



INFORME DE TRABAJO FINAL DE CARRERA

Compatibilización a largo plazo de la conservación de la biodiversidad y el rendimiento sostenido en una unidad de manejo forestal de Misiones

Modalidad: **Trabajo integrador** realizado en al menos dos cursos (Silvicultura y Manejo Forestal)

Estudiante: **Mario Eugenio Sello**, legajo 27.842/2, DNI: 38.605.243

Correo-electrónico: **selloeugenio@gmail.com**

Director curso de Silvicultura: **Juan Goya (Profesor Titular)**

Director curso de Manejo Forestal: **Pablo Yapura (Profesor Adjunto)**

Fecha de entrega: **11 de febrero de 2021**

Cursos de Silvicultura y de Manejo Forestal
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata
Carrera de Ingeniería Forestal

RESUMEN

Las plantaciones forestales son generadoras de bienes y servicios, las mismas se expanden progresivamente, siendo muchas veces monocultivos que fragmentan la biodiversidad del territorio a escala de paisaje. Existe una demanda creciente de la sociedad sobre la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que ésta provee, no obstante, muchas veces estos objetivos se ven contrapuestos con la producción forestal convencional.

En este trabajo se realizó el análisis del manejo forestal de un establecimiento forestal en la provincia de Misiones (figura A.1) con plantaciones de la especie nativa *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, también conocida como pino paraná o cury, mediante la comparación de 3 escenarios diferentes: uno con objetivos productivos, otro con objetivos priorizando la conservación y un escenario donde se combinan ambos objetivos. Se realizó una comparación por medio de una evaluación económica de los escenarios y una valoración del potencial de biodiversidad que presentaba el bosque.

Se realizó una descripción de toda la Silvicultura que abarca la producción de araucaria en Misiones, desarrollando las intervenciones silvícolas realizadas en la región. Se plantearon y analizaron 3 posibles regímenes silvícolas (RS) y se los comparo para la posterior selección del más conveniente.

Se desarrollaron temas relacionados al aprovechamiento forestal y la silvicultura, se analizó el impacto ambiental que dichas actividades generan, y se evaluaron las diferentes técnicas utilizadas. Por medio de una evaluación de impacto ambiental se lograron identificar las prácticas críticas y a su vez se plantearon las medidas para mitigar los impactos negativos.

Se llegó a la conclusión de que es posible compatibilizar la producción con la conservación de la biodiversidad, siendo más conveniente tanto económicamente como ambientalmente la intervención y manejo forestal, respecto a la conservación determinando áreas intangibles de los bosques. También se llegó a identificar el valor económico que le corresponde a la biodiversidad, por medio del costo de oportunidad.

Índice

CAPITULO I INTRODUCCIÓN GENERAL	6
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. OBJETIVOS	6
3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
3.1 Ubicación geográfica.....	7
3.2 Descripción y contexto del Bosque Atlántico del Paraná	7
3.3 Clima	7
3.4 Suelos y paisaje.....	7
4. PLANIFICACIÓN SILVÍCOLA.....	8
4.1 Factores de Producción	8
4.1.1 Elección de especie.....	8
4.1.2 Material Genético	9
4.1.3 Calidad de sitio.....	9
4.1.4 Densidad	9
5. ESQUEMA DE PLANIFICACIÓN SILVÍCOLA	10
5.1 RS para rodales de producción: descripción de tres posibles regímenes silvícolas diferentes.....	10
5.2.1 Descripción del régimen silvícola A (RSA).....	10
5.2.2 Descripción del régimen silvícola B (RSB).....	10
5.2.3 Descripción del régimen silvícola C (RSC)	11
5.3 Régimen Silvícola 2 (RS2), para la creación de bosquetes de retención	11
5.4 RS sin intervenciones para rodales de conservación	12
5.5 RS para la segunda rotación de lotes con bosquetes de retención preexistentes	12
6. CLASIFICACIÓN DE LOS RODALES POR SU BIODIVERSIDAD	12
6.1 Valores de biodiversidad por clasificación de categoría	12
7. ESCENARIOS DE MANEJO ANALIZADOS	13
7.1 Escenario Productivo (E1)	13
7.2 Escenario Conservacionista (E2)	13
7.3 Escenario Semi-Conservacionista (E3).....	13
CAPITULO II SELECCIÓN DEL RÉGIMEN SILVÍCOLA Y PLAN DE MANEJO FORESTAL	14
1. COMPARACIÓN Y SELECCIÓN ENTRE LOS TRES REGÍMENES SILVÍCOLAS (A, B Y C).....	14
1.1 Definición y metodología de cálculo para el indicador financiero empleado (Valor Actual Neto).....	14
1.2 Evaluación Económica de los Regímenes Silvícolas A, B y C.....	14
1.3 Ingresos y egresos.....	14
1.5 Comparación de los Regímenes Silvícolas A, B y C con relación a la biodiversidad ...	15

1.6 Selección del RS más conveniente con relación a la evaluación Económica y Ambiental.....	16
1.7 Atributos del RS1 con retenciones (RS1R), utilizado en el E2 en la 2da rotación, con la reducción del 25% de la superficie por la presencia de retenciones preexistentes.....	16
2. EL BOSQUE INICIAL	16
2.1 Estructura del bosque inicial	16
2.2 Cálculo de los rendimientos de los rodales del bosque preexistente	17
3. PLAN DE MANEJO FORESTAL PARA EL E1 (“EL PRODUCTIVO”)	17
3.1 Rendimientos de los rodales reforestados del RS1	17
3.2 Cálculo de posibilidad de cosecha para el E1	17
3.3 Ordenación del bosque y estrategias de conversión del E1	18
3.3.1 Metodología para la ordenación del Bosque.....	18
3.4 Evolución en el tiempo en las superficies de las diferentes clases de edad de la UMF del E1	19
3.5 Plan especial de cortas para los primeros cinco años para el E1	19
3.6 Evaluación Económica del Plan de manejo del E1.....	20
3.7 Evaluación ambiental de la Planificación a nivel de UMF. Categorías de biodiversidad y su evolución del E1	20
3.8 Individualización del valor de Biodiversidad para el E1	21
3.9 Evaluación de impacto ambiental (EIA).....	21
3.10 Condiciones Silvícolas para la EIA del E1	21
3.11 Medidas de mitigación del Impacto Ambiental.....	23
3.11.1 Preparación del terreno y plantación	23
3.11.2 Control de malezas.....	23
3.11.3 Aprovechamiento.....	24
3.11.4 Tratamiento de residuos	24
4. PLAN DE MANEJO FORESTAL PARA EL E2 (“EL CONSERVACIONISTA”)	25
4.1 Rendimientos de los rodales reforestados del RS2.....	25
4.2 Cálculo de la posibilidad de cosecha para el E2	25
4.3 Ordenación del bosque y estrategias de conversión para el E2	25
4.3.1 Metodología para la Ordenación del bosque	25
4.4 Evolución en el tiempo en las superficies de las diferentes clases de edad de la UMF del E2	26
4.5 Plan especial de cortas para los primeros cinco años para el E2	26
4.6 Evaluación Económica del Plan de manejo del E2.....	27
4.7 Evaluación ambiental de la planificación a nivel de UM. Categorías de biodiversidad y su evolución del E2.....	27
4.8 Individualización del valor de Biodiversidad para el E2	27
4.9 Evaluación de impacto ambiental (EIA) del E2.....	27

4.9.1 Condiciones silvícolas para la EIA del E2:	27
5. PLAN DE MANEJO FORESTAL PARA EL E3 (“EL SEMI-CONSERVACIONISTA”)	29
5.1 Rodales seleccionados para la conservación.....	29
5.2 Rendimientos de los rodales reforestados del RS1	30
5.3 Cálculo de la posibilidad de cosecha del E3	30
5.4 Metodología de ordenación del bosque para el E3	30
5.5 Evolución en el tiempo en las superficies de las diferentes clases de edad de la UMF del E3	30
5.6 Plan especial de cortas para los primeros cinco años	31
5.7 Evaluación Económica del Plan de manejo del E3.....	31
5.8 Evaluación ambiental de la planificación a nivel de UM. Categorías de biodiversidad y su evolución del E3.....	31
5.9 Individualización del valor de Biodiversidad para el E3	31
5.10 Evaluación de impacto ambiental (EIA).....	32
5.10.1 Condiciones silvícolas para la EIA del E3.....	32
CAPITULO III COMPARACIONES ENTRE ESCENARIOS Y CONCLUSIONES	34
1. COMPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRES ESCENARIOS	34
2. COMPARACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE BIODIVERSIDAD	35
2.1 Valoración Económica de la Biodiversidad.....	37
3. COMPARACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LOS 3 ESCENARIOS.....	38
4. CONCLUSIONES.....	41
5. ANEXO DE ABREVIATURAS.....	43
6. BIBLIOGRAFÍA	44

CAPITULO I INTRODUCCIÓN GENERAL

1. INTRODUCCIÓN

La Administración de un Establecimiento Forestal ha tomado la decisión de elaborar un Plan de Manejo Forestal considerando tres escenarios diferentes posibles, combinando objetivos de producción y conservación, valorando los posibles servicios ecosistémicos.

El patrimonio de la empresa está constituido por un predio de 1.875 ha de tierras en el NO de la provincia de Misiones, de las cuales unas 450 ha se encuentran forestadas con araucaria. Además, posee alrededor de 1.000 ha de un bosque secundario o capuera de 5 años. Estas tierras han sido clasificadas como tierras aptas para cambio de uso del suelo (zonas verdes de acuerdo a la clasificación establecida por la ley 26.331) y, por ende, aptas para forestación (aunque no se analizará tal posibilidad en ninguno de los escenarios propuestos). Las aproximadamente 425 ha restantes corresponden a tierras con bosques nativos que han sido clasificadas como de mediano valor de conservación y aptas para el aprovechamiento sostenible (zonas amarillas de acuerdo a la clasificación legal citada).

Las 450 ha plantadas con *A. angustifolia* están compuesta por 32 rodales y sus atributos relevantes han sido detallados en la tabla A.1 del ANEXO.

2. OBJETIVOS

El objetivo estipulado para la Unidad de Manejo Forestal (UMF) es la producción sostenida de madera comercial de araucaria (>20 cm de diámetro), principalmente con destino para aserrado. Este objetivo se logrará mediante la aplicación de un régimen silvícola (RS) producto del análisis de diferentes alternativas, el régimen silvícola 1 (RS1), que será el más conveniente por satisfacer en mayor medida los objetivos. Además, se considerarán objetivos de conservación, evaluando distintas alternativas de articulación entre los objetivos comerciales y los de conservación.

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Misiones es la provincia Forestal por excelencia en Argentina, por eso es importante que las planificaciones silvícolas no solo produzcan materias primas de calidad, necesarias para la manufacturación de bienes de alto valor maderero, sino que también generen servicios para toda la comunidad, manteniendo un equilibrio social y ecológico que busque ser sustentable con el ambiente.

Existen 405.824 hectáreas de bosque implantado, 31% de la superficie total nacional forestada. El género *Pinus* explica el 81,9% de la forestación; le siguen el *Eucalyptus* (10,1%), *Araucaria* (4,5%) y el resto corresponde a otras especies (*Toona*, *Grevillea*, *Kiri*), (Anino et al., 2018).

La *Araucaria angustifolia* no obstante ser una especie nativa de la zona NE de la provincia de Misiones y poseer características deseables, tales como buena forma y un mercado favorable, ha sido desplazada (en cuanto a cantidades de hectáreas plantadas) por diferentes especies del género *Pinus*, debido a diferentes factores: menor ritmo de crecimiento, escasa disponibilidad de semillas, rápida pérdida de viabilidad y elevada exigencia en calidad de sitio (Crechi, 1996).

A pesar de haber sido ampliamente forestada, la silvicultura de la araucaria es poco conocida, siendo implantada con las densidades relativamente rígidas y el manejo tradicional, sin objetivo claro de producción. (Crechi, 1996).

Ante estas dificultades, el Grupo Forestal del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) de la Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo (EEA Montecarlo), inició investigaciones en el área de mejoramiento y silvicultura de esta especie, entre ellas,

estudios de diferentes densidades de plantación, con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad sobre el crecimiento y la producción.

3.1 Ubicación geográfica

La Provincia de Misiones se encuentra ubicada entre los paralelos 25°28' y 28° 10' de latitud Sur y los meridianos 53° 38' y 56° 03' de Longitud Oeste en la Región Nordeste de la República Argentina.

Está rodeada por fronteras internacionales y se vincula con el territorio nacional a través de la provincia de Corrientes por el sur. Al este y norte limita con Brasil, del cual la separan los ríos Iguazú, San Antonio, Uruguay, y al Oeste con Paraguay, donde el límite está trasado siguiendo el curso del río Paraná.

3.2 Descripción y contexto del Bosque Atlántico del Paraná

Aunque la superficie de Misiones representa sólo el 0,8 % del territorio nacional, se considera que la selva misionera alberga la mayor diversidad vegetal del país, más de 2800 especies de plantas vasculares (Zuloaga et al., 1999).

El Bosque Atlántico del Paraná (BAAP), también llamado Selva Paranaense, es una de las 15 ecorregiones que comprende el Bosque Atlántico. Originalmente se extendía desde el oeste de la Serra do Mar, en Brasil, hasta el este de Paraguay y la provincia de Misiones en Argentina, ocupando cerca de 47 millones de hectáreas (García, 2018).

El BAAP es uno de los bosques tropicales/subtropicales lluviosos más amenazados del mundo, en la actualidad conserva solo el 7% de su cobertura original, encontrándose mayormente fragmentada debido a la expansión de la agricultura. Por lo mencionado anteriormente y sumado a la gran biodiversidad que alberga es una de las ecorregiones prioritarias de conservación denominadas WWF "Global 200".

En el país la provincia de Misiones conserva cerca del 50% de la superficie original de estos bosques, en parte porque dicha provincia ha tenido un desarrollo económico tardío si se compara con el resto del país y con los países vecinos. En consecuencia, los bosques no han sido explotados en su totalidad, pero, aun así, hoy en día no se encuentran grandes extensiones de bosques prístinos en la provincia. Incluso las dos áreas protegidas de mayor superficie, el Parque Nacional Iguazú y el Parque Provincial Uruguái, fueron explotados antes de su creación. A esta situación se suma que sólo el 17% del bosque remanente nativo en Misiones se encuentra protegido en áreas de conservación (García, 2018).

3.3 Clima

Como puede observarse en el gráfico A.1 del ANEXO, climograma de temperaturas y precipitaciones de la zona de estudio (Clima Misiones 2019), el clima es subtropical, con precipitaciones abundantes que disminuyen de noreste a suroeste (desde los 1.800 mm a 1.500 mm) y se distribuyen regularmente a lo largo del año. La temperatura anual tiene un promedio de 21°C, el período más seco es el trimestre comprendido entre febrero, marzo y abril. La época de lluvias comienza al inicio de la primavera, en septiembre. En diciembre, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 200 mm y se mantiene alta hasta el período seco.

3.4 Suelos y paisaje

Los latosoles de primera calidad, correspondientes al grupo 9A de la clasificación edafológica de la provincia de Misiones, son prácticamente los únicos suelos que resultan convenientes para la producción de araucaria (Cozzo, 1995).

La selva y los suelos rojizos, por alteración de las rocas en clima cálido y húmedo, son el rasgo característico del paisaje. Los bosques y montes naturales ocupan casi la mitad de su superficie de la provincia y se encuentran muy alterados en sus condiciones originales por la tala selectiva o el uso agrícola. Las copiosas lluvias dan nacimiento a innumerables pequeños ríos que bajan desde la sierra central y se dirigen hacia las cuencas del Paraná o del Uruguay. La mayor parte de su superficie (70%) tiene fuertes pendientes y no son aptas para la agricultura, pero sí para la forestación. Su relieve presenta sierras que forman una dorsal central divisoria de aguas y son el producto de la erosión hídrica, típica de los climas húmedos, en un relieve original amesetado que alcanza su mayor altura al este. En la figura

A.2 del ANEXO se puede apreciar los suelos rojos de Misiones con su topografía irregular, característica del territorio.

4. PLANIFICACIÓN SILVÍCOLA

A continuación, se describirá la Silvicultura más utilizada en la zona, haciendo énfasis en los factores de producción utilizados.

4.1 Factores de Producción

La producción de una población forestal es determinada por los siguientes factores: la calidad del material genético (especie, origen, procedencia y el nivel de mejora), factores climáticos, edáficos y topográficos, cuya interacción representa el concepto de calidad de sitio; la densidad inicial y los tratamientos silviculturales aplicados (limpieza, raleos, podas, fertilización y otros) (Crechi, 1996).

4.1.1 Elección de especie

La elección de la especie correcta para el sitio de plantación se relaciona con la viabilidad del cultivo de la misma y el cumplimiento de los objetivos propuestos. Para ello se tiene en cuenta la interacción del genotipo con el ambiente o sitio (Achinelli, 2015).

Araucaria angustifolia, “Pino Brasil” o “Pino Paraná”, tiene su área de dispersión natural desde los 19° de latitud sur en el estado meridional de Brasil, Mina Gerais, Rio Grande do Sul, hasta los 30° latitud sur en Argentina, nordeste de la provincia de Misiones.

Exige abundantes precipitaciones distribuidas todo el año, inviernos fríos y suelos ricos y profundos, con alta capacidad de retención de agua y buen drenaje.

Para un crecimiento económicamente satisfactorio de esta especie deben descartarse los suelos someros, pedregosos e hidromórficos. Su semilla, con un alto contenido proteico, es fuente de alimento tanto para animales como para el hombre, en la figura A.3 del ANEXO se puede apreciar las características de la semilla y fruto.

La araucaria es una especie pionera, intolerante a la sombra que domina el estrato superior del dosel, de temperamento heliófilo, salvo el 1° año período durante el cual prefiere media sombra.

4.1.1.1 Descripción botánica

Árbol perenne que alcanza los 35 metros de altura y diámetros de 50 a 150 cm. Fuste recto, cilíndrico y libre de ramas en casi toda su extensión en la edad adulta. Hasta los diez o doce años de edad la copa es de forma piramidal, luego comienza a ensancharse y adquiere progresivamente su característica forma aparasolada con ramas verticiladas horizontales. Corteza gruesa de color pardo rojiza con grandes lenticelas horizontales. Hojas espiraladas, simples y alternas, de forma lanceolada, sésiles, y consistencia coriácea. Ápice agudo y mucronado. Flores dioicas, las masculinas dispuestas en amentos y las femeninas formando conos o estróbilos. Los frutos, que llegan a medir entre 14 y 18 cm de diámetro, alcanzan la madurez luego de los dos años (Di Marco, 2012).

4.1.1.2 Características de la madera

Presenta diseño floreado en el corte tangencial y veteado en el corte radial. Madera clara de color amarillo a blanco cremoso, frecuentemente con vetas rosadas debidas a hongos cromógenos. Textura muy fina, grano recto y brillo moderado.

La densidad de la madera anhidra es de 0,50 g/cm³ y en verde de 0,85 g/cm³.

Es una madera aserrable sin dificultad, fácil de trabajar, tanto en los procesos manuales como mecánicos. De fácil debobinado, toma bien los adhesivos, tintes, lustres y barnices. (Di Marco, 2012).

4.1.1.3 Destino y Comercialización

Tiene un gran valor maderero; de fácil trabajabilidad, se utiliza para la construcción, cajonería, muebles, laminados, placas de revestimiento, listones, vigas, lápices, carpintería en general, cerillas, postes y mástiles de barcos. Produce también celulosa de fibra larga y papel de calidad excepcionalmente elevada. Las semillas son una fuente de proteínas para los seres humanos y para la nutrición del ganado doméstico y silvestre. También son útiles

los brotes y protuberancias (nudos en el tronco del árbol) empleados en la medicina popular y las artesanías (Bittencourt et al., 2004; Wendling et al., 2009, citado en Luna, 2017).

4.1.2 Material Genético

Uno de los factores que hacen que la producción de plántulas sea difícil de lograr en esta especie, es que las semillas son recalcitrantes, ya que poseen un alto grado de humedad luego de la maduración y pierden viabilidad cuando se deshidratan a niveles que aún son relativamente altos, entre 12 y 35% (Roberts, 1973, citado en Luna, 2017).

La pérdida de viabilidad en estas semillas ocurre en unos pocos meses (Prange, 1963; Aquila & Ferreira, 1984; Eira et al., 1994, citado en Luna, 2017) y su uso en plantaciones forestales debe realizarse hasta 45 días después de la dispersión (Vernalha et al., 1972, citado en Luna, 2017).

Debido a que las semillas pierden viabilidad por deshidratación, la conservación de semillas por períodos de tiempo prolongado representa un gran desafío (Santos et al., 2013, citado en Luna 2017).

Experimentalmente se conservan semillas de *A. angustifolia* a 0°C empaquetadas con películas plásticas, manteniendo el poder germinativo durante 9 (Chaves et al., 1999, citado en Luna, 2017) y 24 meses (Piriz Carrillo et al., 2001; 2003, citado en Luna, 2017).

En cuanto a rodales semilleros, en 1948 y mediante un decreto del Programa Estratégico Nacional, se creó la “Reserva de Plantación de Araucaria” posteriormente denominada Estación Forestal Manuel Belgrano, ubicada en San Antonio, Misiones.

Dicha reserva, es uno de los centros principales para la obtención de material genético de calidad en cuanto a producciones madereras de esta especie.

Asimismo, la EEA Montecarlo, en su Campo anexo Manuel Belgrano (CAMB), cuenta con ejemplares nativos de *A. angustifolia* y plantaciones realizadas a fin de asegurar la conservación de la especie. Teniendo en cuenta dicha disponibilidad, el INTA pone en marcha un Programa de Mejoramiento Genético (PMG), siendo sus objetivos principales la conservación y la producción. Las actividades de selección fenotípica se iniciaron en el año 2011 (Rotundo et al., 2014).

4.1.3 Calidad de sitio

Hace referencia a la producción potencial o máxima posible de un bien o servicio de un sitio (factores edafo-climáticos, topográficos, fauna, vegetación, etc.), para una genética dada (especie o grupos de especies, clones, etc.) en un tiempo determinado. Expresa la capacidad productiva, determinada por parámetros edáficos y climáticos del sitio (Achinelli, 2015).

La importancia de su análisis radica en la evaluación de factibilidad de proyectos, en la decisión de realizar o no prácticas silviculturales en función de respuestas diferenciales según la calidad de sitio, en la comparación de rendimientos logrados respecto a los potenciales, en el monitoreo de la sustentabilidad del sistema productivo y en la definición de superficies equi-productivas y ordenación de los bosques. Dado que es un factor que no permanece invariable en el tiempo, sino que puede modificarse con un manejo intensivo, resulta fundamental el análisis del impacto de diversas prácticas sobre la capacidad productiva a fin de no disminuir la calidad de sitio (Achinelli, 2015).

La araucaria es una especie exigente en condiciones edáficas. Fernández et al., (2002.), quienes indican una serie de requerimientos óptimos a los fines de garantizar un crecimiento inicial favorable: profundidad efectiva superior a 1 metro, estructuración asociada a un adecuado intercambio gaseoso, alta capacidad de retención de agua y buen drenaje, así como un adecuado tenor de materia orgánica y nutrientes.

