leña para carbón vegetal.

Esta última cantidad de madera, usada como fuente energética, disminuirá la presión actualmente existente sobre los bosques naturales. La posibilidad de disminución del desmonte (chaqueo), ofrecerá sin duda enormes beneficios sociales.

## XII. EVALUACION DEL CURSO / TALLER

El presente cuestionario fué distribuido a los participantes del curso/taller. Su finalidad fué identificar el aprovechamiento de los participantes y obtener una clara evaluación del desarrollo del curso en si.

Los números en los cuadrados corresponden a los valores porcentuales de las respuestas recibidas.

### 1. CUESTIONARIO

Al responder las preguntas sea sincero y objetivo. Sus respuestas permitirán mejorar, en su organización y desarrollo, próximos eventos similares:

1. Como calificaría el Curso como un todo?

80 Excelente     20 Bueno     Regular     Deficiente

2. El nivel didáctico de los instructores lo calificaría como:

100 Bueno     Regular     Malo

otra opción : .....

3. Considera usted haber recibido nuevos conocimientos?

100 Bastantes     Parcialmente     Ninguno

4. El asunto principal del Curso tuvo su correcta transferencia tecnologica?

92 Integralmente     8 Parcialmente

5. Considera usted que los asuntos tratados durante el Curso motivaron cambios de pensamiento sobre el tema central?

92 Si                       8 No

En caso afirmativo: amplió sus horizontes

96 Bastante                       4 Parcialmente

En caso negativo : Debido a la

- Deficiente transferencia tecnológica
- Falta de motivación por los asuntos tratados
- Poca habilidad didáctica por parte de los instructores.

6. Cree usted que lo que aprendió durante el curso le será útil en su vida profesional?

100 Si                       Parcialmente                       No

7. El material didáctico que recibió lo consideraría:

72 Suficiente                       28 Insuficiente

Por cual de los materiales? .....

8. Existiendo posibilidad de realizar un curso semejante, cuales serian sus críticas para mejorarlo:

- a) Respecto a la didáctica de los instructores?  
.....
- b) Respecto al material recibido?  
.....
- c) Respecto a la organización del curso?  
.....
- d) Respecto a la duración del curso?  
.....
- e) Respecto a los asuntos tratados?  
.....
- f) Respecto a las instalaciones?  
.....
- g) Respecto al contenido de los asuntos tratados?  
.....
- h) Respecto a los trabajos prácticos?  
.....
- i) Respecto a la camaradería entre los participantes y con los instructores?  
.....
9. Debería existir una selección rigurosa de los participantes

36

Si

74

No



10. Observaciones y Críticas que merecen ser indicadas:

.....  
.....  
.....

11. Los objetivos del curso fueron alcanzados:

96 Integralmente       4 Parcialmente       Sin respuesta

12. El contenido del curso lo considera Ud.:

8 Extenso       88 Suficiente       4 Insuficiente

13. Considera <sup>transformación</sup> que el contenido del curso tuvo su transformación tecnológica:

80 Integral       12 Parcial       8 Sin respuesta

14. Su participación en el curso la considera:

100 Beneficiosa       Obligada (con poco beneficio)

15. La metodología general de curso la considera:

100 Aconsejable       No

16. Que puntos podría considerarlos negativos (no enunciados en el cuestionario) que se hace necesario mencionarlos?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 2. CONCLUSION

Analizando las respuestas se concluye que el curso/taller fué de bastante provecho para los participantes y tanto la metodología didáctica, como el conocimiento técnico - científico de los instructores, fué calificado como muy bueno.

Los cuestionarios originales con sus respectivas respuestas quedaron depositados en documento propio en las oficinas del Plan de Acción para el Desarrollo Forestal (La Paz).