4.1.4 Densidad

La densidad del rodal es el segundo factor en importancia, después de la calidad de sitio, en la determinación de la productividad de una población forestal. Además, la densidad es uno de los principales factores que el silvicultor puede manejar durante el desarrollo de la plantación (Daniel, 1982). Las densidades de plantación más comunes para *A. angustifolia* en la zona son 1.111 (baja), 1.666 (media) y 2.500 árboles.ha⁻¹ (alta) (Información técnica NEA Misiones Forestal, 2016).

5. ESQUEMA DE PLANIFICACIÓN SILVÍCOLA

Para la planificación silvicultural se asume como resuelta la etapa de elección de la especie y se suponen conocidas las técnicas de producción de plantines y su plantación. En consecuencia, los regímenes silvícolas describirán los sistemas silviculturales (incluyendo los tratamientos intermedios), como así también los atributos dasométricos que describen la estructura deseada o Rodal objetivo, como resultado del manejo de la densidad. Los criterios de cortabilidad vendrán dictados por las políticas de cosecha que se hayan establecido en los tres escenarios.

5.1 RS para rodales de producción: descripción de tres posibles regímenes silvícolas diferentes

Estas áreas estarán conformadas por rodales que serán repoblados mediante plantación luego de realizada la tala rasa. Para el manejo de estos rodales se seleccionará un RS entre tres posibles opciones de igual duración (35 años), los cuales llamaremos regímenes A, B y C. Mediante la utilización del criterio económico, valor actual neto, y el criterio de biodiversidad, se realizó la selección del RS más adecuado, denominado RS1. Se utilizó el programa PlaForNEA (Keller et al, 2017.) para la simulación de los RS y la obtención de los datos. En todos los RS se cargaron los mismos datos de calidad de sitio 20 y sobrevivencia de 95%, variando la densidad inicial y la aplicación de raleos entre los distintos RS.

5.2.1 Descripción del régimen silvícola A (RSA)

Se plantea un RS de plantación con una densidad inicial de 1.000 árboles.ha⁻¹ y preparación convencional del terreno con desmonte o limpieza de la vegetación leñosa desarrollada bajo el dosel de araucarias de la rotación precedente. Como cortas intermedias se plantean tres raleos para evitar intervenciones fuertes, particularmente durante los primeros 15 años. Se propone un primer raleo a los 7 años, un segundo raleo a los 15 años y un tercero a los 25 años, realizando la corta final a los 35 años de edad. En la tabla 1 se sintetizan las características del RSA, determinadas con el simulador PlaForNEA.

<i>Tratamiento</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Densidad (árboles.ha⁻¹)</i>	<i>Árboles cortados (árboles.ha⁻¹)</i>	<i>Volumen Total (m³.ha⁻¹)</i>	<i>Volumen (árboles>20 cm)</i>
<i>Plantación</i>		1.000			
<i>Primer Raleo</i>	7	650	300	20,56	0
<i>Segundo Raleo</i>	15	325	313	83,1	43,12
<i>Tercer Raleo</i>	25	208	110	253,8	253,8
<i>Corta Final</i>	35	207	207	419,1	419,1
<i>Producción Total</i>				819,66	755,2

5.2.2 Descripción del régimen silvícola B (RSB)

Se plantea un RS de plantación con una densidad inicial de 1.111 árboles.ha⁻¹ y preparación convencional del terreno con desmonte o limpieza de la capuera desarrollada bajo el dosel de araucarias. Como cortas intermedias se plantean dos raleos, siendo el primero una intervención fuerte. Se propone un primer raleo a los 10 años y un segundo raleo a los 20 años, realizando la corta final a los 35 años de edad. La siguiente tabla sintetiza las características del RSB, determinadas con el simulador PlaForNEA.

<i>Tratamiento</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Densidad (árboles.ha⁻¹)</i>	<i>Árboles cortados (árboles.ha⁻¹)</i>	<i>Volumen Total (m³.ha⁻¹)</i>	<i>Volumen (Árboles>20 cm)</i>
<i>Plantación</i>		1.111			
<i>Primer Raleo</i>	10	351	681	106,74	19,13

<i>Segundo Raleo</i>	20	230	113	98,6	96,83
<i>Corta Final</i>	35	227	227	488,77	488,77
<i>Producción</i>				694,11	604,73
<i>Total</i>					

5.2.3 Descripción del régimen silvícola C (RSC)

Se plantea un RS de plantación con una densidad inicial de 1.600 árboles.ha⁻¹ y preparación convencional del terreno con desmonte o limpieza de la capuera desarrollada bajo el dosel de araucarias. Como cortas intermedias se plantean tres raleos, para evitar intervenciones fuertes los primeros 15 años. Se propone un primer raleo a los 10 años, un segundo raleo a los 16 años y un tercer raleo a los 22 años, realizando la corta final a los 35 años de edad. La siguiente tabla sintetiza las características del RSC, determinadas con el simulador PlaForNEA.

<i>Tratamiento</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Densidad (árboles.ha⁻¹)</i>	<i>Árboles cortados (árboles.ha⁻¹)</i>	<i>Volumen Total (m³.ha⁻¹)</i>	<i>Volumen (Árboles>20 Cm)</i>
<i>Plantación</i>		1.600			
<i>Primer Raleo</i>	10	931	458	63,71	0
<i>Segundo Raleo</i>	16	543	268	105,44	7,85
<i>Tercer Raleo</i>	22	359	177	132,14	124,54
<i>Corta Final</i>	35	355	355	530,21	522,77
<i>Producción</i>				831,5	732,59
<i>Total</i>					

En la figura A.4 del ANEXO, se pueden apreciar los rollizos de diámetros mayores de 45 cm, correspondientes a la cosecha de la tala rasa.

Más adelante se realizará la comparación entre los RS A, B y C, seleccionado el más conveniente, el cual pasará a llamarse RS1 y será utilizado en el Plan de Manejo de los tres escenarios.

5.3 Régimen Silvícola 2 (RS2), para la creación de bosquetes de retención

La silvicultura propuesta para los rodales con objetivos de conservación, particularmente la valoración de la diversidad de especies forestales nativas como servicio ecosistémico de las plantaciones, consiste en un menor número de raleos de mayor intensidad, además de un turno extendido para favorecer la instalación de la regeneración de árboles nativos. Además, a la edad de 50 años se implementarán retenciones agregadas de 2500 m² con una distribución de 1 agregado por hectárea (25 árboles.agregado⁻¹). El resto de la superficie del rodal se replantará según las pautas del régimen silvícola 1 con retenciones RS1R, ajustando proporcionalmente las estimaciones dasométricas por unidad de área. La siguiente tabla sintetiza las características del RS2, determinadas con el simulador PlaForNEA.

<i>Tratamiento</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Densidad (árboles.ha⁻¹)</i>	<i>Árboles cortados (árboles.ha⁻¹)</i>	<i>Volumen Total (m³.ha⁻¹)</i>	<i>Volumen (Árboles>20 Cm)</i>
<i>Plantación</i>		1.000			
<i>Primer Raleo</i>	7	650	300	20,56	0
<i>Segundo Raleo</i>	20	110	521	317,44	284,45
<i>Corta Final</i>	50	109	84	422,43	422,43
<i>Retención</i>	>50	25		123,27	123,27
<i>Producción</i>				760,43	706,43
<i>Total</i>					

En la figura A.5 del ANEXO, se pueden observar los bosquetes de retención cercanos a lotes de plantaciones de 1 año de edad.

5.4 RS sin intervenciones para rodales de conservación

Para estos casos la decisión silvícola fue no intervenir los rodales, dejando el desarrollo librado a la dinámica natural de crecimiento y mortalidad de las araucarias, como así también a la instalación de la regeneración de especies nativas.

5.5 RS para la segunda rotación de lotes con bosquetes de retención preexistentes

Se utilizará el RS1, pero con la siguiente diferencia: su superficie junto con su rendimiento se verán reducidos en un 25% por el hecho de que al ser la segunda rotación encontramos en dicha superficie a los bosquetes de retención.

6. CLASIFICACIÓN DE LOS RODALES POR SU BIODIVERSIDAD

Los rodales de araucaria plantados fueron clasificados según sus condiciones para favorecer la presencia e instalación de la regeneración de especies forestales nativas. Las variables que se tuvieron en cuenta para estimar esta incidencia fueron la edad del rodal (E en años), su densidad (concretamente el área basal de araucaria, AB en $m^2 \cdot ha^{-1}$, pudiéndose emplear una medida promedio, preferentemente ponderada, de todos los rodales de la clase de edad) y la distancia a remanentes o fragmentos de bosque nativo (D en m, pudiéndose emplear una medida promedio, preferentemente ponderada, de todos los rodales de la clase de edad). Según estos atributos se clasificarán en cuatro clases identificadas con números romanos, en la que I corresponderá a la máxima contribución a la diversidad y IV la mínima contribución, conforme a la siguiente tabla:

Tabla 5. Variables para la clasificación de rodales en categorías de grado de valor correspondientes a la biodiversidad.						
	E<20		20≤E≤45		E>45	
	D<200	D≥200	D<200	D≥200	D<200	D≥200
AB<15	II	III	I	II	I	I
15≤AB≤25	III	IV	II	III	I	II
AB>25	IV	IV	III	IV	II	III

6.1 Valores de biodiversidad por clasificación de categoría

A cada categoría se le asignó un valor numérico (puntuación) el cual brindó la posibilidad de realizar comparaciones de forma más comprensible. Este valor fue utilizado para la individualización del valor de biodiversidad por período y en todo el transcurso de planificación, utilizando los valores de la siguiente tabla.

Tabla 6. Valores asignados por categoría	
Categorías	Valores
I	1,00
II	0,75
III	0,50
IV	0,25

Cada hectárea posee una clasificación de categoría y por ende un valor asociado a su categoría, la suma de todos los valores de las hectáreas representará la biodiversidad calculada en cada período. Así también, de la suma de todos los valores comprendidos en

100 años, se obtiene un único valor de biodiversidad que permitirá la comparación entre escenarios.

7. ESCENARIOS DE MANEJO ANALIZADOS

Se describen cada uno de los Escenarios analizados.

7.1 Escenario Productivo (E1)

Manejar todos los rodales con un objetivo productivo. Las reglas de corta y acciones para llevar adelante el E1 fueron las siguientes:

- a. Cosecha de un volumen de madera constante por período (en este volumen sólo se contabilizan los aportes de las cortas finales; es decir, no se computan los volúmenes de los eventuales raleos que se prescriban y realicen).
- b. Todos los rodales existentes al inicio del plan se dejan crecer sin intervenciones intermedias hasta que son cosechados.
- c. Como regla de corta se cosechan en primer orden los rodales más viejos.
- d. Los rodales deben tener al menos 10 años para ser cosechados.
- e. Se replanta inmediatamente toda la superficie cosechada.
- f. Todos los rodales creados durante el plan se manejan con el RS1.

7.2 Escenario Conservacionista (E2)

Se propone manejar todos los rodales con un objetivo de conservación. Las reglas de corta y acciones para llevar adelante el E2 son las siguientes:

- a. Se cosecha un volumen de madera constante por período (en este volumen sólo se contabilizan los aportes de las cortas finales; es decir, no se computan los volúmenes de los eventuales raleos que se prescriban y realicen).
- b. Todos los rodales existentes al inicio del plan se dejan crecer sin intervenciones intermedias hasta que son cosechados.
- c. Se cosechan los rodales más viejos primero.
- d. Los rodales deben tener al menos 10 años para ser cosechados.
- e. Se replanta inmediatamente toda la superficie cosechada.
- f. Todos los rodales creados durante el plan se manejan con el régimen silvícola 2 (RS2).

7.3 Escenario Semi-Conservacionista (E3)

Se propone manejar todos los rodales con objetivos tanto productivos como de conservación. Las reglas de corta y acciones para llevar adelante el E3 son las siguientes:

- a. Se cosecha un volumen de madera constante por período (en este volumen sólo se contabilizan los aportes de las cortas finales; es decir, no se computan los volúmenes de los eventuales raleos que se prescriban y realicen).
- b. Todos los rodales existentes al inicio del plan se dejan crecer sin intervenciones intermedias hasta que son cosechados.
- c. Se cosechan los rodales más viejos primero.
- d. Los rodales deben tener al menos 10 años para ser cosechados.
- e. Se replanta inmediatamente toda la superficie cosechada.
- f. El 20% del área plantada y constituida por rodales existentes al inicio del plan se destinarán a la conservación y se manejarán con el régimen silvícola 3 (RS3).
- g. Para la selección de los rodales destinados a la conservación deberá tenerse en cuenta el valor de biodiversidad.
- h. El 80% del área plantada restante se destinarán a la producción y se crearán rodales durante el plan, los cuales se manejarán con el RS1.

CAPITULO II SELECCIÓN DEL RÉGIMEN SILVÍCOLA Y PLAN DE MANEJO FORESTAL

1. COMPARACIÓN Y SELECCIÓN ENTRE LOS TRES REGÍMENES SILVÍCOLAS (A, B Y C)

1.1 Definición y metodología de cálculo para el indicador financiero empleado (Valor Actual Neto)

Después de formular un proyecto es necesario evaluarlo para saber si financieramente es viable o no. Para evaluarlo existen varios índices tales como el valor actual neto (VAN), que es un índice universal, y es el que mejor sirve como indicador.

La tasa interna de retorno (TIR) también es un indicador universalmente utilizado, pero el criterio de la TIR no debería ser utilizado cuando se quiera comparar entre distintos proyectos mutuamente excluyentes, en este caso la regla de elegir el proyecto de mayor TIR no debería ser utilizada para seleccionar entre proyectos. En su lugar debería utilizarse el criterio de seleccionar aquel proyecto de mayor VAN (Lledó, 2007).

VAN: Este índice consiste en actualizar todos los ingresos menos los egresos a una tasa determinada, por lo tanto, el VAN puede tomar tres valores diferentes, si es positivo indica que la inversión es rentable, mientras que cero es el valor de indiferencia y un valor negativo sugiere inversiones que no son rentables (Anónimo, 2015).

La matemática financiera muestra su utilidad en el estudio de las inversiones, puesto que su análisis se base en la consideración de que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo y es por ello que se utiliza una tasa de descuento. Hay tres elementos que justifican la existencia y la conformación de la tasa de descuento: el interés natural, la liquidez y el riesgo (Coronel De Renolfi, 2005). Por las características del proyecto forestal se estableció una tasa de descuento de 10%.

1.2 Evaluación Económica de los Regímenes Silvícolas A, B y C

Para la comparación se realizó un análisis económico con el indicador valor actual neto (VAN), siendo el RS más conveniente el que presentó mayor VAN.

Se utilizó un precio de referencia del dólar estadounidense a 100 pesos argentinos.

Se computaron los raleos producidos en los rodales, considerando el 1° raleo como de pérdida o muerto, por no proveer volumen mayor a 20 cm de diámetro. Los costos del 1° raleo y de las podas no son incluidos en el análisis porque se establece que los costos serán cubiertos por la ley de promoción Forestal 25.080 (sitio web, ley de inversiones para bosques cultivados), en cambio, el 2° y 3° raleo son fuente de ingresos y costos.

Se utilizó la densidad de la madera de araucaria de 0,85 Mg/m³ para transformar los volúmenes (m³) cosechados en unidades de masa (Mg).

Los datos del precio de la madera de araucaria, junto con los costos de las tareas de preparación de sitio y plantación, tala rasa, raleos y fletes; fueron extraídos del boletín de Costos Forestales de Misiones, emitido en abril del 2020, tomados del Aula virtual de la cátedra de Economía y Legislación Forestal (FcAyF, UNLP, 2019, disponible en la web); se usaron valores promedios en algunos casos, actualizando su valor a precio dólar.

1.3 Ingresos y egresos

Los ingresos están dados mayormente por la venta de madera obtenida por la tala rasa, del 2° y del 3° raleo. Se supone que el ingreso por créditos no reintegrables, se producen los tiempos establecidos por la ley 25.080 otorgados por plantación lograda, siendo de un 80% del costo total de plantación.

- El precio de la venta de madera de araucaria por tonelada es de \$ 3.452,9-

Los egresos o costos están dados por las intervenciones silviculturales, el aprovechamiento forestal y el flete de la madera.

- Costos de tala rasa: \$ 765 por tonelada cosechada.
- Costos de 2° raleo: \$ 891,4 por tonelada cosechada.

- Costos de 3° raleo: \$ 838,6 por tonelada cosechada.
- Costo para diferenciar la densidad de plantación, se tomó un costo de plantín de araucaria rustificado de \$80.-.
- Costos de reforestación y preparación de sitio (montos por ha):
 - o Año 1 \$ 61.720 Preparación de terreno, plantación y reposición de fallas. 1° Mantenimiento
 - o Año 2 \$ 19.289. 2° Mantenimiento
 - o Año 3 \$ 14.754. 3° Mantenimiento
- Costo total de preparación de sitio: \$ 95.762 argentinos por hectárea en el período de 3 años.
- Costos de flete: \$496,4 pesos argentinos por tonelada transportada, sea de raleo o de tala rasa.
- Los costos relacionados al mantenimiento de la UMF, como la realización de caminos corta fuego, el mantenimiento de caminos, el manejo de plagas y enfermedades, junto con los costos de la tierra, no son tenidos en cuenta en este análisis por la razón de que los costos son de igual magnitud en cada escenario, por lo que no representaría diferencias significativas la inclusión de los mismos.

Una vez realizados los cálculos pertinentes se obtuvo la tabla A.2 del ANEXO, en donde se presentan los resultados del VAN de cada RS y la suma total de los mismos.

En la tabla A.2, se observó cual es el RS más conveniente, siendo el RSA el de mayor valor económico (de hasta más del doble de valor que el RSC). Por último, el RSB, resulta ser antieconómico por poseer valores negativos y, por lo tanto, no es recomendable.

Con relación a los raleos, fundamentalmente el 1° raleo, muchas veces el aporte de madera es escaso en calidad y cantidad, pudiendo ser la mayoría de las veces antieconómico el aprovechamiento del mismo si no fuera por la existencia de la ley 25.080 (o su reemplazo por la ley N° 27.487, disponible en la web InfoLEG). Es necesario por razones silviculturales, que promueven el crecimiento óptimo de los rodales, realizar estos raleos y así manejar correctamente la densidad (Crechi, et al., 2009). Una práctica habitual con pros y contra es la realización de los raleos muertos, (el 1° raleo) donde no se realiza la extracción de la madera. A pesar de esto, se hace habitualmente porque los costos de extracción en el aprovechamiento son mayores a los ingresos, de esta forma se mantienen las propiedades óptimas de crecimiento, regulando la densidad, la cual corresponde a una silvicultura apropiada. Al dejar los raleos en el sitio, sin aprovecharlos, se acumula materia orgánica en el suelo, la cual promueve una mayor fertilidad por la acumulación de nutrientes. Sin embargo, una consecuencia negativa de dejar los raleos en el sitio, es que los mismos troncos muertos en el suelo pueden ser fuente de un inicio de foco de patógenos que afecten al rodal en pie. También representan una acumulación de biomasa que si no es correctamente manejada puede llegar a ser peligrosa, por ser fuente combustible para posibles incendios en épocas estivales. En la figura A.6 del ANEXO se puede apreciar las labores culturales de una plantación juvenil.

1.5 Comparación de los Regímenes Silvícolas A, B y C con relación a la biodiversidad

Seguidamente, se realizó una evaluación de biodiversidad de los regímenes en períodos de 5 años, para saber cuál de los tres aporta mayor cantidad de biodiversidad. Para ello, solo se consideró el área basal que se desarrolla en cada RS, ya que la edad es igual en todos los regímenes y las distancias no son tenidas en cuenta en este análisis.

En el ANEXO se presenta la tabla A.3 con los valores de AB ($m^2 \cdot ha^{-1}$) de cada RS y se le asocia un valor que será 3, 2 o 1 (adimensional) y la suma total. Los valores mencionados, representan los valores de AB de <15 , $\geq 15 \leq 25$ y >25 respectivamente, valores extraídos de la tabla de biodiversidad (tabla 5).

De la tabla A.3 del ANEXO, se deduce que el RSB es el que mayor potencial posee para aportar valores a la biodiversidad, sin embargo, el RSB económicamente no es rentable; en cambio el RSA, se encuentra apenas por debajo del valor potencial de biodiversidad del RSB y, además el RSA es el que presenta mayor rédito económico.

1.6 Selección del RS más conveniente con relación a la evaluación Económica y Ambiental.

Por medio de las comparaciones económicas y de valor de biodiversidad expuestas anteriormente, se llegó a la conclusión que el mejor RS, el cual cumplió en mayor medida con los objetivos tanto económicos como ambientales, es el RSA, el cual fue seleccionado como el RS1.

1.7 Atributos del RS1 con retenciones (RS1R), utilizado en el E2 en la 2da rotación, con la reducción del 25% de la superficie por la presencia de retenciones preexistentes

A continuación, se muestra una tabla con las características RS1R.

<i>Tratamiento</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Densidad (árboles. ha⁻¹)</i>	<i>Árboles cortados (árboles.ha⁻¹)</i>	<i>Volumen Total (m³.ha⁻¹)</i>	<i>Volumen (Árboles>20 cm)</i>
<i>Plantación</i>		750			
<i>Primer Raleo</i>	7	525	225	15,42	0
<i>Segundo Raleo</i>	15	290	235	83,1	43,12
<i>Tercer Raleo</i>	25	207	82	190,35	190,35
<i>Corta Final</i>	35	206	206	314,3	314,3
<i>Producción Total</i>				603,2	566,4

2. EL BOSQUE INICIAL

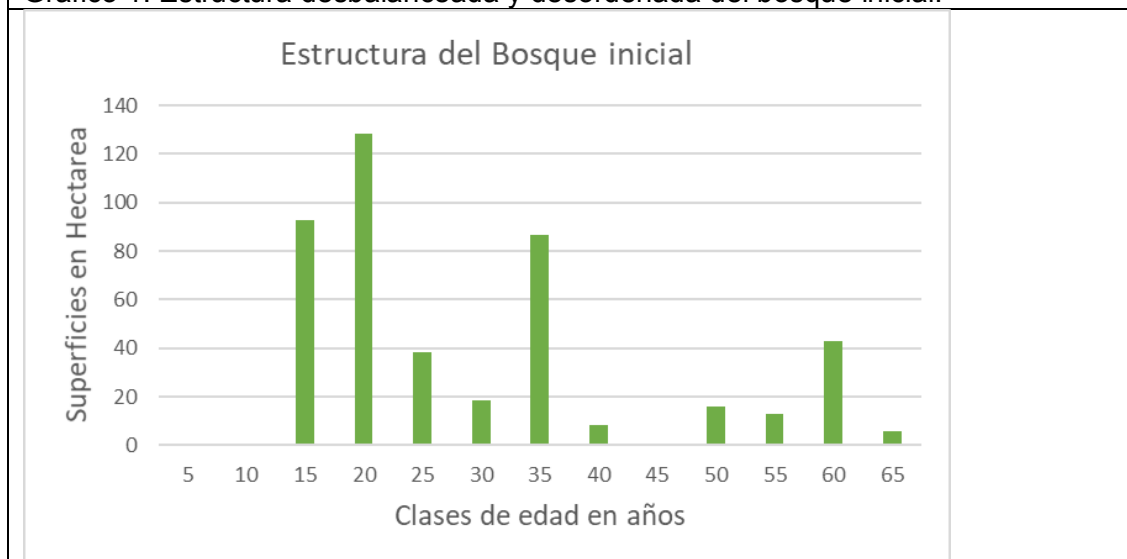
Se parte de un bosque preexistente desordenado de una superficie de 450 hectáreas en donde hay un total de 34 rodales, los cuales son muy variables entre sí, por poseer diferentes características respecto a su volumen (m³.ha⁻¹), edad (años), superficie (ha), densidad (individuos.ha⁻¹), área basal (m².ha⁻¹) y distancia al bosque nativo (m), entre otros aspectos.

2.1 Estructura del bosque inicial

Se presentan en el ANEXO (tabla A.1) los datos de los rodales que caracterizaron a la situación inicial, los que fueron utilizados para todos los cálculos de rendimiento por clase de edad y categoría de biodiversidad en todos los escenarios.

Los datos del bosque inicial, fueron ordenados y simplificados para trabajarlos con mayor facilidad. Primeramente, se categorizó el bosque en clases de edad con un rango de 5 años entre clases y se obtuvo el siguiente gráfico de superficies por clases de edad, el cual es representativo del bosque en la situación inicial o año cero.

Gráfico 1. Estructura desbalanceada y desordenada del bosque inicial.



2.2 Cálculo de los rendimientos de los rodales del bosque preexistente

Para el cálculo del rendimiento ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$), se realizó un promedio ponderado para cada clase de edad (rango de 5 años). Al ponderar cada rendimiento por la superficie que presenta cada rodal se obtuvo un solo rendimiento por clase de edad, para así simplificar los cálculos. Una vez calculado el promedio ponderado para la situación inicial, se aceptó que los rendimientos irán en crecimiento periódico anual del 3%; siguiendo la asíntota de crecimiento, tomamos como valor máximo de rendimiento a $625 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, en donde se establece que el rendimiento de la clase de edad no presentará variación.

A partir de lo antedicho se obtuvo una tabla de rendimientos ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) para las clases de edad del bosque preexistente y su evolución en un período de 50 años, tal como se puede ver en la tabla A.4 del ANEXO.

3. PLAN DE MANEJO FORESTAL PARA EL E1 (“EL PRODUCTIVO”)

Este escenario posee características netamente productivas, el cual se enfoca en cumplir con la mayor entrega de volumen de madera rolliza en forma constante, de mayor valoración económica correspondiente a diámetros mayores, con turnos de 35 años y sin reparar en medidas de conservación de la biodiversidad.

3.1 Rendimientos de los rodales reforestados del RS1

Para los rodales nuevos replantados se utilizó el programa PlaForNEA, el cual nos indicó con mayor precisión el rendimiento. Para ello, se cargaron los datos explicitados para el RS1 (densidad, sobrevivencia, raleos, calidad de sitio y tala rasa) y así se obtuvo el rendimiento al año 35. Cargando los mismos datos, pero modificando el turno de tala rasa, se obtuvieron los rendimientos cuando la tala rasa se realiza al año 30 y al año 40. Estas tres variantes del RS1, son los necesarios para la conversión del bosque y los que se utilizaron en el proceso de planificación que abarca del año 40 al año 100. Los rendimientos predichos son $354,0 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ para los 30 años y $472,1 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ para los 40 años.

3.2 Cálculo de posibilidad de cosecha para el E1

La definición de posibilidad de cosecha en el manejo forestal se define como la máxima cantidad de cosecha establecida que responde al proceso sustentable del ordenamiento del bosque.

Para calcular la posibilidad de cosecha, se utilizó el incremento medio anual (IMA) correspondiente al RS1, el mismo se calculó mediante el rendimiento al año de la tala rasa dividido por la edad del rodal en el turno de 35 años fijado.

Una vez obtenido el IMA, para el cálculo de la posibilidad de cosecha, se multiplico el IMA por el período definido de 5 años y por la superficie total productiva de 450 ha, mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 1. Posibilidad de cosecha del E1.
--

Superficie * IMA * Período de cosecha = 450 ha * 11,974 m ³ .ha ⁻¹ . año * 5 años

Posibilidad = 26942 m³ cada 5 años.

3.3 Ordenación del bosque y estrategias de conversión del E1

Se buscó cosechar completamente al “bosque inicial o bosque preexistente” para el año 35, año en el cual los rodales nuevos reforestados entraran al turno de cosecha; sin embargo, esto no será del todo posible, ya que a medida que vamos reforestando el bosque, el mismo se encontraría deficitario al año 35. Para que la nueva estructura del bosque pueda mantener la cosecha establecida de 26.942 m³, se debe cosechar por período, 64 hectáreas de la clase de edad de 35 años y esto no es posible si el bosque preexistente se agota al año 35. Para solucionar esta complicación, se estableció que el bosque preexistente se cosechará completamente al año 40 y no al año 35, de esta forma se recibirá el bosque reforestado productivo al año 40 con 8 clases de edad y luego se cambiará la cosecha, pasando a utilizar la cosecha preestablecida óptima de 26.942 m³ para la ordenación del bosque reforestado.

3.3.1 Metodología para la ordenación del Bosque

Se utilizó una regulación por volumen, priorizando la corta de rodales más viejos primero, utilizando los rendimientos del bosque preexistente (tabla A.4), reforestando inmediatamente la misma superficie que se cosechó. En los primeros años se establece un nivel de cosecha sostenida de 28.000 m³ cada 5 años, la cual se mantiene constante por los primeros 40 años, transcurso en cual se agota el bosque preexistente. Luego, se continúa con la cosecha del bosque reforestado, planteando la posibilidad calculada anteriormente de 26.942 m³ por período.

Para plantear la regulación por volumen de todo el período comprendido, se utilizaron planillas de cálculo Excel automatizadas que asistieron a la realización de los cálculos pertinentes para la simulación de la conversión del bosque cumpliendo con los supuestos mencionados.

En los gráficos A.2 y A.3 del ANEXO, se presentan las superficies cosechadas y los volúmenes cosechados por clase de edad, comprendiendo todo el período de planificación. Al año 40 se observa la transición del bosque hacia los rodales reforestados y como, a medida que se avanzó en la planificación, se fue homogenizando la cosecha en clases de edad de 35 años.

En el gráfico A.3 se observa cómo se mantuvo el rendimiento sostenido en los dos períodos comprendidos entre los años 0-40 y 45-100, considerando los volúmenes de tala rasa, sin considerar los raleos.

Cuando se comienza a cosechar el bosque reforestado entre los años 40 al 100, con la cosecha calculada como de equilibrio, se cumple la cosecha constante y el bosque comienza a ordenarse, pero para eso se necesita cosechar clases de edad de 30, 35 y 40 años. En este caso el sistema silvícola elegido no siempre se respeta, ya que, en las clases de edad de 30, se cortan rodales de menos de 35 años, como consecuencia, estos rodales no han llegado al turno silvícola preestablecido de mayor ganancia a nivel de rodal, lo mismo para las clases de 40 años. Sin embargo, como la planificación se trata de una escala mayor, referida a todo el bosque o a toda la Unidad de Manejo, muchos rodales no cumplen con RS definido, para que luego, en el largo plazo, cuando el bosque se ordene, se cumpla perfectamente el sistema silvícola. Se puede decir que la silvicultura queda condicionada a las decisiones a un nivel superior de planificación, ya que se encuentran por debajo del nivel de las decisiones a escala de toda la UMF, así es que las decisiones tomadas en la escala mayor son las responsables de las modificaciones silvícolas, ya que dichas decisiones de

mayor prioridad persiguen el cumplimiento de los principales objetivos de la UMF, los cuales son la entrega de madera constante y la ordenación del bosque.

3.4 Evolución en el tiempo en las superficies de las diferentes clases de edad de la UMF del E1

En el ANEXO se presentan los gráficos de las distribuciones de clases de edad con sus respectivas superficies en diferentes años del período de planificación, en el año 35, 70 y 100.

Se parte de la estructura inicial desbalanceada del bosque preexistente (Gráfico A.2). Se continúa con el gráfico A.4 del ANEXO al año 35 del plan, dicho año corresponde a la transición entre el rodal preexistente con su última clase de edad con 51,5 hectáreas que serán cosechadas completamente y el comienzo de las cosechas del rodal reforestado, en el que se cosecharán apenas 9 hectáreas de la clase de edad 35 años. Así se logra la transición, pasando a un bosque nuevo reforestado al año 40 con 8 clases de edad de hasta clases de 40 años.

-Gráfico A.5 del ANEXO presenta la estructura del bosque más avanzada en su evolución, al año 70, donde se visualiza cómo la estructura se encuentra cada vez más balanceada.

-Gráfico A.6, se aprecia la estructura del bosque en el fin de la planificación. En este punto se puede observar una estructura mucho más balanceada, casi ordenada, del bosque reforestado.

-Gráfico A.6 del ANEXO, las superficies por clase de edad se encuentran balanceadas casi perfectamente y donde la clase de 40 años casi desaparece. En períodos más avanzados, si se sigue sosteniendo el mismo nivel de cosecha de equilibrio, se llega a obtener un bosque completamente ordenado, con una superficie igual de 64,3 hectáreas por clase de edad, y llegando a desaparecer la clase de edad de 40 años, dejando un total de 7 clases de edad.

Los gráficos anteriores nos ilustran claramente cómo, a partir de un bosque desordenado, se llega a través del tiempo y la buena gestión de los recursos, a la cumplimentación de una entrega constante de madera, a la vez que se comienzan a homogenizar las superficies cubiertas por bosques, llegando así a una mejora en la ordenación forestal y la obtención de una estructura forestal más balanceada, la cual presenta ventajas en la administración de los bosques.

3.5 Plan especial de cortas para los primeros cinco años para el E1

En el siguiente plan se especifican los factores asociados al aprovechamiento de la madera en los primeros 5 años. Es así, que se detalló la información referida a los rodales que serán cosechados cada año: edad, superficie y los metros cúbicos de madera a cosechar en cada rodal y en cada período anual. Se detalló, además de la superficie cosechada de cada rodal, su equivalente en porcentaje, siendo en muchos casos cosechado un mismo rodal en varios períodos anuales. Esto es posible, ya que el mismo rodal posee suficiente madera para cubrir la demanda de por varios períodos. De ese modo, se detalla el porcentaje cosechado del rodal cada año, hasta completar en un 100% de su superficie cosechada, momento en el cual el rodal ya ha sido cosechado en su totalidad y así sucesivamente se continúa con el siguiente rodal. La información obtenida se detalla en la siguiente tabla.

Años	Supf a cortar (ha)	Rodal	M3 cosechados	M3 total	Edad	% del rodal cosechado	Suma de los %
1	5,80	13-III	3.489,00	5.600,00	61,00	100,00	100,00
	3,46	12-B	2.111,00		60,00	12,01	12,01
2	9,17	12-B	5.600,00	5.600,00	61,00	31,84	43,85
3	9,17	12-B	5.600,00	5.600,00	62,00	31,84	75,69
4	6,98	12-B	4.262,76	5.600,00	63,00	24,24	99,93
	2,16	12-A	1.337,24		60,00	15,12	15,12
5	9,04	12-A	5.600,00	5.600,00	61,00	63,32	78,44

En la tabla 8, se observa en colores diferenciados cada rodal distinto. En el primer período se establece una cosecha de 28.000 m³ en 5 años. Si se la divide por 5 años, se obtiene la cantidad en volumen de madera a cosechar anualmente, siendo esta de 5600 m³ por año.

En el momento de planificar el aprovechamiento forestal, se deben establecer las tareas previas al mismo, las cuales abarcan el inventario forestal un año anterior al aprovechamiento, se deben establecer de las vías de saca de forma tal que se minimice el impacto y reduzca la compactación dada por las maquinarias, minimización de las planchadas de acopio de madera, la delimitación de la superficie a cosechar con marcación GPS y la señalización de la misma en el campo con cintas, marcas y aerosoles fácilmente visibles.

En la figura A.7 del ANEXO, se puede observar la señalización de rodales que no deberán ser cortados

3.6 Evaluación Económica del Plan de manejo del E1

Se tomaron los mismos supuestos que para la evaluación económica de los regímenes silvícolas A, B y C.

Como base para el cálculo del flujo de fondos, primero se elaboró una tabla con los resultados de los volúmenes cosechados de los raleos y tala rasa por período, en el transcurso de 100 años, en la que también se presenta la conversión de volumen (m³) a su equivalente en masa (Mg). En la tabla A.5 resultante y que se presenta en el ANEXO se puede notar que los ingresos por los raleos recién comienzan en el año 15, ya que es el año en donde los primeros rodales nuevos que fueron reforestados comienzan a producir en forma de su 2° raleo.

Se elaboró una tabla con la información de los ingresos percibidos por los créditos fiscales de la ley de promoción forestal y por la venta de madera cosechada de raleos y tala rasa; los costos generados de tala rasa, raleo y plantación con preparación de sitio, el ingreso neto (Ingresos – Costos), el valor actual neto (VAN) y la suma total del VAN en el período establecido, expresado en pesos. En la tabla A.6 resultante y que se presenta en el ANEXO, se puede notar cómo al año 25 el ingreso neto aumenta a causa del comienzo del aprovechamiento del primer 3° raleo que se contabiliza en el horizonte de planificación. También notamos que a lo largo del tiempo los ingresos netos van en aumento. Además, al año 50, observamos un ingreso extraordinario, el mismo está dado por una gran cantidad de madera aprovechada por un 3° raleo, consecuencia de una alta superficie de la clase de edad de 25 años presente en dicho momento. El valor actual neto para este escenario, considerando los 100 años de duración del horizonte de planificación, fue de 140,8 millones de pesos.

3.7 Evaluación ambiental de la Planificación a nivel de UMF. Categorías de biodiversidad y su evolución del E1

Respecto a la evaluación de la biodiversidad, la misma se la consideró como indicadora de bienes y servicios ecosistémicos que brinda el bosque o unidad de manejo. Es considerable tener en cuenta que este tipo de plantaciones, al ser de especies nativas, generan dichos bienes y servicios en mayor grado que una especie cultivada exótica (Barth et al., 2008). Estos servicios podrían ser aprovechados por los actores intervinientes en el territorio, como los productos no madereros (alimento, medicina, miel, valor cultural y espiritual, valor ornamental, turismo, etc.) siendo más funcionales para la fauna y flora local, favorecidos por las propiedades funcionales y estructurales de estos sistemas. También son de mayor aceptación por la sociedad y con un mayor potencial de desarrollo local.

La categorización de biodiversidad se realizó en los rodales preexistentes (en el bosque inicial) y en los rodales reforestados, en todo el período de planificación y se consideró que el AB aumenta un 2,5% anual, con un máximo valor de 60 m².ha⁻¹. Para la determinación de las categorías de biodiversidad se utilizó la tabla 5, donde se establecen los indicadores, siendo “I” la categoría de mayor valor y “IV” la de menor valor.

Se consideraron las distancias iniciales al bosque nativo como un promedio ponderado por clases de edad, ponderando las distancias con la superficie. Para las distancias de los rodales reforestados, muchas veces se cosecharon más de un rodal y los mismos presentaban distancias diferentes entre sí, es por eso que se utilizaron las medias ponderadas de las distancias de los rodales cosechados por la superficie cosechada total. De este modo, se resolvieron las nuevas distancias de los rodales reforestados.

La evaluación de las categorías de biodiversidad se resume en el gráfico A.7 presente en el ANEXO, en donde se observa una predominancia de la categoría IV junto con la III, lo que podría ser un indicio de un escaso nivel de biodiversidad.

3.8 Individualización del valor de Biodiversidad para el E1

Se utilizó la tabla de valores para las categorías de biodiversidad (tabla 5) y se les asignaron los valores a las 450 hectáreas en cada período durante los 100 años de planificación. Sumando todos los valores para obtener un solo valor total de biodiversidad que más representa al E1, como se representa en la siguiente tabla.

Categorías	I	II	III	IV	
Valor por categoría	1	0,75	0,5	0,25	
Superficies categorizadas año 0	0	0	431	19	Suma total del año 0
Calculo de superfiice * valor de categoría	0*1	0*0,75	431*0,5	19*0,25	220

Se utilizó la misma metodología para la obtención de todos los valores de biodiversidad para cada período. Los mismos se presentan en la tabla A.7 del ANEXO. La suma total para los 100 años de duración del plan resultó en un valor adimensional de 4083, a la que podríamos llamar puntuación.

3.9 Evaluación de impacto ambiental (EIA)

El Estudio de Impacto Ambiental (EsiA) como parte del proceso de Evaluación de Impactos Ambientales (EIA), es una herramienta insoslayable para asegurar el cuidado del ambiente natural y social ante la realización de una obra industrial, urbanística u otra, partiendo del supuesto de que todo emprendimiento termina alterando en alguna medida el ambiente. El estudio comprende la identificación y caracterización de esas posibles alteraciones en el ambiente y proponer modificaciones, alternativas o mitigaciones en pos de que el impacto negativo del proyecto sobre el ambiente sea el menor posible. Por otra parte, un beneficio que brinda la herramienta es anticipar a los proponentes del proyecto, desde la etapa de la planificación o programación, los impactos que la actividad provocaría. Asimismo, su utilización contribuye con la toma de decisiones y es un mecanismo apto para la participación y la información pública (Reinoso, 2013).

Para el caso analizado los parámetros ambientales elegidos para realizar el análisis en la evaluación de impacto ambiental fueron los siguientes: contenido de nutrientes en el suelo, contenido de materia orgánica y diversidad de la vegetación. Por su parte, las actividades evaluadas fueron la implantación de la forestación, considerando la preparación del terreno, la cosecha y postcosecha, evaluando la corta y el tratamiento de los residuos, y por último el efecto de la conversión del bosque desde su condición original hacia un estado ordenado.

3.10 Condiciones Silvícolas para la EIA del E1

- Tratamiento de residuos: se asume que los residuos de vegetación leñosa generados en la postcosecha se queman: estos residuos se disponen en forma de escollera con topadora y son quemados. Es una forma rápida y económica para tratar los residuos,

aunque al hacerlo se pierden la gran mayoría de los nutrientes en el proceso de combustión, lo cual no resulta sustentable en el largo plazo.

- Preparación de sitio: previamente a la plantación se laborea el suelo completamente, en forma mecanizada, con un mínimo de dos pasadas de rastra de discos. Para la preparación del terreno en el caso de replantaciones se prevé la plantación entre líneas. Se realiza un subsolado a 30 cm de profundidad en todo el terreno (Martarena et al., 2004), sin necesidad de controlar la compactación subsuperficial. El control de hormigas se realiza mediante la ubicación de los hormigueros previamente a la preparación del terreno y la colocación de cebos tóxicos 20 y 10 días previos a la plantación (Coll, 2003).
- Establecimiento y mantenimiento de calles cortafuegos, que tienen 15 m de ancho, las cuales se realizan con mecanizado y se mantienen con desmalezadora, las mismas se utilizan como caminos de circulación.
- Marcación de líneas para la plantación. La plantación se realizará manualmente, con plantines rustificados, se utilizará carreteles de alambres a modo de guía para realizar una línea de plantación uniforme. La reposición de fallas se realiza de manera manual 20 días posteriores a la plantación (Achinelli, 2015).
- Control de malezas: Mecanizado en bandas con rastra de discos y posterior aplicación de herbicida pre-emergente.
- La cosecha y raleos se realizarán manualmente por motosierristas, ya que se vuelve inviable la mecanización de la labor por problemas de irregularidades del terreno, abundancia de sotobosque que obstaculizan el tránsito y porque en la corta final los diámetros a cosechar superan los 45 cm de DAP, lo cual imposibilita el uso de cosechadoras mecanizadas del tipo Harvester o Feller-Buncher. En la figura A.8 del ANEXO, se observan las vías de saca correspondientes a los raleos.
- El traslado de los rollizos se realiza por medio de un skidder de arrastre de linga de tambor y malacate, el mismo no posee ninguna restricción en cuanto a su potencia. Los rollizos se trasladan a una cancha de acopio cercana al lote aprovechado de aproximadamente 2.500 m² de superficie. Estas canchas son de topografía plana y sin medidas de protección por posibles lluvias, encharcamientos y erosión hídrica; una vez utilizada la cancha, la misma es abandonada sin ningún tratamiento previo que mejore su recuperación para que vuelva a ser utilizada productivamente. La cancha de acopio se ubica inmediatamente continua al camino secundario por donde se cargan a los camiones que trasportaran la madera a su destino final.

La identificación y valoración de impactos se realizó mediante la aplicación de una ecuación polinómica que combina los parámetros que describen las distintas características del impacto.

Ecuación 2. Calificación ambiental para la obtención de resultados de la EIA.	
Calificación Ambiental (CA)	$= \frac{C \times (I + E + Du + De + Re) \times Ro}{5}$

Cada sigla significa: C: Característica del impacto; I: Intensidad del impacto; E: Extensión del impacto; Du: Duración del impacto; De: Desarrollo del impacto; Re: Grado de reversibilidad del impacto; Ro: Riesgo de ocurrencia del impacto.

La Calificación Ambiental, CA, es la expresión numérica de la interacción o acción conjugada de los criterios o factores que fueron mencionados anteriormente. El valor obtenido de CA se transforma en una escala ordinal de la importancia del impacto:

- 1 – 2 Impacto Muy Bajo o Irrelevante
- 3 – 4 Impacto Bajo o Compatible

5 – 6 Impacto Moderado

7 – 8 Impacto Alto

9 – 10 Impacto Crítico

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Actividades	Suelo		Vegetación
	Contenido de nutrientes	Contenido de materia orgánica	Diversidad de la vegetación
<i>Implantación de la forestación</i>	CA	CA	CA
Preparación del terreno	-6,6	-5,6	-3,78
<i>Cosecha y poscosecha</i>			
Corta	-8,2	-6,6	-3,6
Tratamiento de residuos	1,32	1,8	1,68
<i>Conversión</i>			
Corta de los rodales actuales	-8,4	-5,92	-8,16

La tabla 10 expresa el impacto de las tres variables:

- Contenido de nutrientes: sufren un impacto negativo de alta magnitud, los cuales no son contrarrestados con el tratamiento de los residuos, dando un balance negativo.

-Contenido de materia orgánica: se ve afectada en forma alta-media, estableciendo un balance negativo.

-Diversidad de vegetación: la misma es afectada negativamente en proporción media-alta.

El E1 es el que presenta el mayor impacto de los tres escenarios.

3.11 Medidas de mitigación del Impacto Ambiental

A continuación, se describirán las medidas más adecuadas para minimizar los impactos producidos con las intervenciones silvícolas y durante el aprovechamiento forestal descrito anteriormente. Las medidas de mitigación son las equivalentemente aplicables en los tres escenarios.