### XIII. PARTICIPANTES DEL CURSO/TALLER

#### 1. INSTRUCTORES

José Luiz Pereira-Rezende	Universidad Federal de Vicosa Depto. Engenharia Florestal 36.570 Vicosa - M.G., Brasil
José Imaña Encinas	Universidad de Brasilia Depto. Engenharia Florestal 70.910 Brasília - DF, Brasil
Gerardo Lozano Figueroa	Plan de Acción Forestal Pasaje Villegas Nº 1213 La Paz, Bolivia
Philippe Vaneberg	COTESU Programa Reforestación en Bolivia Casilla Nº 975 Cochabamba - Bolivia

#### 2. PARTICIPANTES

Andrade Arias, José	Universidad San Francisco Xavier - Sucre Facultad de Agronomía Teléfono 25653 Sucre - Bolivia
Avila Borda, Claudio	O.N.G. - Sucre Plaza Libertad Nº 16 Teléfono 2-1708 Casilla Nº 285
Barba Frias, Juan Hernan	UTD-Santa Cruz Casilla Nº 5394
Barja, Samuel	CORDECH - Sucre PLAFOR Casilla Nº 186 Teléfono 31204

---

Bejarano Olivera, Javier	CDF - Tarija Calle Ballivian Ed. IV Centenario Teléfono 22197
Bersatti Noro, Nello	CDF - Trinidad Calle 9 de Abril s/n Teléfono 20673
Challapata Zapata, Mario	San Borja Programa Chimanes Beni
Cortéz Orellano, Milton R.	PERTT - Tarija Av. Dgo. Paz 664 - E Teléfono 23375
Cruz Tarifa, Andrés	CORDECO - Cochabamba Casilla N° 3715 Teléfono 29216 (Of.)
Dávila V., Julio	MACA - Sucre Teléfono 24197
Flores Montaña, Marcelo	CDF - Tarija Calle Ballivian Ed. IV Centenario Teléfono 22197
Guillén Sardón, Ramiro	CDF - La Paz Casilla N° 5780 Teléfono 342736
Herrera Pinedo, David	CDF - Sucre Casilla N° 647 Teléfonos 21603 - 25128
Hurtado, Willy	CDF - Sucre Calle Ladislao Cabrera 329 Teléfonos 25128 - 21603
Lozano A., Marino	UDT-CDF - Santa Cruz Casilla N° 5394 Telefono 323356

Michel Orellana, Walter	CDF - Centra - La Paz MACA 6º piso Teléfono 367304
Murgia R., Oscar	CORDECH - Sucre RR.NN. - Casilla Nº 156 Teléfono 31956
Nina Ignacio, Mario	Univ. A. Juan Misael Saracho Casilla Nº 378 Teléfonos 23121 - 25649
Pradel Guzmán, Gina	Univ. Técnica del Beni Trinidad Teléfono 22127
Ramírez Pinto, Juan	CDF - Central - La Paz Casilla Nº 433 Teléfono 367460
Reyes Villegas, Jorge	Univ. Francisco Xavier - Sucre Facultad de Agronomía Teléfono 25653
Rollano Villalba, Eduardo	CDF - Sucre El Tejar 39 Teléfono 21603
Rosas Colque, Walter	CDF - Potosí Calle Wenceslao Alba 72 Teléfono 26240
Rosas Ferrufino, Renán	COREDECH - Sucre Casilla Nº 156 Teléfono 30491
Sainz Beltrán, José Luis	CDF - La Paz Casilla Nº 5780 Teléfono 330042
Salazar Salvatierra, Sergio	CDF - Trinidad Calle 9 de Abril s/n Teléfono 21470

Santos Ramos, Arnoldi	CDF - Sucre Casilla N° 647 Teléfonos 21603 - 25128
Sarmiento Jaldín, Alfredo	CORDECH - Sucre Plan Agroforestal Teléfono 32102
Varas Catoira, Gilberto	Univ. Autónoma J. M. Saracho Casilla N° 378 Teléfonos 23121 - 25649
Vera Maza, Máximo	Cámara Nacional Forestal - Santa Cruz M.I. Salvatierra 1055 Casilla N° 5578 Teléfono 324780

Trabajo de administración realizado por Gloria Suárez Eyzaguirre, Plan de Acción Forestal para el Desarrollo de Bolivia (La Paz).