3.11.1 Preparación del terreno y plantación

Si se debe forestar o si el lote proviene de una forestación anterior y encontramos líneas de tocones, el laboreo mecanizado se realiza entre líneas, no se interviene todo el suelo, solo las líneas a plantar. De esta forma se evita la erosión y el disturbio en toda la superficie labrada. Antes del laboreo del suelo con rastra, si es necesario, por presencia de compactación subsuperficial, se realizará una pasada de subsolador a no más de 30 cm de profundidad. Luego se realizará una pasada de rastra de discos entre tocones para uniformizar la superficie a plantar.

Plantación: la misma se realizará preferencialmente con plantines rustificados. Como alternativa se realizará la siembra directa y repique de los plantines para generar una plantación uniforme. A los 20 días de la plantación se controlará y eventualmente se hará una reposición de fallas.

3.11.2 Control de malezas

Las malezas pueden ser controladas de diferentes formas, todo dependiendo de las condiciones predisponentes, recursos actuales y mano de obra disponible. Las diferentes alternativas serán enumeradas de menor a mayor impacto:

- Control mecánico cultural: realización de carpidas manuales con azadas, machetes o moto guadañas. En este caso se debe tener precaución de no dañar las plantas.

- Control químico: el mismo puede ser aplicado por maquinaria con botalón o también por operarios a pie con mochila fumigadora y pantalla protectora, aplicación de herbicida total (glifosato).
- Control mecanizado cultural: pasada de una cubierta o rueda de gran porte, de tractor, tirada por un tractor de modo que la cubierta aplaste la vegetación emergente, generando así el quiebre de las malezas, doblándolas y tumbándolas. Esto genera que la misma materia orgánica quebrada sirva de sombreado para evitar la emergencia de nuevas malezas, además representa un menor impacto hacia el suelo respecto a una pasada de rastra.
- Control mecanizado + control químico: realización de una pasada de rastra de discos entre filas y posterior aplicación de herbicida pre-emergente.

3.11.3 Aprovechamiento

- Raleos: los mismos deben estar planificados un año antes de su realización, mediante un inventario forestal previo, planificación de las vías de sacas y liberación de las plantas a aprovechar, ya que las mismas muchas veces poseen enredaderas que dificultan su volteo.
- Se utilizan motosierristas para el aprovechamiento, los cuales poseen capacitación y realizan un correcto volteo dirigido. El desrame y residuos se dejan en el sitio.
- Extracción de los raleos. Para reducir el impacto se aconseja utilizar skidder de garra, que suspendan la madera. Así se genera un menor rozamiento por el arrastre de las trozas, como consecuencia hay menor impacto en el suelo, también se reduce el impacto de aplastar y golpear al sotobosque; además, con un skidder de garra se posee un mayor control de la troza, evitando así posibles daños o lesiones indeseables a los pies de árboles circundantes. Otra ventaja es que la pieza extraída sufre menos daños o posibles rajaduras.
- Otro componente muy importante es la reglamentación en el momento de la licitación de la venta de la madera, se debe establecer como condición excluyente la limitación de potencia máxima que debe poseer la maquinaria arrastradora, de esta forma se evitará el tránsito pesado, reduciendo el riesgo de compactación subsuperficial, y los grandes disturbios ocasionados por el mismo.
- Se debe realizar una evaluación posterior al aprovechamiento, determinar la superficie transitada, la cual debe ser menor al 50 %, en caso contrario se penalizará al contratista.
- Cosecha: la misma es realizada por motosierristas, se utilizan skidder para el arrastre de los rollizos hacia la cancha de acopio. Para minimizar el impacto en el suelo se debe primar que el tránsito siempre utilice el mismo camino, de esta forma se reduce la superficie pisada y compactada de los lotes. Se recomendará no ingresar a los lotes después de la lluvia, se deberá esperar al menos 2 días para realizar tareas de aprovechamiento.
- Construcción y mantenimiento de las canchas de acopio: Se debe generar la mínima cantidad de playones de acopio de madera dentro del lote. Las canchas deben tener estructuras de drenaje dimensionadas de acuerdo al caudal esperado, estar ubicadas en sectores elevados y tener una pendiente moderada que permita el escurrimiento de las aguas (+ 5%) (Gayoso, 1999).

3.11.4 Tratamiento de residuos

En la etapa de postcosecha, (el desrame y despunte) se producen residuos, los cuales se deberán tratar de las siguientes maneras:

1. Formación de escolleras: esta técnica es la actualmente utilizada, en donde por medio de una topadora de tipo bulldócer, se realizan escolleras para la limpieza de los residuos. Un punto a tener en cuenta es la regulación de la pala de la topadora, la misma debe estar paralela al suelo y no debe arrastrar superficie del primer horizonte orgánico del suelo ya que es el que presenta mayor fertilidad. Estas escolleras al pasar el tiempo se comienzan a vegetar y así todos los residuos se descomponen y vuelven al suelo, sin embargo, los nutrientes los encontramos localizados en estas escolleras.

2. Se recomendará la distribución uniforme de los residuos en el lote y posteriormente realizar una pasada de rolo con cuchillas o rolo faca con el fin de reducir el volumen de los mismos.

4. PLAN DE MANEJO FORESTAL PARA EL E2 (“EL CONSERVACIONISTA”)

El E2 persigue los objetivos más conservacionistas de los casos planteados; si bien igualmente se planteó una cosecha de madera constante con un rédito económico, el volumen extraído es menor, lo que representa una menor extracción e intervención de los lotes. Presenta los turnos de corta más largos (50 años), generando así rodales de mayor edad, lo cual representaría ventajas en el aporte a la biodiversidad. Al cosechar los rodales de 50 años, se deja un 25% de la superficie sin cosechar, en forma de agregados, variante del método de reproducción de retenciones (Pastur et al., 2005). Este refugio prosperará indefinidamente en el futuro, siendo así una fuente de diversos servicios ecosistémicos. El 75% restante se destinará a la reforestación según el RS1R con ciclos de corta de 35 años. En la figura A.9 del ANEXO se observa un bosque de retención en el momento de la preparación del sitio.

En el E2 se utilizaron los mismos supuestos iniciales considerados en el E1.

4.1 Rendimientos de los rodales reforestados del RS2

Se utilizaron los mismos supuestos considerados en el E1, con la diferencia de la longitud de 50 años del RS utilizado. Se obtuvieron los rendimientos para la cosecha del RS2 al año 45 y 55, siendo los mismos de 387,49 y 442,4 (m³) respectivamente. Estas tres variantes del RS2, son las necesarias para la ordenación del bosque y serán utilizadas en el proceso de planificación con los rodales reforestados, abarcando desde el año 50 al año 100.

4.2 Cálculo de la posibilidad de cosecha para el E2

Para calcular la posibilidad de cosecha, se utilizó el IMA correspondiente al RS2, el mismo se calculó mediante el rendimiento al año de la tala rasa dividido por la edad del rodal en el turno de 50 años fijado.

Una vez obtenido el IMA, para el cálculo de la posibilidad de cosecha, se multiplico el IMA por el período de 5 años que se utilizó y por la superficie total productiva de 450 ha, mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 3. Cálculo de la posibilidad de cosecha para el E2.
--

$450 \text{ ha} * 8,44 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año} * 5 \text{ años} = 18.990 = 19.000 \text{ m}^3 \text{ cada } 5 \text{ años}$

4.3 Ordenación del bosque y estrategias de conversión para el E2

Se buscó cosechar completamente al “bosque inicial o bosque viejo” para el año 50, año en el cual los rodales nuevos reforestados entrarán al turno de cosecha. Como el bosque actual posee existencias superavitarias, se considerará en el primer período del año 0 al año 50 una cosecha de 24.100 m³. Con este procedimiento se podrá llegar al año 50 con el bosque inicial completamente cosechado. Luego, del año 50 al 100, se comienzan a cosechar los rodales reforestados, planteando el nivel de cosecha de equilibrio calculado anteriormente de 19.000 m³ por período.

4.3.1 Metodología para la Ordenación del bosque

Se utilizó la misma metodología que para el E1, variando los niveles de cosecha y los períodos en longitud de los rodales preexistentes dictados por la silvicultura.

Recordemos que en el E2 se aplican dos regímenes silvícolas diferentes, primeramente, el RS2 con un turno de 50 años y luego de la cosecha el rodal es manejado según el RS1R. Estos rodales presentarán una reducción del 25% del área debido a la conformación de los agregados de retención que se generaron al cosechar los rodales manejados según el RS2.

Con la política de cosecha planteada al año 85 comienzan a entrar en turno de cosecha la segunda rotación de los rodales manejados según el RS1R. Paralelamente se tendrán 3 clases de edad mayores a 35 años manejadas según el RS2 en su primera rotación. Para

resolver esta dificultad en la implementación de la planificación manteniendo el objetivo de rendimiento sostenido, se planteó seguir cosechando las clases de edad mayores hasta llegar al año 95, año en el que los rodales manejados según el RS2 se agotan y se pasa a cosechar los rodales de 35 años de la segunda rotación. Al año 100 se cosecharán todos los rodales de clase 35 y el resto de la cosecha se centra en la clase de edad mayor.

Al finalizar la conversión en el año 100, se tienen clases de edad de 0 a 50 años de edad, las clases de 40, 45 y 50 no son las establecidas para el RS1R y el nivel de cosecha propuesto se deberá cambiar, debido a que se implementó un RS diferente. En el año 100 se encuentra el bosque superavitario por poseer 3 clases mayores a las que plantea el nuevo RS. Es por ello que se deberá aumentar el nivel de cosecha los primeros años, para luego pasar a un nivel de cosecha menor, que será el máximo que pueda mantener el bosque para su ordenación, el mismo se establecerá en función de los atributos de rendimiento y superficie del bosque, considerando los mismos objetivos planteados en el inicio. Igualmente, esta decisión deberá ser tomada al año 100 por la administración y muy posiblemente los objetivos no serán los mismos.

En los gráficos A.8 y A.9 del ANEXO, se presentan las superficies cosechadas y los volúmenes cosechados por clase de edad, comprendiendo todo el período de planificación.

En los gráficos anteriores, se observa al año 50 la transición del bosque hacia los rodales reforestados y como las superficies cosechadas se van estabilizando en la clase de edad de 50 años en los períodos más avanzados, salvo en los años 95 y 100, en donde se comenzó a cosechar la 2da rotación con RS1R y de 35 años de edad.

En el gráfico A.9 se observa cómo se mantuvo el rendimiento sostenido en los dos períodos del año 0-45 y 50-100.

4.4 Evolución en el tiempo en las superficies de las diferentes clases de edad de la UMF del E2

En el ANEXO se presentan los gráficos de las estructuras del bosque al año 45, año 70 y año 100.

-Gráfico A.10 se observan las distribuciones de clases de edad por superficie al año 45 del E2, el bosque preexistente ya cosechado y comienzo de producción del bosque nuevo reforestado.

-Gráfico A.11 del ANEXO se observan las distribuciones de clases edad (años) por superficie (ha) al año 70 del E2, en donde el bosque se encuentra en proceso de ordenación.

-Gráfico A.12 del ANEXO, se aprecia la estructura del bosque al año 100, año en el cual la planificación termina. Se observa cómo en la estructura del bosque, al pasar a ser manejada totalmente con el RS1 con retenciones, se encuentran 3 clases de edad superiores a 35 años que se encuentran desfasadas, por fuera del RS planteado.

4.5 Plan especial de cortas para los primeros cinco años para el E2

El plan especial de cortas comprendió lo mismo que se detalló para el E1, con la diferencia que el nivel de cosecha en el primer período del plan fue de 24100 m³ cada 5 años, la cual se dividió en 5 años, obteniendo un valor anual de 4820 m³. La información obtenida se detalla en la siguiente tabla.

Años	Supf a cortar (ha)	Rodal	M3 cosechados	M3 total	Edad	% del rodal cosechado	Suma de los %
1	5,80	13-III	3.489,00	4.820,00	61,00	100,00	100,00
	2,18	12-B	1.331,00		60,00	7,57	7,57
2	7,71	12-B	4.820,00	4.820,00	61,00	26,78	34,35
3	7,71	12-B	4.820,00	4.820,00	62,00	26,78	61,13
4	7,71	12-B	4.820,00	4.820,00	63,00	26,78	87,90
5	3,40	12-A	2.176,72	4.820,00	64,00	12,00	99,90
	4,23	12-A	2.643,28		61,00	29,41	41,41

4.6 Evaluación Económica del Plan de manejo del E2

La evaluación económica se realizó utilizando los mismos supuestos que en el E1.

En la tabla A.8 del ANEXO se muestran los rendimientos (en m³ y Mg) de madera cosechada en cada período en forma de raleos y corta final que formara parte de la evaluación económica. En la misma tabla se puede observar cómo al año 65 comienzan los primeros raleos pertenecientes a la 2 rotación con RS1R y como al año 75 comienzan los terceros raleos para el mismo RS. Se tomaron los mismos supuestos que para el E1, con la diferencia de los raleos producidos.

En la tabla A.9 del ANEXO, se presentan los ingresos (“I”), los costos (“C”), los ingresos menos los costos (“I-C”) y el VAN en todo el período comprendido.

En la misma tabla, se observa que a partir del año 20 se comienza a contabilizar los raleos comerciales y que los mismos aportaron una suma considerable de madera, a veces de un monto de un 50% en referencia a la cosecha de la tala rasa. Luego en el año 65 se comienza a cosechar los raleos pertenecientes al RS1R, el cual posee el 75% de superficie para ser contabilizada por raleos y tala rasa, por lo que disminuyeron los ingresos.

4.7 Evaluación ambiental de la planificación a nivel de UM. Categorías de biodiversidad y su evolución del E2

Se tomaron los mismos supuestos que en el E1, pero con la diferencia de que se consideró que los bosques que serán regenerados luego de haber cumplido el turno definido en el RS2, a partir del año 55, aumentarán en una categoría de biodiversidad porque estos rodales presentaron los bosquetes de retención dentro de su superficie, lo que representa fuentes de biodiversidad. Obviamente los rodales que ya poseía la categoría I (la más alta) no cambiarán de categoría.

La evaluación de las categorías de biodiversidad se resume en el gráfico A.13 del ANEXO donde se observa cómo a partir del año 55, momento en el cual se comienzan a generar los bosquetes de retención, las categorías I, II y III comenzaron a aumentar sus valores y la categoría IV comenzó a desaparecer.

4.8 Individualización del valor de Biodiversidad para el E2

Se tomaron los mismos supuestos y metodología que para el E1, obteniendo así los resultados de biodiversidad presentados en la tabla A.10 del ANEXO.

En la tabla A.10 se presentan los valores asumidos de biodiversidad (adimensional) para cada período y la suma final de los mismos, la cual representa al E2, con una puntuación para todo el plan de 4705.

4.9 Evaluación de impacto ambiental (EIA) del E2

Se tomaron los mismos supuestos que para el E1.

4.9.1 Condiciones silvícolas para la EIA del E2:

Se tomaron los mismos supuestos que para el E1 con la salvedad de las actividades que se indican seguidamente.

- Se propuso realizar una limpieza de residuos por medio del chipeado y distribución uniforme de los residuos en los lotes, lo que genero un alto balance positivo de materia orgánica en el sitio. Previamente a la plantación se laboreó el suelo solamente en las líneas de plantación, en forma mecanizada, con un máximo de dos pasadas de rastra. Solo si era pertinente, ante la presencia de compactación subsuperficial, se realizó un laboreo con un subsolador concentrado en las líneas de plantación, a menos de 30 cm de profundidad.
- Control de malezas: se aplicó un control cultural sin mecanizar, en donde operarios provistos de machetes, azadas y moto guadañas realizaron el control de la vegetación considerada maleza en los lotes.
- El traslado de los rollizos se realizó por medio de un skidder de garra, el cual es capaz de suspender las trozas, minimizando el arrastre de los rollos; el mismo posee restricciones en cuanto a su potencia, siendo el mismo de una potencia reducida para evitar así el tránsito pesado de maquinaria en los raleos. Los rollizos se trasladaron a una cancha de acopio cercana al lote aprovechado de aproximadamente 2500 m² de superficie, estas canchas son de topografía plana, con

una leve pendiente para promover el drenaje de agua, y canalizaciones para conducir el agua de lluvia; una vez utilizada la cancha, la misma fue reacondicionada, primero con un pasaje de subsolador y luego laboreándola con una rastra de discos, para así mejorar su recuperación para ser reutilizada productivamente. El mismo tratamiento de reacondicionamiento del terreno fue producido en las vías de saca de los raleos y cosecha. Cuando llueve se esperan 2 días para entrar nuevamente a los lotes con maquinaria pesada.

Para la obtención de valores de EIA, se utilizaron los mismos supuestos que para el E1, obtenido así la siguiente tabla de resultados.

Tabla 12. Resumen de la EIA del E2.

Actividades	Suelo		Vegetación
	Contenido de nutrientes	Contenido de materia orgánica	Diversidad de la vegetación
<i>Implantación de la forestación</i>	CA	CA	CA
Preparación del terreno	-3,52	-2,88	-2
<i>Cosecha y poscosecha</i>			
Corta	-7,38	-5,94	-3,6
Tratamiento de residuos	7,2	7,2	4,06
<i>Conversión</i>			
Corta de los rodales actuales	-6,08	-5,28	-3,24

La tabla 12 expresa el impacto de las tres variables:

- Contenido de nutrientes: sufren un impacto de baja-media magnitud, ya que la preparación del terreno no es tan agresiva. Además, los impactos son contrarrestados con el tratamiento de los residuos.

-Contenido de materia orgánica: se ve afectada en forma baja-media, por la misma causa del tratamiento de residuos.

-Diversidad de vegetación: la misma es afectada en proporción baja-media, ya que las retenciones agregadas, los bosquetes de retención, son una fuente alta de diversidad de la vegetación.

El E2 es el que presenta el menor impacto de los tres escenarios.

5. PLAN DE MANEJO FORESTAL PARA EL E3 (“EL SEMI-CONSERVACIONISTA”)

Para el modelo E3 se plantearon los siguientes objetivos, tanto productivos como conservacionistas buscando un equilibrio entre el E1 y E2. Se planteó una cosecha de madera constante con un alto rédito económico, utilizando el sistema silvícola 1, con rotaciones de 35 años.

Se eligió el 20% del área de las plantaciones preexistente para fines de conservación, las cuales se manejaron con el sistema silvícola 3 (conservación). Esta superficie, que constituye 90,6 hectáreas, fue elegida tomando en cuenta los indicadores de biodiversidad (tabla 5). Se eligieron de esta forma los rodales que presentaron la categoría de mayor valor (I) para dicho fin, no solo en el momento inicial, sino comprendiendo todo el horizonte de planificación de los 100 años. Se utilizan los mismos supuestos iniciales considerados en el E1.

5.1 Rodales seleccionados para la conservación

En la tabla 12 se pueden observar los diferentes rodales seleccionados con el objetivo de conservación, con sus respectivas superficies. También se muestra la evolución futura de las categorías de biodiversidad simulada para ocho períodos, desde el año 0 hasta el año 40, año en el cual las categorías no varían más y se mantienen constantes.

Para establecer las categorías de biodiversidad se utilizaron los mismos supuestos que en el E1, utilizando los valores de puntuación de 1, 0.75, 0.5, 0.25 asociada a la categoría I, II, III, IV respectivamente y se lo multiplicó por las hectáreas correspondientes a cada rodal.

Tabla 12. Rodales selectos para la conservación, 90 hectáreas, correspondiente al E3.

Año	Rodales	Superficie Ha	Puntuacion de biodiversidad y evolucion en los años									Suma de Categorías
			0	5	10	15	20	25	30	35	40	
	15-D	15,2	11	15	11	11	11	8	11	11	11	103
	15-A	22,5	17	23	17	17	17	11	17	17	17	152
	13-I	6,9	3	3	3	5	5	5	5	5	5	41
	26-A-1	20,5	10	10	10	15	15	15	15	15	15	123
	08-F	25,5	13	13	13	19	19	19	19	19	19	153

En la tabla 12, se seleccionaron los rodales que presentan una sumatoria más conveniente (menor) de sus categorías.

Estos rodales seleccionados, no fueron considerados durante la conversión forestal como parte productiva del establecimiento, sin embargo, sí se los consideró como parte del bosque y como contribuyentes al aporte de la biodiversidad.

Se consideró que no intervenir en dichos rodales seleccionados puede llegar a ser contraproducente, ya que el AB aumenta, afectando a la categoría, es por ello que un raleo selectivo podría ser conveniente para promover la biodiversidad de dichos rodales. Sin embargo, no es del todo sencillo generar una mejora en los indicadores de biodiversidad, ya que es probable que al intervenir en un rodal con una alta AB, raleando para disminuir la misma, en el proceso del raleo se dañe o desgajen árboles que generen grandes disturbios en la vegetación circundante, los cuales serán contraproducentes para la promoción de la biodiversidad. Este procedimiento puede ser perjudicial o contrapuesto a los objetivos económicos y forma parte de los multiobjetivos que se le demandan a los bosques; es por ello que se deben definir los multiobjetivos claramente en pos de la búsqueda de un objetivo común y equilibrado que persiga tanto las mejoras de las categorías de biodiversidad como un adecuado nivel económico.

5.2 Rendimientos de los rodales reforestados del RS1

Se utilizaron los mismos rendimientos que para el E1, ya que se utiliza el mismo RS1

5.3 Cálculo de la posibilidad de cosecha del E3

Para el cálculo de la posibilidad de cosecha se utilizó el IMA del RS1, utilizado anteriormente en el E1, un período de 5 años, la superficie de 359,4 ha.

El cálculo de la posibilidad está dado por la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Cálculo de la posibilidad de cosecha para el E3.

$$359,4 \text{ ha} * 11,97 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año} * 5 \text{ años} = \text{Posibilidad} = 21.517,2 = 21.5 \text{ Mil m}^3 \text{ cada 5 años}$$

5.4 Metodología de ordenación del bosque para el E3

Se utilizó la misma metodología del E1, con la diferencia de las cosechas utilizadas, siendo las mismas de 21.750 m³/período entre los años 0-40 y de 21.517 m³/período entre los años 45-100.

En el ANEXO se presentan los gráficos A.14 y A.15 con las superficies cosechadas y los volúmenes cosechados por clase de edad comprendiendo todo el período de planificación. En los gráficos mencionados se puede observar al año 40, la transición del bosque hacia los rodales reforestados y cómo, a medida que se avanzó en la planificación, se fue homogenizando la cosecha en clases de edad de 35 años.

En el gráfico A.15 se observa cómo se mantuvo el rendimiento sostenido en los dos períodos (0-40 y 45-100).

5.5 Evolución en el tiempo en las superficies de las diferentes clases de edad de la UMF del E3

En el ANEXO se presentan los gráficos que describen la evolución de la estructura del bosque a través del manejo en los años 0, 35, 70 y 100.

En el gráfico A.16 del ANEXO se representa la estructura inicial del bosque, diferenciando los rodales que fueron destinados a la conservación, pudiendo observar las 90 hectáreas de rodales selectos para la conservación y las 360 hectáreas restantes para la producción.

A partir de aquí, los rodales destinados a la conservación no fueron considerados para los gráficos que representan la estructura del bosque.

-Gráfico A.17 se representa la estructura del bosque al año 35, año en el cual se realizó la transición del bosque preexistente al bosque reforestado.

-Gráfico A.18 se representa la estructura del bosque al año 70. Se observa cómo a través de los años, la estructura forestal comenzó a balancearse.

-Gráfico A.19 se representa la estructura del bosque al año 100, en el fin de la planificación. A través del correr del tiempo posterior al año 100, si se mantiene el mismo nivel de cosecha, se puede afirmar que el bosque se terminará ordenando, la clase de edad de 40 años desaparecerá y todas las clases de edad presentaran una superficie uniforme de 51,4 hectáreas.

5.6 Plan especial de cortas para los primeros cinco años

Se toman los mismos supuestos que en el E1. En el primer período del año 0 al año 40 se estableció una cosecha de 21750 m³. Se dividió 21750 m³ por 5 años, obteniendo la cantidad en volumen de madera a cosechar anualmente, siendo ésta de 4350 m³ por año.

La información obtenida se presenta en la siguiente tabla.

Años	Supf a cortar (ha)	Rodal	M3 cosechados	M3 total	Edad	% del rodal cosechado	Suma de los %
1	5,80	13-III	3.489,00	4.350,00	61,00	100,00	100,00
	1,41	12-B	861,00		60,00	4,90	4,90
2	6,96	12-B	4.350,00	4.350,00	61,00	24,17	29,06
3	6,96	12-B	4.350,00	4.350,00	62,00	24,17	53,23
4	6,96	12-B	4.350,00	4.350,00	63,00	24,17	77,40
5	6,51	12-A	4.062,50	4.350,00	64,00	22,60	100,00
	0,46	12-A	287,50		61,00	29,41	52,01

5.7 Evaluación Económica del Plan de manejo del E3

La evaluación económica se realizó utilizando los mismos supuestos que en el E1.

En la tabla A.11 del ANEXO se muestran las cantidades de m³ y Mg de madera cosechada de raleos y corta final que forman parte de la evaluación económica.

Se computaron solo los 2° y 3° raleos, ya que los mismos cumplen con la condición de proveer madera mayor a 20 cm de DAP. Se puede observar que a partir del año 15 comienzan a contabilizarse los 2° raleos comerciales y al año 25 se cosechan los 3° raleos comerciales; los mismos aportaron una suma considerable de madera, muchas veces proveen más de un 50% en referencia a la cosecha de la tala rasa.

En la tabla A.12 del ANEXO se presentan los ingresos ("I"), los costos ("C"), los ingresos menos los costos ("I-C") y el valor actual neto ("VAN") en todo el período de planificación. Se puede observar cómo al año 25 el ingreso neto (I-C) aumentó considerablemente a causa del 3° raleo comercial.

5.8 Evaluación ambiental de la planificación a nivel de UM. Categorías de biodiversidad y su evolución del E3

Se consideraron los mismos supuestos que en el E1, considerando la evaluación en todo el período comprendido, pero con la diferencia que el 20% de la superficie destinada a la conservación, las 90 hectáreas, son incluidas dentro del análisis de la biodiversidad.

La evaluación de las categorías de biodiversidad se resume en el gráfico A.20 del ANEXO en donde se observa cómo las categorías IV, II y III son las predominantes y coexisten con valores similares durante todo el período de conversión.

5.9 Individualización del valor de Biodiversidad para el E3

Se tomaron los mismos supuestos que para el E1, obteniendo la tabla A.13 presente en el ANEXO, allí se presenta la puntuación asignada a la biodiversidad para cada período y la suma final de los mismos, el cual representa al E3, con una puntuación total de 4.660.

5.10 Evaluación de impacto ambiental (EIA)

Se tomaron los mismos supuestos que el E1.

5.10.1 Condiciones silvícolas para la EIA del E3

Se tomaron los mismos supuestos que para el E1 con la salvedad de actividades descriptas a continuación.

- Se realizó una limpieza de residuos de post cosecha por medio de la utilización de una topadora tipo buldócer, la cual amontonó los residuos en los extremos de los lotes, formando escolleras con la vegetación remanente. Este material entrará en un proceso de descomposición y formará parte de la materia orgánica del suelo y será vegetado con el tiempo. En la figura A.10 del ANEXO se observa la escollera ya vegetada.
- Previamente a la plantación se laboreo el suelo completamente, en forma mecanizada, con un máximo de dos pasadas de rastra. Solo si es pertinente, ante la presencia de compactación subsuperficial, se realizó un laboreo con un subsolador solo en las líneas de plantación a menos de 30 cm de profundidad.
- Control de malezas: se aplicó un control cultural mecanizado, en donde se utilizó una cubierta de tractor de gran tamaño para el volteo de la vegetación considerada como maleza.
- El traslado de los rollizos fue realizado por medio de un skidder de arrastre con tambor y malacate, el mismo poseía una restricción en cuanto a su potencia, siendo el mismo de una potencia reducida para fuera evitado el tránsito pesado de maquinaria en los raleos.
- Los rollizos se trasladaron a una cancha de acopio cercana al lote aprovechado de aproximadamente 2500 m² de superficie, estas canchas son de topografía plana, con una leve pendiente para promover el drenaje de agua; una vez utilizada la cancha, la misma fue abandonada sin ningún tratamiento previo que mejore su recuperación para ser reutilizada productivamente.
- Cuando llovió se esperó un día para entrar nuevamente a los lotes con maquinaria pesada.

Se obtuvieron los siguientes valores de impacto ambiental, presentes en la siguiente tabla.

Tabla 14. Resumen de la EIA pertenecientes al E3.

Actividades	Suelo		Vegetación
	Contenido de nutrientes	Contenido de materia orgánica	Diversidad de la vegetación
<i>Implantación de la forestación</i>	CA	CA	CA
Preparación del terreno	-4,68	-4,14	-3,12
<i>Cosecha y poscosecha</i>			
Corta	-7,02	-5,58	-2,9
Tratamiento de residuos	3,36	3,52	2,76
<i>Conversión</i>			
Corta de los rodales actuales	-6,84	-6,12	-3,24

La tabla 14 expresa el impacto de las tres variables:

- Contenido de nutrientes: sufren un impacto de media-baja magnitud, ya que la preparación del terreno es medianamente agresiva. Los impactos son contrarrestados medianamente con el tratamiento de los residuos en forma de escolleras vegetadas.

-Contenido de materia orgánica: se ve afectada en forma media-baja, por la misma causa del tratamiento de residuos.

-Diversidad de vegetación: la misma es afectada en proporción media-baja, ya que las se establecen rodales para la conservación, aunque los mismos muchas veces se encuentran limitados en su aporte para la diversidad de la vegetación.

El E3 es el que presenta el impacto intermedio de los tres escenarios.

CAPITULO III COMPARACIONES ENTRE ESCENARIOS Y CONCLUSIONES

1. COMPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRES ESCENARIOS

A continuación, se compararon los indicadores de valor actual neto (VAN) de los diferentes tres escenarios durante el período estudiado de 100 años y la suma total del VAN.

Año	"Esc 1" I-C actualizado	"Esc 2" I-C actualizado	"Esc 3" I-C actualizado
-	\$ 51.271.857	\$ 44.130.275	\$ 39.827.015
5	\$ 31.817.871	\$ 27.413.611	\$ 24.742.181
10	\$ 19.762.676	\$ 17.009.759	\$ 15.353.375
15	\$ 12.769.145	\$ 10.569.852	\$ 9.914.182
20	\$ 7.907.134	\$ 9.510.811	\$ 6.123.428
25	\$ 6.397.330	\$ 5.847.682	\$ 4.968.649
30	\$ 4.029.555	\$ 3.651.184	\$ 3.080.029
35	\$ 2.510.806	\$ 2.243.038	\$ 1.948.894
40	\$ 1.534.010	\$ 1.404.387	\$ 1.225.340
45	\$ 990.301	\$ 914.115	\$ 795.325
50	\$ 727.692	\$ 667.621	\$ 574.956
55	\$ 396.836	\$ 335.468	\$ 325.126
60	\$ 242.495	\$ 187.445	\$ 192.572
65	\$ 149.940	\$ 122.356	\$ 119.580
70	\$ 93.981	\$ 48.241	\$ 75.125
75	\$ 59.168	\$ 36.235	\$ 47.380
80	\$ 37.272	\$ 23.355	\$ 29.831
85	\$ 22.780	\$ 14.501	\$ 18.211
90	\$ 14.082	\$ 9.020	\$ 11.285
95	\$ 8.741	\$ 5.608	\$ 6.985
100	\$ 5.525	\$ 3.509	\$ 4.418
VAN en miles	\$ 140.749	\$ 124.148	\$ 109.384

Tabla 15. Valores comparativos del VAN de los 3 escenarios.

En la tabla 15, se observan los valores del indicador financiero de los 3 escenarios durante el período estudiado. Se observa que el Escenario 1 es el que posee mayor valor económico. Respecto a E2 y E3, encontramos que el E2 fue más rentable al comienzo del plan, hasta el año 70, en donde comienza a ser más rentable el E3 por una mínima diferencia; esto se debe a que al año 70 el ingreso por raleos en el E2 disminuye a causa de que se comienzan a cosechar los raleos de rodales que poseen bosquetes de retención, lo que reduce su superficie cosechada en un 25%. Sin embargo, si se observa e integra todo el período de planificación, se observa que el E2 es más conveniente económicamente que el E3.

A continuación, se presenta un gráfico de ingreso neto (Ingresos – Costos), de los 3 escenarios.

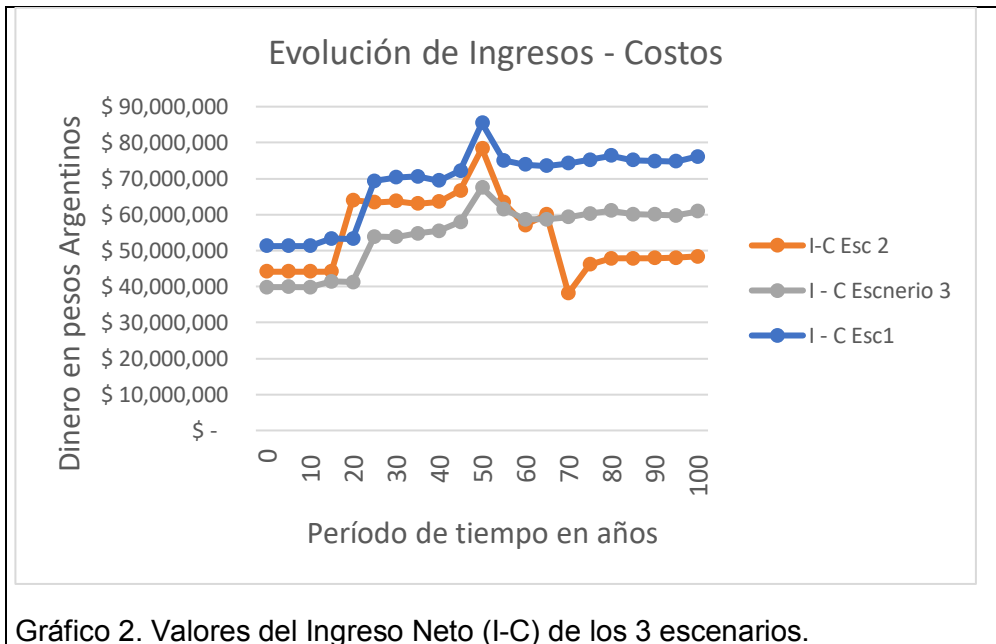


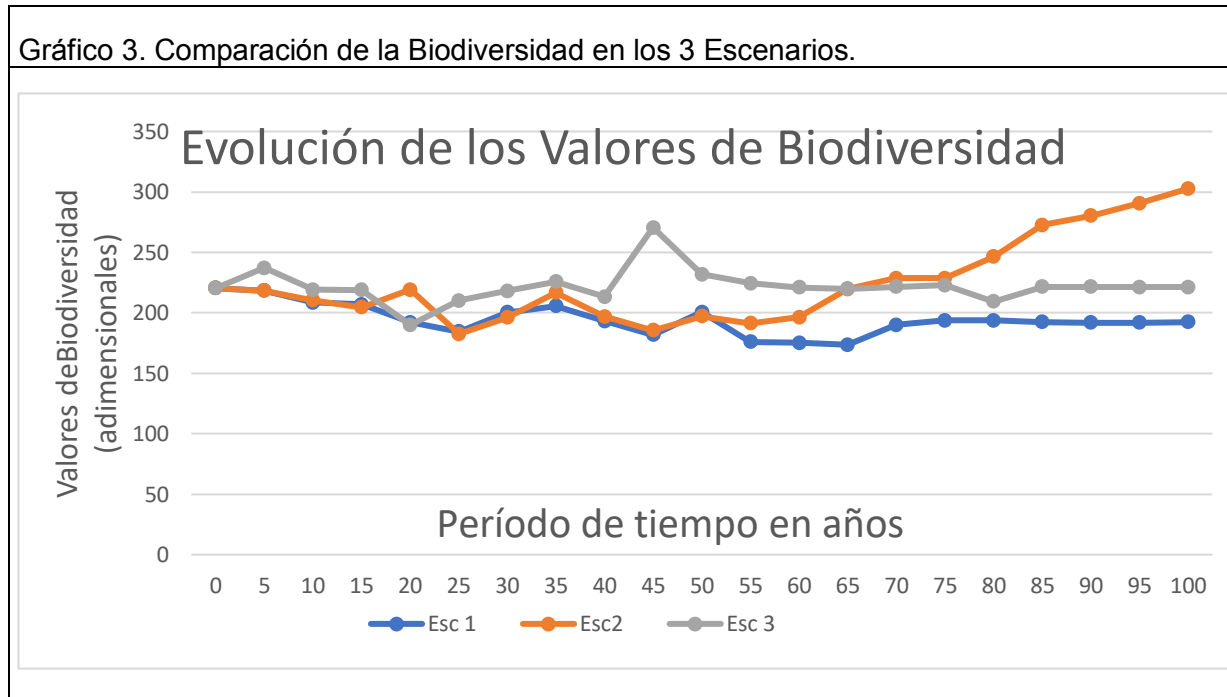
Gráfico 2. Valores del Ingreso Neto (I-C) de los 3 escenarios.

Del gráfico 2 se aprecia como el E1 siempre se coloca arriba, por poseer los mayores ingresos. El E3 posee el mismo comportamiento que el E1, pero en menor magnitud, por poseer una menor superficie productiva. En el E2 se ve claramente el cambio del ingreso al año 50 y 70, períodos en donde se cambian los RS, siendo usados el RS2 y el RS1R respectivamente. Otras variaciones encontradas fueron causadas por el inicio de raleos y años excepcionales dados por altas cosechas de raleos.

2. COMPARACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE BIODIVERSIDAD

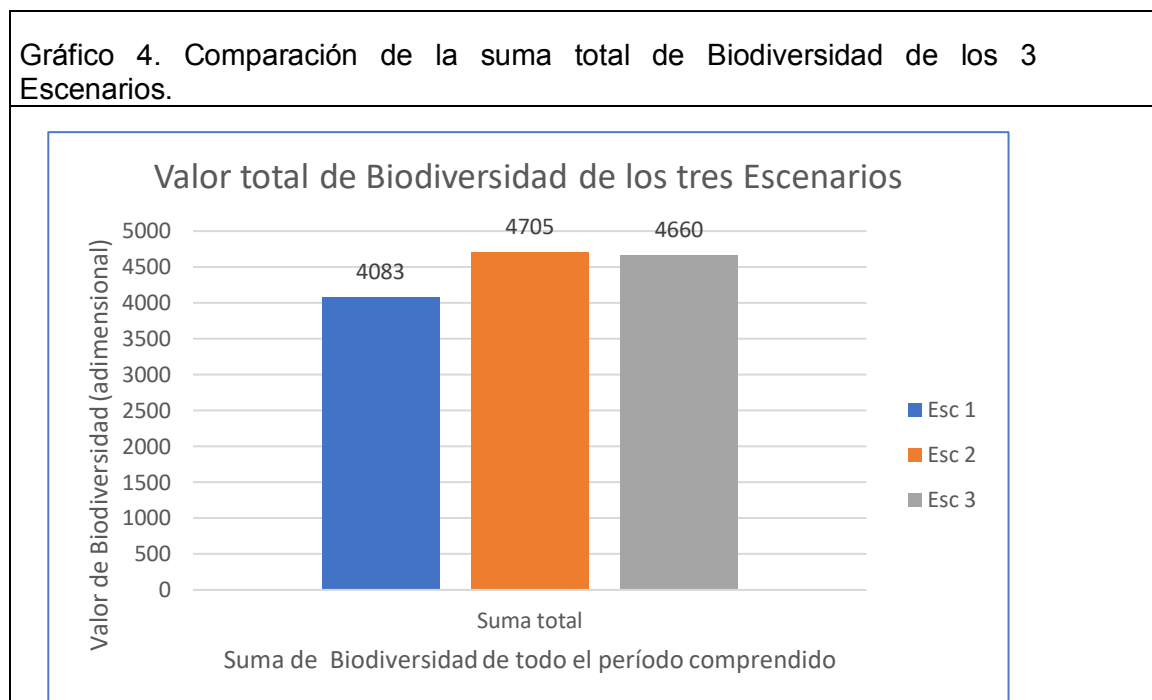
Posteriormente se compararon la evolución de las categorías de biodiversidad de los tres escenarios; para ello se utilizaron los valores individuales de biodiversidad (adimensionales) que presento cada escenario por período, los cuales fueron presentados en las tablas del ANEXO A.7, A.10 y A.13.

A continuación, se presenta un gráfico comparativo de valores de Biodiversidad de los 3 escenarios.



En el gráfico 3 se puede observar que durante los primeros años de la conversión el E3 presentó los mayores valores, pero a partir del año 55 en adelante, el E2 comienza a aumentar sus valores, dado fundamentalmente por la incorporación de los bosquetes de retención, los cuales le otorgan un aumento gradual en el tiempo de dichos valores de biodiversidad, posicionando al E2 como el de mayor valor de biodiversidad.

Para una mejor visualización, se presenta un gráfico de barras con los valores totales de la Biodiversidad de los 3 Escenarios.



Del gráfico anterior se observa que el E2 y el E3 fueron los de mayores valores de biodiversidad, siendo el E2 el mayor por escasa diferencia.

Con lo expuesto anteriormente, se puede deducir que el E2 resulto ser más eficiente que el E3 para el cumplimiento de los dos objetivos propuestos, tanto económicos como de servicios ambientales dados por los indicadores de biodiversidad.

2.1 Valoración Económica de la Biodiversidad

Se utilizó un enfoque del costo de oportunidad, el cual calcula el costo de destinar recursos para la conservación del medio ambiente, contabilizando todos los ingresos perdidos por no asignar esos recursos a otras funciones. Es decir, se mide el beneficio que se deja de percibir por dedicarse a actividades de preservación. De alguna forma, este enfoque puede interpretarse como una forma de estimar el «costo de preservación». El costo de oportunidad derivará del valor que se le asigne a la utilidad que se hubiera percibido en caso de elegir la siguiente mejor alternativa (Cristeche, 2008).

Este método supone que los costos de reemplazar los servicios ecosistémicos que el ambiente provee, constituyen estimaciones útiles de su valor. Este supuesto descansa en el hecho de que, si las personas están dispuestas a incurrir en este tipo de costos para evitar los perjuicios causados por la pérdida de algún servicio ambiental o para reemplazar ciertos servicios del ecosistema, entonces, estos servicios deben valer, por lo menos, el monto que la gente paga para ello (Ecosystem Valuation, 2006, citado en Cristeche, 2008).

Se utilizó el E1 y el E2 para comparar, ya que los mismos corresponden a los de mayor valor económico y de mayor aporte a la biodiversidad respectivamente. Utilizando la suma de VAN de todo el período y la misma suma total del valor de biodiversidad, se obtuvo la siguiente diferencia de VAN y biodiversidad de los escenarios, la misma se expresa en la tabla siguiente.

Tabla16. Valoración económica de la Biodiversidad

	E1	E2	Diferencia
VAN en miles	\$ 140.749	\$ 124.148	\$ 16.600
Puntuación de Biodiversidad	4.083	4.705	622

La tabla 16 expresa que optando por el E1 se obtendrá una ganancia superior de \$16.600.000 respecto al E2, pero que este último presenta una mejora en la puntuación de la biodiversidad de 622. De lo antedicho, por la razón de costo de oportunidad, podemos establecer un valor de \$16.600.000 a una puntuación de 622 de biodiversidad.

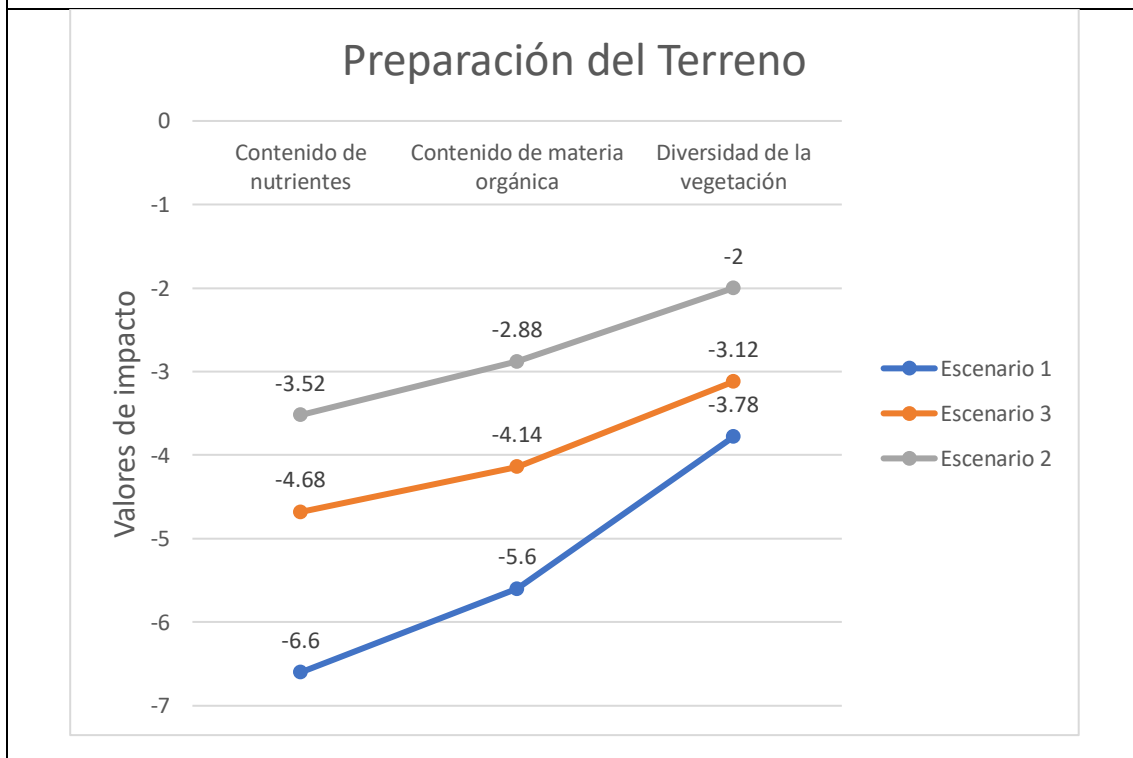
De esta forma, a través de la evaluación económica y las mediciones de la biodiversidad fue posible darle un valor económico a la biodiversidad, la cual nos provee de servicios ecosistémicos, los cuales cada vez son más demandados por la sociedad y pocas veces poseen un indicador económico para evaluarlos.

3. COMPARACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LOS 3 ESCENARIOS.

Se presentan gráficos con cada actividad y cómo impacta cada una en cada escenario. De esta forma se podrán analizar las variables más detalladamente.

A continuación, se presenta un gráfico de líneas para la comparación del impacto ambiental entre los 3 escenarios de la actividad de preparación del terreno. En el eje vertical los valores (adimensionales) y en el eje horizontal los diferentes factores evaluados.

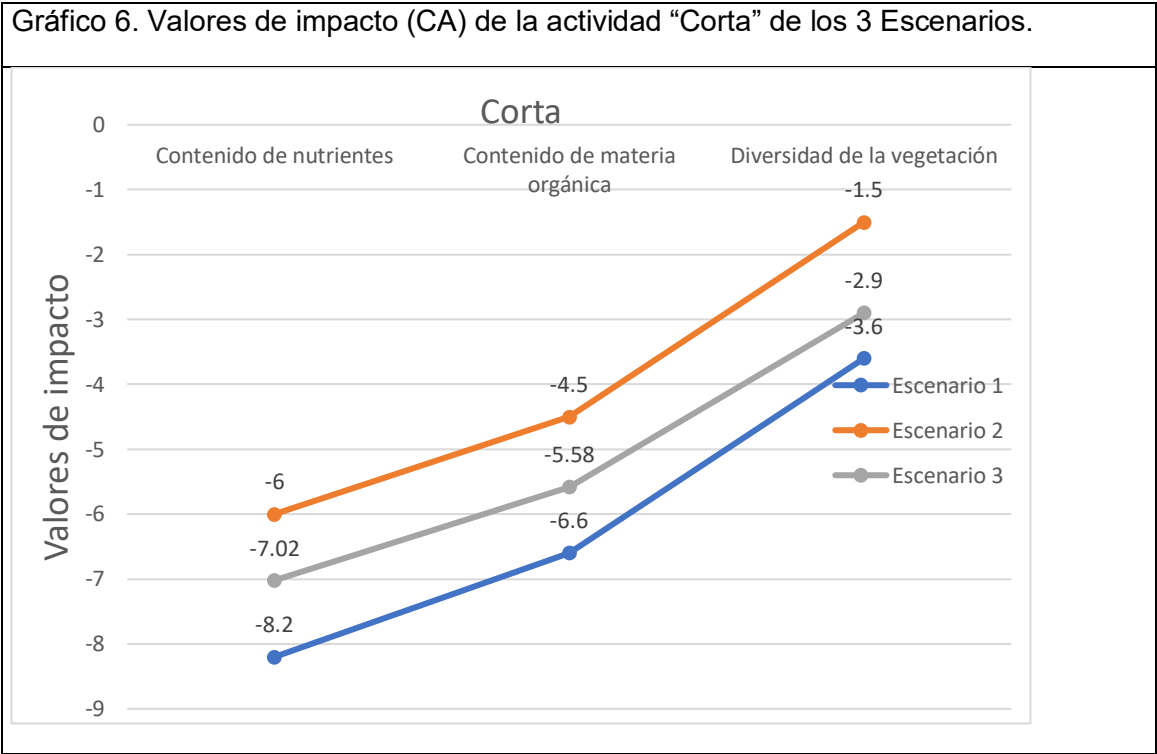
Gráfico 5. Valores de impacto de la actividad "Preparación del terreno" de los 3 Escenarios.



El gráfico 5 representa el impacto de la preparación del terreno, en el mismo se observa cómo varía el impacto del E1, en donde se laboreo toda la superficie como mínimo 2 veces

de pasadas de rastras de discos y la diferencia con el opuesto, el E2, en donde solo se laborean las líneas de plantación.

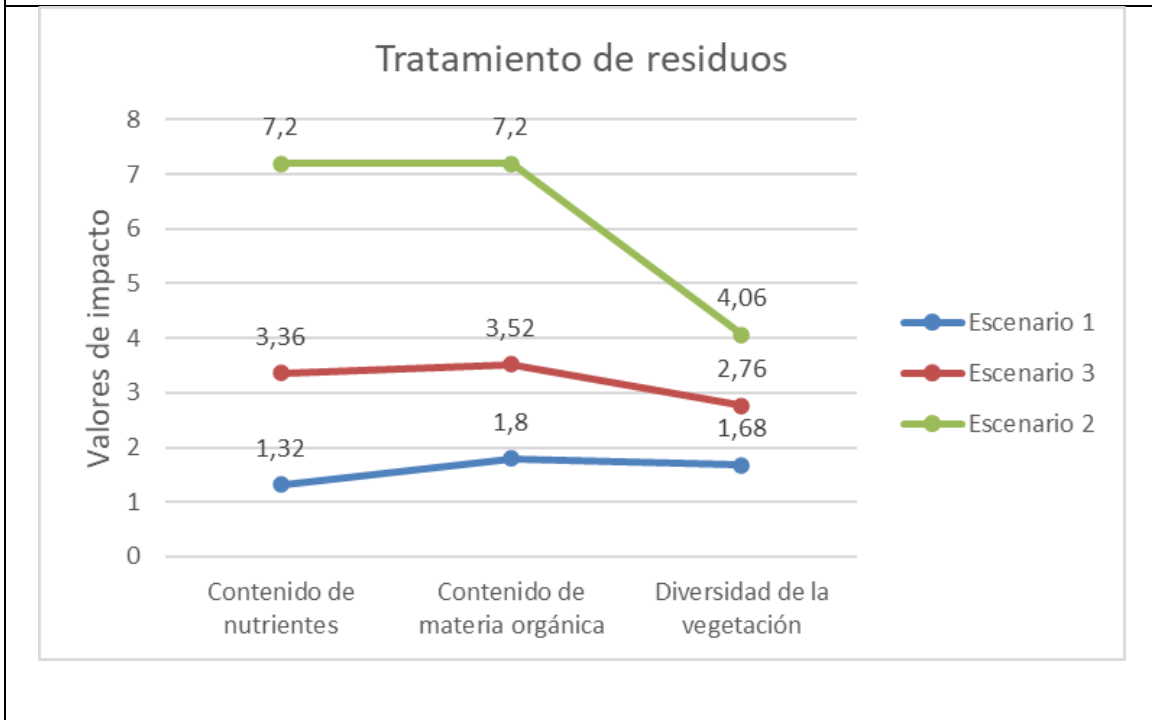
A continuación, se presenta un gráfico de líneas para observar la comparación del impacto ambiental entre los 3 escenarios para la actividad de corta. En el eje vertical los valores (adimensionales) y en el eje horizontal los diferentes factores evaluados.



En referencia a la comparación de la actividad de Corta, en la misma presenta variaciones entre escenarios, siendo el E2 el que presentó los menores impactos, consecuencia de la realización de agregados de retención en un 25% de superficie, las cuales minimizaron el impacto de la corta de los rodales y aumentaron considerablemente sus niveles de biodiversidad. Luego en el E3 se dejó un 20% de superficie como rodales para conservación, esto disminuye el impacto, pero no aumenta en gran medida su biodiversidad de vegetación.

A continuación, se presenta un gráfico de líneas para observar la comparación del impacto ambiental entre los 3 escenarios, respecto a la actividad de tratamientos de residuos. En el eje vertical los valores (adimensionales) y en el eje horizontal los diferentes factores evaluados.

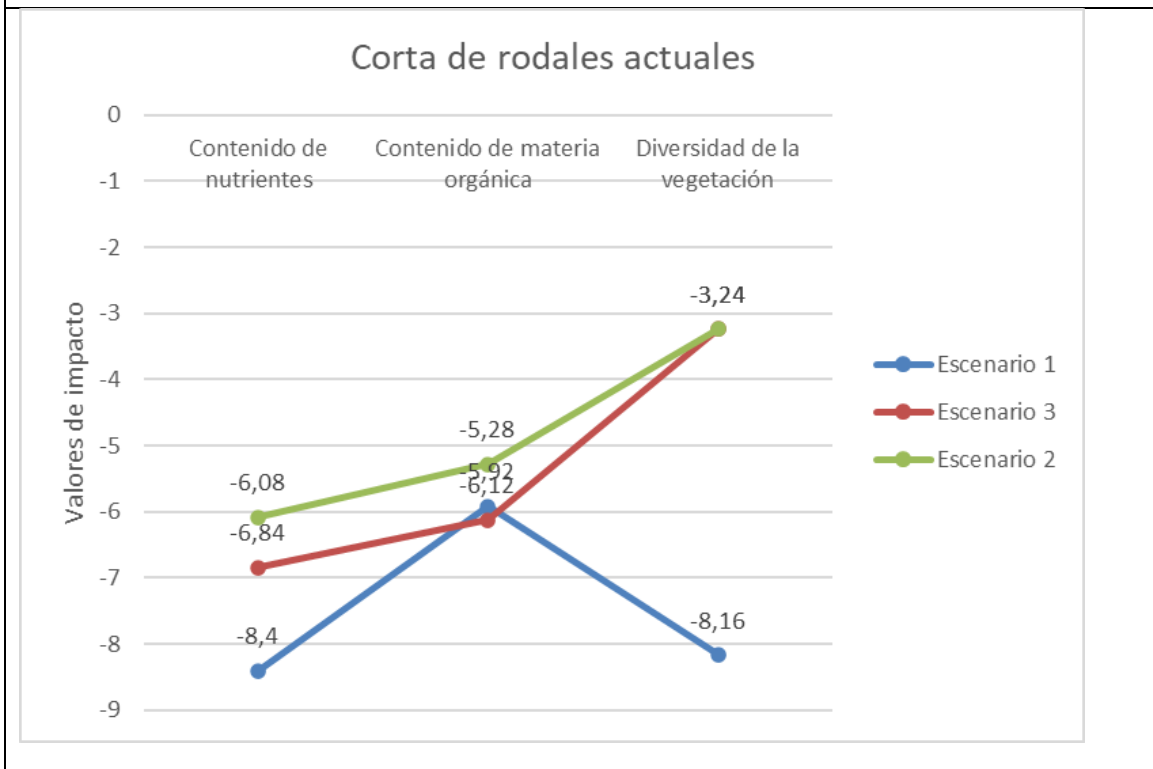
Gráfico 7. Valores de impacto de la actividad "Tratamiento de residuos" de los 3 Escenarios.



El gráfico anterior es el que presentó la mayor alteración entre escenarios, ya que los tratamientos de los residuos representaron grandes diferencias, donde en el E1 se quemaron los residuos, en el E3 se generaron escolleras y en el E2 se chipearon y distribuyeron los residuos. A raíz de lo explicado, se apreció en el gráfico la importancia del tratamiento de residuos en pos de la promoción de la conservación de los nutrientes y de la materia orgánica. Dichas variables son los responsables de la fertilidad del suelo, por ende, de la productividad que nos proveerá la correcta gestión sustentable de los recursos naturales manejados.

A continuación, se presenta un gráfico de líneas para observar la comparación del impacto ambiental entre los 3 escenarios, respecto de la actividad de corta de rodales actuales. En el eje vertical los valores (adimensionales) y en el eje horizontal los diferentes factores evaluados.

Gráfico 8. Valores de impacto de la actividad “Corta de rodales actuales” de los 3 Escenarios.



En relación al gráfico 8, se observó que el E2 y el E3 guardan características similares, ya que en el E3 el 20 % del área fue destinada a la conservación y en el E2 la cosecha fue menor y el bosque viejo se agota recién a los 50 años, guardando un 25% de superficie en forma de bosquetes de retención.

4. CONCLUSIONES

El manejo de establecimientos forestales posee alta complejidad cuando se los debe administrar, manejar y eventualmente obtener un bosque ordenado; donde existen una compleja matriz de toma de decisiones, las cuales se encuentran asociadas con distintos sistemas silvícolas, de desigual rotación y, dentro de una misma rotación, con diferentes factores de producción. También se encontraron diferencias en las estrategias para la ordenación forestal, las cuales muchas veces responden a fines multiobjetivos, siendo el manejo forestal una herramienta indispensable para la sustentabilidad de los bosques, tanto de manera productiva como ambiental.

A partir de la evaluación de los tres diferentes escenarios, se pudo comprobar que es compatible la producción con la conservación, que resulto más eficiente manejar el bosque en búsqueda de mayor diversidad que solo delimitar una zona para establecerla como reserva o zona intangible (el eje del E2 y el E3 son un ejemplo de ello). Las mejoras del E2, en forma de agregados de retención, remarcó la diferencia en cuestiones de manejo para lograr mayor biodiversidad y a su vez generó un mayor índice económico que el E3. En cuanto al E1, el mismo generó la mayor rentabilidad económica, pero para ello debe existir una demanda de mercado que pueda absorber dichos volúmenes de madera y, como es esperable, la mayor productividad trajo aparejada la reducción de servicios ambientales brindados por la biodiversidad.

Con relación al impacto ambiental que esta actividad puede generar, cada vez son más altos los estándares que se les exige a las plantaciones forestales en cuestiones relacionadas a las herramientas de mitigación de los impactos, siendo necesarias la mejora

de las mismas para cumplir las normas del ambiente y acceder a certificaciones que se exigen para entrar al mercado. A su vez, si se reduce el impacto, se genera un mantenimiento de la fertilidad en la superficie destinada a la producción. Esta fertilidad nos brindará un mayor retorno económico dado por mayores rindes, por lo que se persiguen varios objetivos al cumplimentar las medidas de mitigación de impacto ambiental. No solamente objetivos económicos y ambientales, sino también éticos y empáticos para con la sociedad en forma de reducción de externalidades con una visión a largo plazo.

La actividad forestal es generadora de empleo, en mayor medida cuando se tratan de plantaciones nativas, en las cuales las tareas mecanizadas se encuentran limitadas en varias actividades. A su vez, dan refugio a distintas especies de flora y fauna, actuando como reservorio genético de biodiversidad. Actualmente el manejo de las plantaciones nativas de araucaria en Misiones, siguen siendo fuente de investigaciones, las cuales se centran en las mediciones de biodiversidad y en la producción de silvicultura mixta. Estos temas son de crucial importancia para alcanzar los objetivos planteados en este trabajo, compatibilizar la producción con la conservación de la biodiversidad, por lo que a medida que avancen las investigaciones, se incorporarán nuevos factores que enriquecerán el análisis, volviéndolo más complejo y eficiente.

5. ANEXO DE ABREVIATURAS

CAMB: campo anexo Manuel Belgrano

E1: escenario uno.

E2: escenario dos.

E3: escenario tres.

RS: régimen silvícola.

RS2: régimen silvícola dos

RS1: régimen silvícola uno

RS1R: régimen silvícola uno con retenciones

UM: unidad de manejo

UMF: unidad de manejo forestal

6. BIBLIOGRAFÍA

- **Achinelli, F.** 2015. Clase factores de producción. Cátedra de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de La Plata. pp 35.
- **Achinelli, F.** 2015. Establecimiento de plantaciones. Cátedra de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de La Plata. pp 114.
- **Anino, P., Bevilacqua M., Canitrot L., Rama M.E., Ruggiero M., Gorzycki R., Méndez Y. & Storti L.** 2018. Informe productivo provincial, Misiones 2018. Ministerio de Economía de la Rep. Argentina.
- **Anónimo.** 2015. VAN y TIR- Metodología de cálculo en Excel. Cátedra de Economía y Legislación Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de La Plata. pp.1-6.
- **Barth S., Eibl B., Palavecino J., Martínez A.** 2008. Composición florística y estructura del componente arbóreo de bosques remanentes de la cuenca del arroyo Elena – El Dorado – Misiones – Argentina.
- **Chaves, A., Mugridge A., Fassola H., Alegranza, D., Fernández, R.** 1999. Conservación refrigerada de semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze
- **Coll, O.** 2003. Detección y control de hormigas cortadoras (Hymenoptera Formicidae) en plantaciones forestales en Misiones y noreste de Corrientes. SAGPyA Forestal, no. 28, p. 2-6.
- **Coronel De Reolfi, M.** 2005. Decisiones financieras en el sector forestal. Catedra de Economía y Legislación Forestal, Universidad de Santiago del Estero.
- **Cozzo, D.** 1995. Silvicultura de plantaciones maderables. Buenos Aires, Orientación Gráfica Editora.
- **Crechi, E.** 1996. Efeitos da densidade da plantação sobre a produção, crescimento e sobrevivência de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em Misiones, Argentina.
- **Crechi, E., Keller, A., Fassola, H., Fernández, R., Friedl R.** 2009. Efectos del raleo sobre el crecimiento y la producción de madera de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. en el Noroeste de Misiones, Argentina.
- **Cristeche, E., Julio, A., Penna, J.** 2008. “Métodos de valoración económica de los servicios ambientales”. Ediciones INTA. 14 pp.
- **Daniel, T., Helms, J. & Baker, F.** 1982. Principles of Silviculture. Second Edition. McGraw-Hill. New York, USA. 500 p
- **Di Marco, E.** 2012. Ficha técnica: *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. (familia Araucariaceae. Dirección de Producción Forestal MAGyP.
- **Fernández, R., Lupi, A., Vazquez, S., Alegranza, D., Martiarena, R., Pahr, N., Muñoz, D.** 2002. Técnicas de establecimiento para *Araucaria angustifolia*. Efectos sobre el crecimiento y el suelo.
- **García, G.** 2018. Efecto de las plantaciones de pino sobre la diversidad y composición de un ensamble de micromamíferos no voladores del Bosque Atlántico del Alto Paraná en el norte de la provincia de Misiones, Argentina.
- **Gayoso, J. & Acuña M.** 1999. Guía de campo: Mejores prácticas de uso forestal. Universidad austral de Chile, Valdivia.
- **Keller, A., Crechi E., Fassola, H., Barth, S., Colcobet.** 2017. Plataforma 2017, Plataforma de gestión forestal, manual de usuario. INTA EEA Montecarlo.
- **Lledó, P.** 2007. Comparación entre distintos criterios de decisión (VAN, TIR, PRI).
- **Luna, C., Fontana, M.** 2017. Estado de los bosques de *Araucaria angustifolia*: especie nativa en peligro crítico. Vol. 5, núm. 2.
- **Martiarena, R., Fernández, R., Lupi, A., Alegranza, D., Bischoff, D., Muñoz, D.** 2004. Efecto de la preparación de terreno sobre el crecimiento de *Araucaria angustifolia*.
- **Pastur, G., Peri, P., Vukasovic, R., Cellini, J.** 2005. Sistemas de regeneración con retención agregada en bosques de *Nothofagus pumilio*: una alternativa que combina parámetros económicos y ecológicos.

- **Reinoso, L.** 2013. Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental.
- **Rotundo, C., Gauchat, M., Belaber, E., Alarcón, P.** 2014. Avances en la selección de árboles plus de *Araucaria Angustifolia* (Bert.), en el NO de la provincia de Misiones.
- **Zuloaga, F., Morrone, O., Rodríguez, D.** 1999. Análisis de la biodiversidad de plantas vasculares de la Argentina. Kurtziana 27 (1): 17-167.
- **Sitios webs visitados**
- **Información técnica NEA Misiones Forestal.** Disponible en <http://neamisionesforestal.blogspot.com/p/informacion-tecnica.html>. Último acceso: 29/12/2020
- **Clima Misiones.** Disponible en <https://es.climate-data.org/america-del-sur/argentina/misiones/bernardo-de-irigoyen-145349/>. Último acceso: 29/12/2020.
- **Misiones PRECIOS DE PRODUCTOS FORESTALES MES ABRIL 2020.** Disponible en <https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/mod/resource/view.php?id=32410>. Último acceso: 05/02/2021.
- **Ley de inversiones para bosques cultivados.** Disponible en https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d_recursos_humanos/concurso/normativa/_archivos//00001_Leyes/000000_LEY%2025.080%20De%20Inversiones%20para%20Bosques%20Cultivados.pdf. Último acceso: 6/03/2021.
- **Inversiones Forestales ley 27.487.** Disponible en https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/promocion/_archivos//000000_Informaci%C3%B3n%20y%20Normativa/000001_Leyes/000000_Ley%20N%C2%B0%2027.487%20-%20Inversiones%20Forestales.%20Prorroga%20y%20modificacion%20Ley%20N%C2%B0%2025.080.pdf. Último acceso: 6/03/2021



ANEXO DE INFORME DE TRABAJO FINAL DE CARRERA

Compatibilización a largo plazo de la conservación de la biodiversidad y el rendimiento sostenido en una unidad de manejo forestal de Misiones

Modalidad: **Trabajo integrador realizado en al menos dos cursos (Silvicultura y Manejo Forestal)**

Estudiante: **Mario Eugenio Sello**, legajo 27.842/2, DNI: 38.605.243

Correo-electrónico: **selloeugenio@gmail.com**

Director curso de Silvicultura: **Juan Goya (Profesor Titular)**

Director curso de Manejo Forestal: **Pablo Yapura (Profesor Adjunto)**

Fecha de entrega: **11 de febrero de 2021**

Cursos de Silvicultura y de Manejo Forestal

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Universidad Nacional de La Plata

Carrera de Ingeniería Forestal

I. Tablas

Tabla 1. Estructura del bosque al inicio del plan, detallándose las características de cada uno de los 32 rodales.

Rodal	Dist. al BN (m)	Superficie (ha)	EDAD (años)	Densidad (Ind.ha ⁻¹)	AB (m ² .ha ⁻¹)	Volumen actual (m ³ .ha ⁻¹)
26-A	122	12,50	12	200	16	86
07-B	152	18,60	13	640	26,5	199,5
08-K	59	9,50	13	840	22	231,7
15-H	76	11,50	13	580	17,1	188,1
26-A-III	75	20,20	13	200	15	103,4
08-B	143	7,94	15	720	30,8	272,7
26-A-II	178	12,50	15	200	17	140,4
14-A	250	6,50	16	220	18	166,8
14-B	600	7,80	16	240	18	173,7
14-B-2	480	8,90	16	240	18	173,7
14-C	289	7,63	16	90	12	117,2
15-A	149	22,50	16	100	12	121,7
15-D	109	15,20	16	80	12	112,6
15-E	250	10,50	16	90	12	117,2
15-F	350	13,28	16	170	17	148,7
15-J	341	18,80	16	320	20	199,7
25-B	222	17,24	16	120	13	129,3
01-D	289	7,44	21	220	11,2	266,9
01-A	593	25,52	23	210	18,7	299,9
13-C	393	5,14	25	460	21	432,8
04-B	541	9,91	29	820	30	535,4
13-II	187	8,60	29	151	28	465,4
03-B	59	10,60	33	230	33	463,1
13-I	93	6,90	33	151	28	420,4
25-A	139	7,32	33	170	30	432
26-A-1	193	20,50	33	229	32	462,6
08-F	55	25,50	34	160	29	438,3
13-A	271	15,60	35	140	22	437,5
13-E	539	8,30	36	151	24	442,9
02-A	426	15,90	49	230	37	579,9
01-B	442	12,80	51	160	30	570,5
12-A	451	14,28	57	210	38,6	601,3
12-B	611	28,80	60	240	36,3	610,2
13-III	301	5,80	61	151	29	601,6

Aclaración de la tabla A. 1: Dist. Al BN = distancia al bosque nativo. AB: área basal

	A	B	C	
Año	I-E actualizado	I-E actualizado	I-E actualizado	Actividades
1	-\$ 140.410	-\$ 148.483	-\$ 184.047	Preparacion de Sitio
2	-\$ 19.229	-\$ 19.229	-\$ 17.481	Preparacion de sitio
3	\$ 104.144	\$ 109.481	\$ 132.994	Preparacion de sitio + Credito Fiscal
15	\$ 27.096	\$ -	\$ -	2 Raleo Reg A
16	\$ -	\$ -	\$ 24.959	2er Raleo Reg C
20	\$ -	\$ 25.064	\$ -	2er Raleo Reg B
22	\$ -	\$ -	\$ 26.876	3do Raleo Reg C
25	\$ 42.036	\$ -	\$ -	3er Raleo Reg A
35	\$ 27.779	\$ 32.397	\$ 34.651	Corta Final
VAN	\$ 41.416	-\$ 770	\$ 17.952	

Edad	Regimen A		Regimen B		Regimen C	
	AB	Valor	AB	Valor	AB	Valor
5	7,2	3	6,5	3	10,4	3
10	23,3	2	16,6	2	18,5	2
15	21,3	2	15	2	34	1
20	20,6	2	29,9	1	37,2	1
25	33,4	1	12,9	3	38,9	1
30	39,2	1	32	1	44	1
35	43,5	1	37	1	47	1
	Suma	12	Suma	13	Suma	10

Tabla A. 4. Rendimientos del bosque pre existente en m³.ha⁻¹ y su evolución en el tiempo (años).

Clases de edad	10_15	15_20	20_25	25_30	30_35	35_40	40_45	45_50	50_55	55_60	60_65
Año											
0	163	144	311	503	445	443	0	580	571	607	602
5		189	167	361	583	516	513	0	625	625	625
10			220	194	418	625	598	595	0	625	625
15				255	225	485	625	625	625	0	625
20					295	261	562	625	625	625	0
25						342	302	625	625	625	625
30							397	350	625	625	625
35								460	406	625	625
40									533	471	625
45										618	546
50											625

Tabla A. 5. Volumen (m³) y masa (Mg) de raleos (R), tala rasa y suma de ambos, del E1 en el período de 100 años.

Año	2° R Vol.	2° R Masa	3° R Vol.	3° R Masa	Tala Rasa M3	Tala rasa Mg	VolumTotal	MasaTotal
0					28.000	23.800	28.000	23.800
5					28.000	23.800	28.000	23.800
10					28.000	23.800	28.000	23.800
15	1.163	989			28.000	23.800	29.163	24.789
20	1.201	1.021			28.000	23.800	29.201	24.821
25	1.180	1.003	9.367	7.962	28.000	23.800	38.546	32.764
30	1.129	960	9.672	8.221	28.000	23.800	38.801	32.981
35	1.407	1.196	9.500	8.075	28.000	23.800	38.907	33.071
40	2.336	1.985	9.090	7.726	26.900	22.865	38.326	32.577
45	1.626	1.382	11.328	9.629	26.900	22.865	39.855	33.877
50	1.535	1.305	18.807	15.986	26.900	22.865	47.242	40.156
55	1.503	1.277	13.095	11.131	26.900	22.865	41.498	35.273
60	1.541	1.310	12.362	10.508	26.900	22.865	40.803	34.683
65	1.623	1.379	12.101	10.286	26.900	22.865	40.624	34.530
70	1.702	1.446	12.408	10.547	26.900	22.865	41.010	34.859
75	1.620	1.377	13.066	11.106	26.900	22.865	41.586	35.348
80	1.596	1.357	13.702	11.647	26.900	22.865	42.198	35.868
85	1.592	1.353	13.044	11.087	26.900	22.865	41.536	35.305
90	1.599	1.359	12.850	10.923	26.900	22.865	41.350	35.147
95	1.612	1.370	12.819	10.897	26.900	22.865	41.332	35.132
100	1.620	1.377	12.877	10.946	26.900	22.865	41.398	35.188

Tabla A. 6. Evolución económica del plan de manejo en el período de 100 años del E1.

Año	Venta de Madera	Credito fiscal	Ingresos Totales	C. tala rasa	C. 2° R.	C. 3° R.	C. de Flete	C. de Plantación	C. totales	Ingresos-Costos	I - C actualizado
0	\$ 82.178.000	\$ 3.536.574	\$ 85.714.574	\$ 18.207.000			\$ 11.815.000	\$ 4.420.717	\$ 34.442.717	\$ 51.271.857	\$ 51.271.857
5	\$ 82.178.000	\$ 3.652.002	\$ 85.830.002	\$ 18.207.000			\$ 11.815.000	\$ 4.565.003	\$ 34.587.003	\$ 51.242.999	\$ 31.817.871
10	\$ 82.178.000	\$ 3.586.831	\$ 85.764.831	\$ 18.207.000			\$ 11.815.000	\$ 4.483.539	\$ 34.505.539	\$ 51.259.292	\$ 19.762.676
15	\$ 85.592.260	\$ 3.432.118	\$ 89.024.378	\$ 18.207.000	\$ 881.464		\$ 12.305.879	\$ 4.290.148	\$ 35.684.491	\$ 53.339.887	\$ 12.769.145
20	\$ 85.703.696	\$ 4.277.273	\$ 89.980.969	\$ 18.207.000	\$ 910.234		\$ 12.321.901	\$ 5.346.592	\$ 36.785.726	\$ 53.195.243	\$ 7.907.134
25	\$ 113.130.990	\$ 7.100.968	\$ 120.231.958	\$ 18.207.000	\$ 893.990	\$ 6.676.357	\$ 16.265.213	\$ 8.876.210	\$ 50.918.769	\$ 69.313.189	\$ 6.397.330
30	\$ 113.878.868	\$ 4.944.445	\$ 118.823.313	\$ 18.207.000	\$ 855.429	\$ 6.894.263	\$ 16.372.737	\$ 6.180.556	\$ 48.509.986	\$ 70.313.327	\$ 4.029.555
35	\$ 114.188.213	\$ 4.667.700	\$ 118.855.912	\$ 18.207.000	\$ 1.066.078	\$ 6.771.233	\$ 16.417.213	\$ 5.834.624	\$ 48.296.148	\$ 70.559.764	\$ 2.510.806
40	\$ 112.483.222	\$ 4.569.036	\$ 117.052.258	\$ 17.491.725	\$ 1.769.862	\$ 6.479.165	\$ 16.172.081	\$ 5.711.295	\$ 47.624.128	\$ 69.428.131	\$ 1.534.010
45	\$ 116.970.776	\$ 4.685.049	\$ 121.655.825	\$ 17.491.725	\$ 1.232.365	\$ 8.074.652	\$ 16.817.271	\$ 5.856.311	\$ 49.472.325	\$ 72.183.501	\$ 990.301
50	\$ 138.652.517	\$ 4.933.269	\$ 143.585.786	\$ 17.491.725	\$ 1.163.388	\$ 13.405.233	\$ 19.934.526	\$ 6.166.586	\$ 58.161.458	\$ 85.424.328	\$ 727.692
55	\$ 121.794.356	\$ 5.173.448	\$ 126.967.803	\$ 17.491.725	\$ 1.138.797	\$ 9.334.141	\$ 17.510.773	\$ 6.466.810	\$ 51.942.246	\$ 75.025.557	\$ 396.836
60	\$ 119.755.182	\$ 4.924.914	\$ 124.680.096	\$ 17.491.725	\$ 1.167.713	\$ 8.811.700	\$ 17.217.594	\$ 6.156.143	\$ 50.844.875	\$ 73.835.221	\$ 242.495
65	\$ 119.227.893	\$ 4.851.977	\$ 124.079.870	\$ 17.491.725	\$ 1.229.579	\$ 8.625.443	\$ 17.141.784	\$ 6.064.971	\$ 50.553.503	\$ 73.526.367	\$ 149.940
70	\$ 120.361.550	\$ 4.840.279	\$ 125.201.829	\$ 17.491.725	\$ 1.289.442	\$ 8.844.453	\$ 17.304.774	\$ 6.050.348	\$ 50.980.742	\$ 74.221.086	\$ 93.981
75	\$ 122.051.055	\$ 4.862.112	\$ 126.913.166	\$ 17.491.725	\$ 1.227.497	\$ 9.313.043	\$ 17.547.680	\$ 6.077.639	\$ 51.657.584	\$ 75.255.582	\$ 59.168
80	\$ 123.847.577	\$ 4.901.172	\$ 128.748.750	\$ 17.491.725	\$ 1.209.318	\$ 9.766.453	\$ 17.805.971	\$ 6.126.466	\$ 52.399.933	\$ 76.348.816	\$ 37.272
85	\$ 121.904.405	\$ 4.925.727	\$ 126.830.131	\$ 17.491.725	\$ 1.206.402	\$ 9.297.271	\$ 17.526.595	\$ 6.157.158	\$ 51.679.152	\$ 75.150.979	\$ 22.780
90	\$ 121.358.530	\$ 4.924.914	\$ 126.283.444	\$ 17.491.725	\$ 1.211.844	\$ 9.159.579	\$ 17.448.113	\$ 6.156.143	\$ 51.467.404	\$ 74.816.040	\$ 14.082
95	\$ 121.305.309	\$ 4.894.134	\$ 126.199.443	\$ 17.491.725	\$ 1.221.580	\$ 9.137.496	\$ 17.440.461	\$ 6.117.667	\$ 51.408.929	\$ 74.790.514	\$ 8.741
100	\$ 121.498.723	\$ 4.890.240	\$ 126.388.963	\$ 17.491.725	\$ 1.227.700	\$ 9.178.712	\$ 17.468.269	\$ 6.112.800	\$ 51.479.206	\$ 74.909.758	\$ 5.436
										VAN en miles	\$ 140.749

Aclaraciones de la tabla A. 6, A. 9 y A. 12: Raleo (R), Costos (C), Valor Actual Neto (VAN) e Ingresos menos Costos actualizado (I-C actualizado)

Tabla A. 7. Resultado individual de biodiversidad 4083 (adimensional) del E1.

Año	Valores de Biodiversidad
-	220
5	218
10	208
15	207
20	192
25	184
30	200
35	206
40	193
45	182
50	201
55	176
60	175
65	174
70	190
75	194
80	194
85	192
90	192
95	192
100	192
Suma total	4.083

Tabla A. 8. Registro de raleos (R), corta final y suma de ambos, en volumen (m³) y en masa o peso (Mg) del E2

Año	2° R M3	2° R Masa	3° R M3	3° R Masa	Tala Rasa M3	Tala Rasa Mg	M3 Total	MasaTotal
0					24.100	20.485	24.100	20.485
5					24.100	20.485	24.100	20.485
10					24.100	20.485	24.100	20.485
15		-			24.100	20.485	24.100	20.485
20	11.304	9.609			24.100	20.485	35.404	30.094
25	11.013	9.361		-	24.100	20.485	35.113	29.846
30	11.473	9.752		-	24.100	20.485	35.573	30.237
35	10.968	9.323		-	24.100	20.485	35.068	29.808
40	11.130	9.460		-	24.100	20.485	35.230	29.945
45	12.832	10.907		-	24.100	20.485	36.932	31.392
50	19.575	16.639		-	24.100	20.485	43.675	37.124
55	16.468	13.998		-	19.009	16.158	35.477	30.156
60	12.857	10.928		-	19.009	16.158	31.866	27.086
65	2.030	1.726			19.009	16.158	29.772	25.306
70	2.063	1.754		-	19.009	16.158	21.072	17.911
75	2.097	1.783	8.733	7.423	19.009	16.158	29.839	25.363
80	2.111	1.794	8.855	7.527	19.009	16.158	29.975	25.479
85	2.034	1.729	8.962	7.617	19.009	16.158	30.004	25.504
90	1.992	1.693	9.108	7.742	19.009	16.158	30.109	25.592
95	1.996	1.696	9.258	7.869	19.009	16.158	30.262	25.723
100	2.229	1.895	9.318	7.920	19.009	16.158	30.556	25.973

Tabla A. 9. Evolución económica del plan de manejo en el período de 100 años del E2.

Año	Venta de Madera	Credito fiscal	Ingresos Totales	C. tala rasa	C. 2° R.	C. 3er R.	C. 3° R.	C. de Flete	C. de Plantación	C. totales	Ingresos-Costos	I-C actualizado
0	\$ 70.731.779	\$ 3.044.555	\$ 73.776.334	\$ 15.671.025				\$ 10.169.339	\$ 3.805.694	\$ 29.646.058	\$ 44.130.275	\$ 44.130.275
5	\$ 70.731.779	\$ 2.966.076	\$ 73.697.854	\$ 15.671.025				\$ 10.169.339	\$ 3.707.595	\$ 29.547.959	\$ 44.149.895	\$ 27.413.611
10	\$ 70.731.779	\$ 3.089.919	\$ 73.821.698	\$ 15.671.025				\$ 10.169.339	\$ 3.862.399	\$ 29.702.763	\$ 44.118.935	\$ 17.009.759
15	\$ 70.731.779	\$ 2.954.073	\$ 73.685.852	\$ 15.671.025	\$ -			\$ 10.169.339	\$ 3.692.591	\$ 29.532.956	\$ 44.152.896	\$ 10.569.852
20	\$ 103.909.238	\$ 2.997.574	\$ 106.906.812	\$ 15.671.025	\$ 8.565.467			\$ 14.939.371	\$ 3.746.967	\$ 42.922.831	\$ 63.983.981	\$ 9.510.811
25	\$ 103.054.021	\$ 3.455.984	\$ 106.510.005	\$ 15.671.025	\$ 8.344.675	\$ -		\$ 14.816.414	\$ 4.319.980	\$ 43.152.094	\$ 63.357.911	\$ 5.847.682
30	\$ 104.403.582	\$ 5.272.182	\$ 109.675.764	\$ 15.671.025	\$ 8.693.093	\$ -		\$ 15.010.445	\$ 6.590.228	\$ 45.964.790	\$ 63.710.974	\$ 3.651.184
35	\$ 102.923.226	\$ 4.435.350	\$ 107.358.576	\$ 15.671.025	\$ 8.310.907	\$ -		\$ 14.797.609	\$ 5.544.188	\$ 44.323.729	\$ 63.034.847	\$ 2.243.038
40	\$ 103.397.267	\$ 3.462.672	\$ 106.859.940	\$ 15.671.025	\$ 8.433.291	\$ -		\$ 14.865.764	\$ 4.328.340	\$ 43.298.420	\$ 63.561.519	\$ 1.404.387
45	\$ 108.392.707	\$ 3.137.829	\$ 111.530.536	\$ 15.671.025	\$ 9.722.970	\$ -		\$ 15.583.974	\$ 3.922.286	\$ 44.900.256	\$ 66.630.280	\$ 914.115
50	\$ 128.184.378	\$ 3.514.590	\$ 131.698.968	\$ 15.671.025	\$ 14.832.612	\$ -		\$ 18.429.488	\$ 4.393.237	\$ 53.326.361	\$ 78.372.606	\$ 667.621
55	\$ 104.123.437	\$ 3.564.049	\$ 107.687.486	\$ 12.360.602	\$ 12.478.291	\$ -		\$ 14.970.167	\$ 4.455.061	\$ 44.264.122	\$ 63.423.364	\$ 335.468
60	\$ 93.523.868	\$ 3.606.802	\$ 97.130.669	\$ 12.360.602	\$ 9.741.786	\$ -		\$ 13.446.233	\$ 4.508.502	\$ 40.057.123	\$ 57.073.546	\$ 187.445
65	\$ 87.377.788	\$ 3.665.658	\$ 91.043.446	\$ 12.360.602	\$ 1.538.233	\$ -		\$ 12.562.591	\$ 4.582.073	\$ 31.043.499	\$ 59.999.947	\$ 122.356
70	\$ 61.845.474	\$ 3.725.899	\$ 65.571.373	\$ 12.360.602	\$ 1.563.335	\$ -		\$ 8.891.726	\$ 4.657.374	\$ 27.473.037	\$ 38.098.336	\$ 48.241
75	\$ 87.574.529	\$ 3.750.238	\$ 91.324.767	\$ 12.360.602	\$ 1.589.026	\$ 7.784.484	\$ 6.224.469	\$ 12.590.877	\$ 4.687.797	\$ 45.237.255	\$ 46.087.512	\$ 36.235
80	\$ 87.975.410	\$ 3.613.004	\$ 91.588.413	\$ 12.360.602	\$ 1.599.406	\$ 6.312.063	\$ 6.312.063	\$ 12.648.513	\$ 4.516.255	\$ 43.748.902	\$ 47.839.511	\$ 23.355
85	\$ 88.060.473	\$ 3.538.853	\$ 91.599.326	\$ 12.360.602	\$ 1.540.879	\$ 6.387.779	\$ 6.387.779	\$ 12.660.742	\$ 4.423.566	\$ 43.761.348	\$ 47.837.978	\$ 14.501
90	\$ 88.367.182	\$ 3.545.722	\$ 91.912.904	\$ 12.360.602	\$ 1.509.255	\$ 6.492.016	\$ 6.492.016	\$ 12.704.839	\$ 4.432.152	\$ 43.990.881	\$ 47.922.023	\$ 9.020
95	\$ 88.817.828	\$ 3.960.314	\$ 92.778.142	\$ 12.360.602	\$ 1.512.184	\$ 6.598.706	\$ 6.598.706	\$ 12.769.630	\$ 4.950.392	\$ 44.790.220	\$ 47.987.922	\$ 5.608
100	\$ 89.680.188	\$ 4.366.757	\$ 94.046.946	\$ 12.360.602	\$ 1.689.000	\$ 6.641.810	\$ 6.641.810	\$ 12.893.614	\$ 5.458.447	\$ 45.685.283	\$ 48.361.663	\$ 3.509
											VAN en miles	\$ 124.148

Tabla A. 10. Valores de biodiversidad por período y total (4705). Unidad adimensional del E2.

Año	Valores de Biodiversidad
0	220
5	218
10	210
15	205
20	219
25	183
30	196
35	217
40	197
45	186
50	197
55	191
60	196
65	220
70	229
75	229
80	246
85	272
90	280
95	291
100	303
Total	4.705

Tabla A. 11. Registro de raleos (R), corta final y suma de ambos, en volumen (m³) y en masa (Mg) del E3.

Año	2° R Vol.	2° R Masa	3° R Vol.	3° R Masa	Tala rasa M3	Tala rasa Mg	VolumTotal	MasaTotal
0					21.750	18.488	21.750	18.488
5					21.750	18.488	21.750	18.488
10					21.750	18.488	21.750	18.488
15	904	768			21.750	18.488	22.654	19.256
20	877	745			21.750	18.488	22.627	19.233
25	910	773	7.278	6.187	21.750	18.488	29.938	25.447
30	904	768	7.061	6.002	21.750	18.488	29.714	25.257
35	1.129	960	7.324	6.225	21.750	18.488	30.203	25.672
40	1.814	1.542	7.275	6.184	21.518	18.290	30.607	26.016
45	1.403	1.192	9.089	7.726	21.518	18.290	32.010	27.208
50	1.199	1.019	14.609	12.418	21.518	18.290	37.326	31.727
55	1.190	1.011	11.295	9.601	21.518	18.290	34.003	28.903
60	1.229	1.045	9.654	8.206	21.518	18.290	32.401	27.541
65	1.303	1.107	9.581	8.143	21.518	18.290	32.401	27.541
70	1.363	1.158	9.899	8.414	21.518	18.290	32.780	27.863
75	1.294	1.100	10.488	8.915	21.518	18.290	33.300	28.305
80	1.284	1.092	10.973	9.327	21.518	18.290	33.775	28.709
85	1.269	1.079	10.417	8.855	21.518	18.290	33.204	28.224
90	1.278	1.086	10.340	8.789	21.518	18.290	33.136	28.165
95	1.293	1.099	10.219	8.686	21.518	18.290	33.030	28.076
100	1.297	1.103	10.290	8.747	21.518	18.290	33.105	28.140

Tabla A. 12. Evolución económica del plan de manejo en el período de 100 años del E3.

Año	Venta de Madera	Credito fiscal	Ingresos Totales	C. tala rasa	C. 2° R.	C. 3° R.	C. de Flete	C. de Plantación	C. totales	Ingresos-Costos	I-E actualizado
0	\$ 63.834.696	\$ 2.748.083	\$ 66.582.779	\$ 14.142.938			\$ 9.177.723	\$ 3.435.103	\$ 26.755.764	\$ 39.827.015	\$ 39.827.015
5	\$ 63.834.696	\$ 2.666.020	\$ 66.500.717	\$ 14.142.938			\$ 9.177.723	\$ 3.332.525	\$ 26.653.186	\$ 39.847.531	\$ 24.742.181
10	\$ 63.834.696	\$ 2.765.340	\$ 66.600.036	\$ 14.142.938			\$ 9.177.723	\$ 3.456.674	\$ 26.777.335	\$ 39.822.701	\$ 15.353.375
15	\$ 66.487.736	\$ 2.746.810	\$ 69.234.546	\$ 14.142.938	\$ 684.939		\$ 9.559.159	\$ 3.433.513	\$ 27.820.548	\$ 41.413.998	\$ 9.914.182
20	\$ 66.408.511	\$ 3.431.840	\$ 69.840.351	\$ 14.142.938	\$ 664.485		\$ 9.547.769	\$ 4.289.799	\$ 28.644.991	\$ 41.195.360	\$ 6.123.428
25	\$ 87.865.572	\$ 5.515.930	\$ 93.381.502	\$ 14.142.938	\$ 689.240	\$ 5.187.841	\$ 12.632.721	\$ 6.894.913	\$ 39.547.651	\$ 53.833.851	\$ 4.968.649
30	\$ 87.209.803	\$ 4.264.867	\$ 91.474.670	\$ 14.142.938	\$ 684.621	\$ 5.032.923	\$ 12.538.439	\$ 5.331.084	\$ 37.730.004	\$ 53.744.666	\$ 3.080.029
35	\$ 88.643.161	\$ 3.644.990	\$ 92.288.151	\$ 14.142.938	\$ 855.360	\$ 5.220.418	\$ 12.744.517	\$ 4.556.238	\$ 37.519.470	\$ 54.768.680	\$ 1.948.894
40	\$ 89.829.625	\$ 3.617.376	\$ 93.447.001	\$ 13.991.944	\$ 1.374.803	\$ 5.185.438	\$ 12.915.099	\$ 4.521.720	\$ 37.989.004	\$ 55.457.997	\$ 1.225.340
45	\$ 93.946.646	\$ 3.737.731	\$ 97.684.377	\$ 13.991.944	\$ 1.062.985	\$ 6.478.639	\$ 13.507.017	\$ 4.672.164	\$ 39.712.749	\$ 57.971.628	\$ 795.325
50	\$ 109.548.095	\$ 3.960.075	\$ 113.508.170	\$ 13.991.944	\$ 908.486	\$ 10.412.993	\$ 15.750.088	\$ 4.950.094	\$ 46.013.605	\$ 67.494.565	\$ 574.956
55	\$ 99.796.772	\$ 4.143.229	\$ 103.940.000	\$ 13.991.944	\$ 901.603	\$ 8.051.232	\$ 14.348.108	\$ 5.179.036	\$ 42.471.923	\$ 61.468.077	\$ 325.126
60	\$ 95.094.587	\$ 3.933.365	\$ 99.027.952	\$ 13.991.944	\$ 931.601	\$ 6.881.026	\$ 13.672.060	\$ 4.916.706	\$ 40.393.337	\$ 58.634.615	\$ 192.572
65	\$ 95.094.590	\$ 3.904.025	\$ 98.998.615	\$ 13.991.944	\$ 987.018	\$ 6.828.895	\$ 13.672.060	\$ 4.880.031	\$ 40.359.948	\$ 58.638.666	\$ 119.580
70	\$ 96.206.945	\$ 3.858.375	\$ 100.065.319	\$ 13.991.944	\$ 1.032.668	\$ 7.056.102	\$ 13.831.987	\$ 4.822.968	\$ 40.735.670	\$ 59.329.650	\$ 75.125
75	\$ 97.732.646	\$ 3.885.370	\$ 101.618.016	\$ 13.991.944	\$ 980.361	\$ 7.475.844	\$ 14.051.342	\$ 4.856.712	\$ 41.356.204	\$ 60.261.813	\$ 47.380
80	\$ 99.127.996	\$ 3.932.180	\$ 103.060.176	\$ 13.991.944	\$ 973.048	\$ 7.821.602	\$ 14.251.956	\$ 4.915.225	\$ 41.953.776	\$ 61.106.401	\$ 29.831
85	\$ 97.452.630	\$ 3.943.732	\$ 101.396.362	\$ 13.991.944	\$ 961.670	\$ 7.425.421	\$ 14.011.084	\$ 4.929.665	\$ 41.319.783	\$ 60.076.579	\$ 18.211
90	\$ 97.250.626	\$ 3.933.365	\$ 101.183.991	\$ 13.991.944	\$ 968.399	\$ 7.370.032	\$ 13.982.041	\$ 4.916.706	\$ 41.229.121	\$ 59.954.869	\$ 11.285
95	\$ 96.940.975	\$ 3.915.256	\$ 100.856.231	\$ 13.991.944	\$ 980.066	\$ 7.283.854	\$ 13.937.521	\$ 4.894.070	\$ 41.087.455	\$ 59.768.776	\$ 6.985
100	\$ 97.161.963	\$ 3.907.099	\$ 101.069.062	\$ 13.991.944	\$ 982.945	\$ 7.334.815	\$ 13.969.293	\$ 4.883.873	\$ 41.162.871	\$ 59.906.191	\$ 4.347
										VAN en miles	\$ 109.384

Tabla A. 13. Valores totales de biodiversidad por período y la suma total (4.660) de todos los períodos perteneciente al E3.

Tabla de resultados de Biodiversidad	
Años	Valor de Biodiversidad
0	220
5	237
10	219
15	219
20	190
25	210
30	218
35	226
40	213
45	271
50	232
55	224
60	221
65	220
70	222
75	223
80	209
85	222
90	221
95	221
100	221
Total	4.660

II. Gráficos

Gráfico A. 1. Climograma de Bernardo Irigoyen. Temperaturas y precipitaciones.

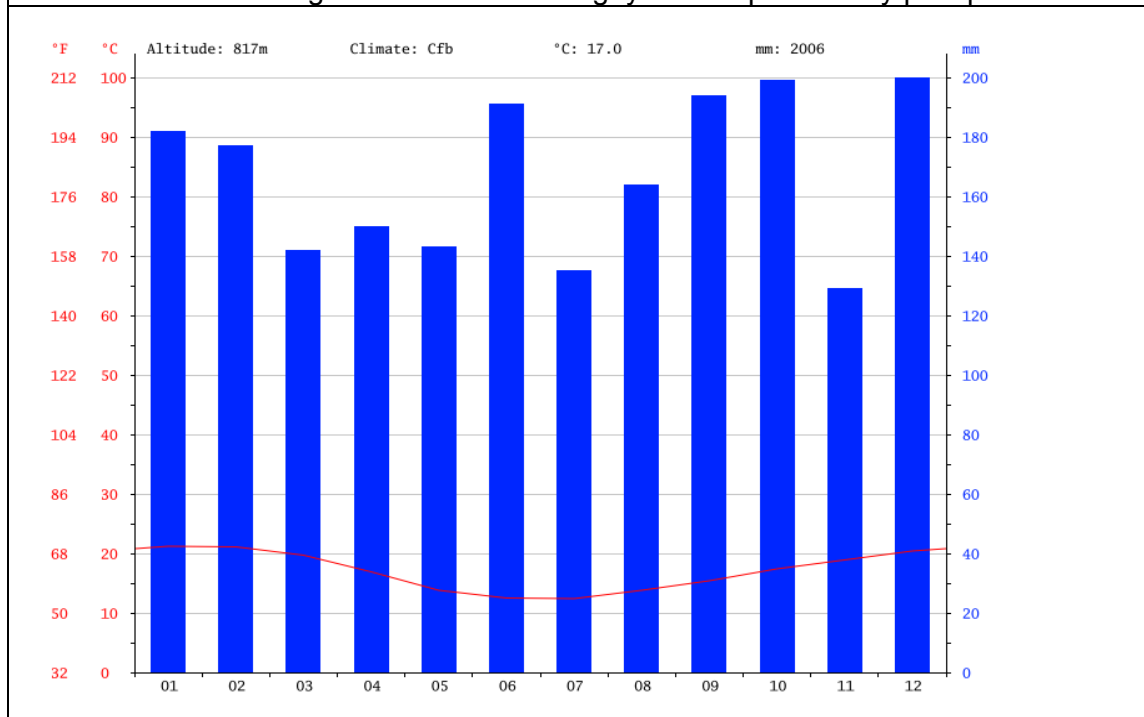


Gráfico A. 2. Superficies (ha) cosechadas por clases de edad del E1.

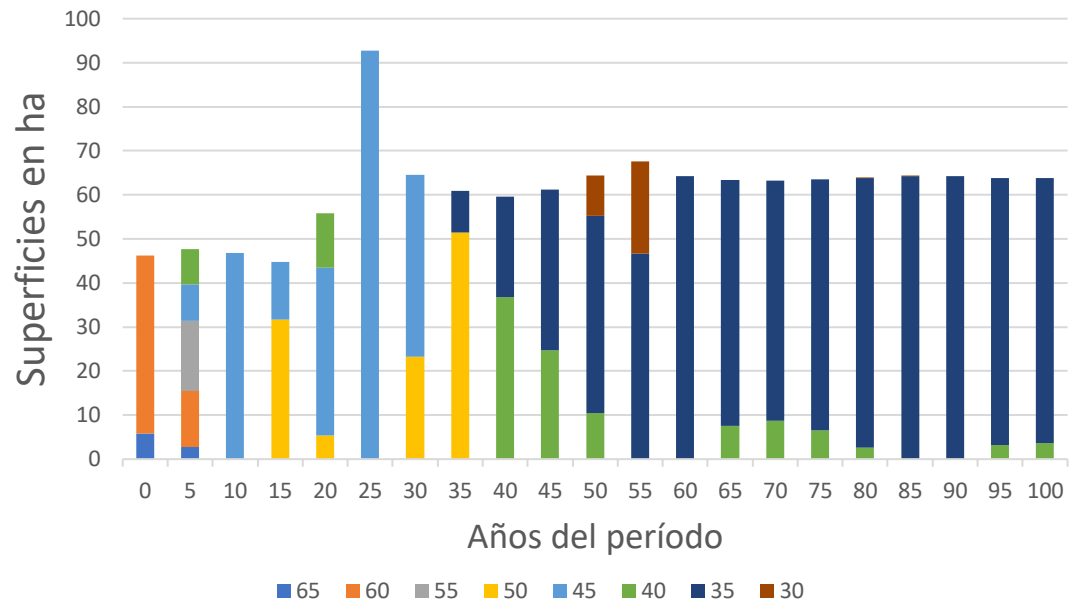
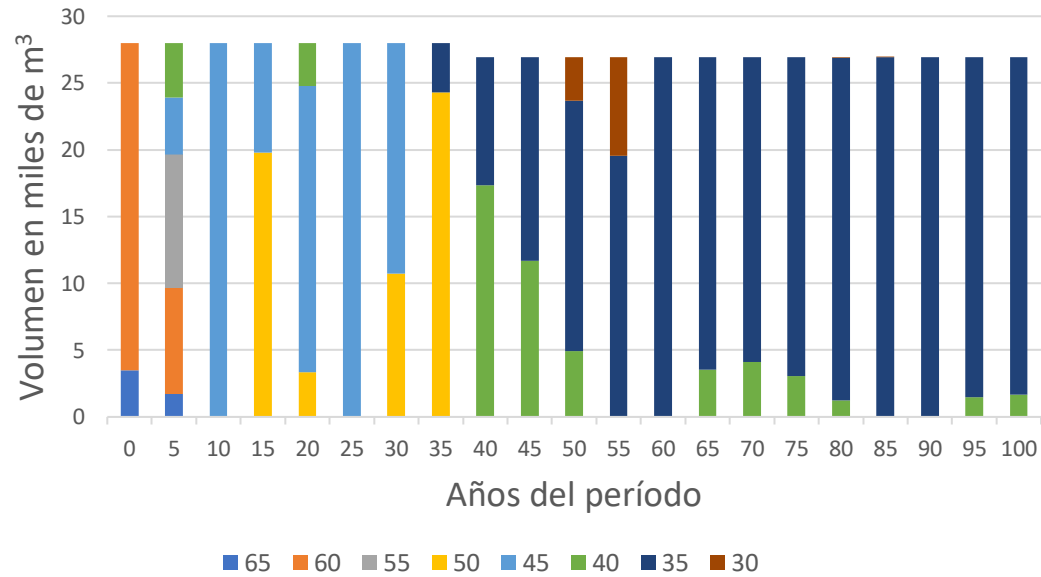
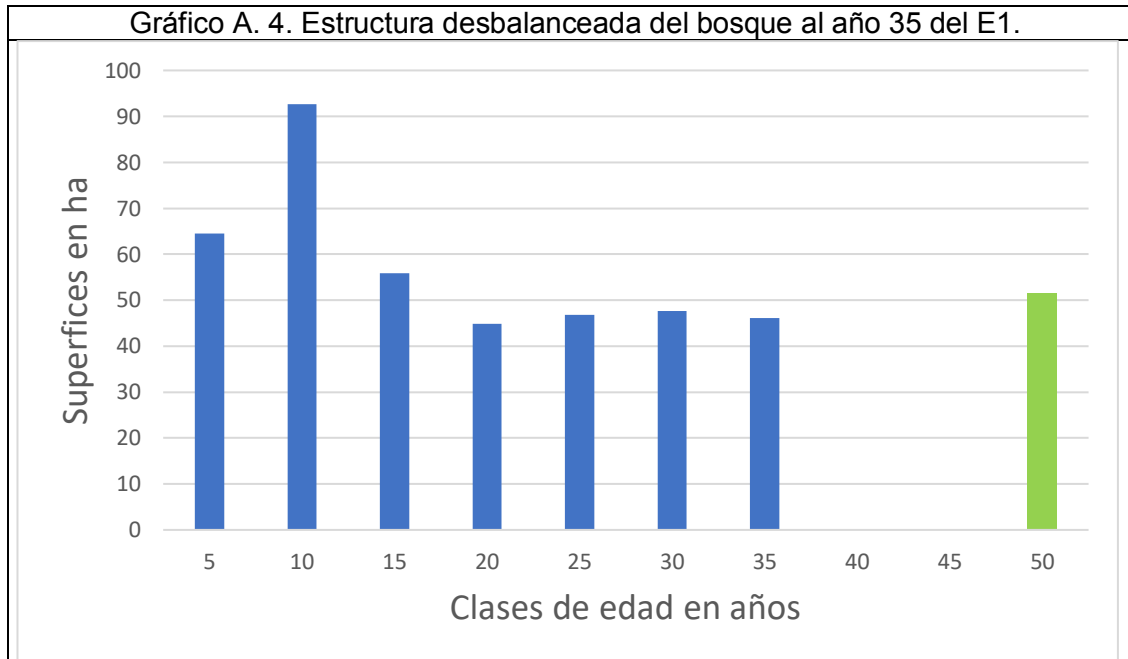


Gráfico A. 3. Volumen cosechado por clase de edad en todo el período de planificación del E1.



Aclaración de los gráficos A. 2 y A. 3: las referencias de colores corresponden a las clases de edad en años. Lo mismo para los gráficos posteriores A. 8, A. 9, A. 14 y A. 15



Aclaración del gráfico A. 4: en color verde claro la última clase de edad del bosque pre existente y en color azul las clases del bosque reforestado. La misma aclaración y concepto, pero de distinto color para los gráficos posteriores A. 10 y A. 17

Gráfico A. 5. Estructura forestal en año 70 del E1.

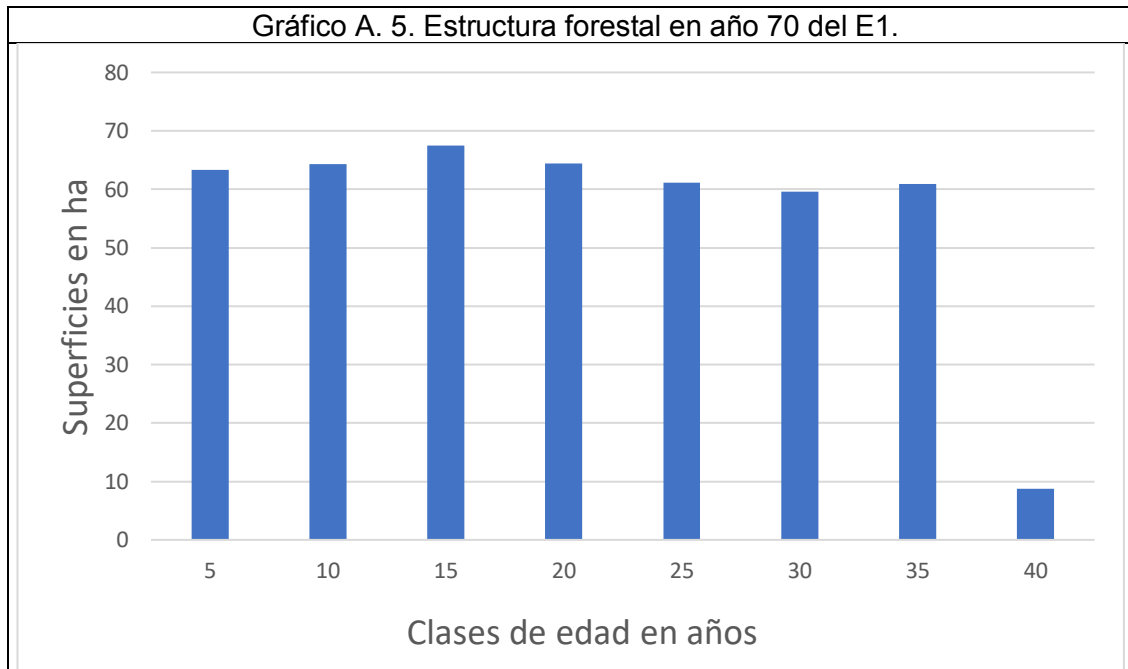
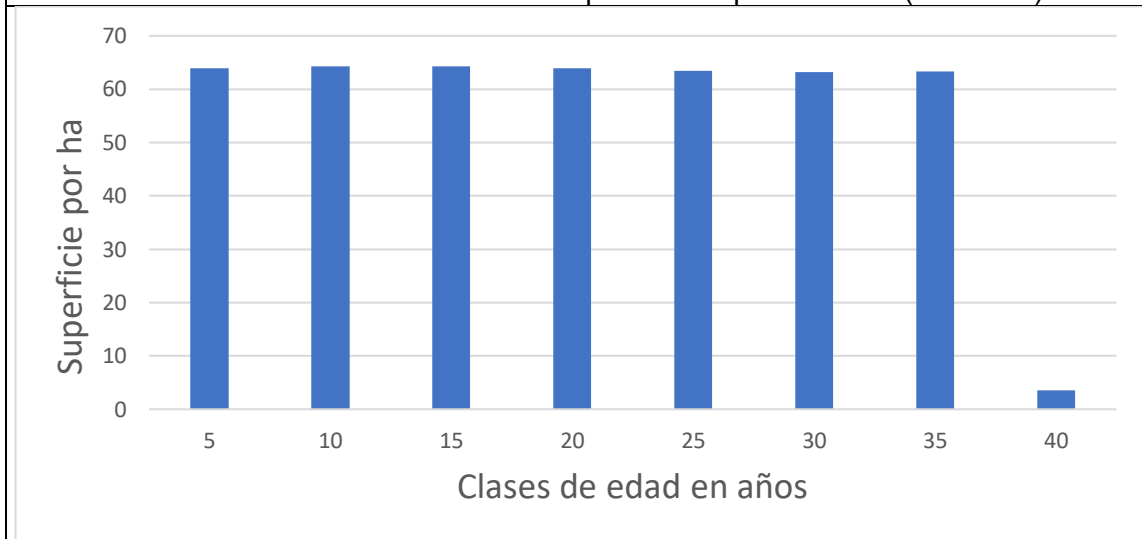
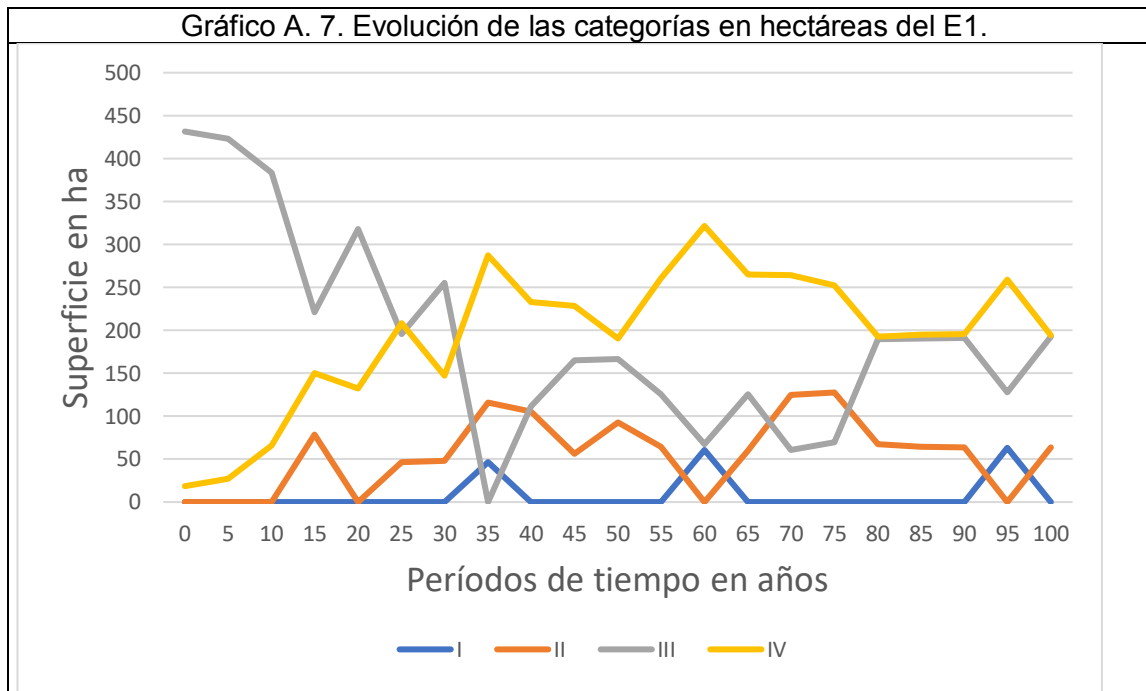


Gráfico A. 6. Estructura forestal al final del período de planificación (100 años) del E1





Aclaración del gráfico A. 7: las referencias corresponden a las diferentes clases de biodiversidad. La misma aclaración para los gráficos posteriores A. 13 y A. 20

Gráfico A. 8. Superficies de corta por clase de edad en todo el período del E2

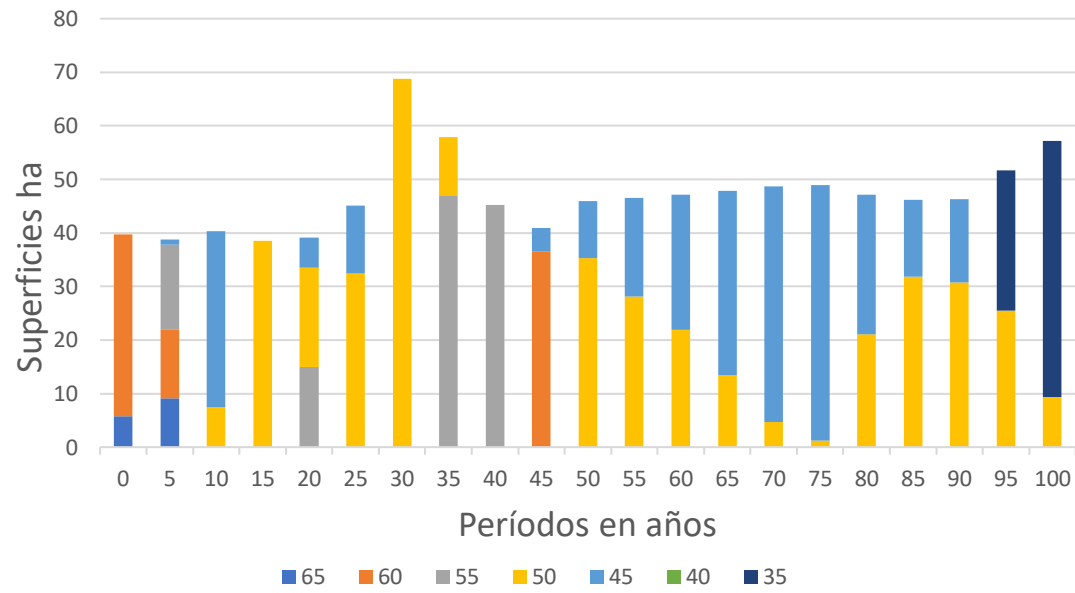


Gráfico A. 9. Volumen cosechado por clase de edad en todos los períodos del E2.

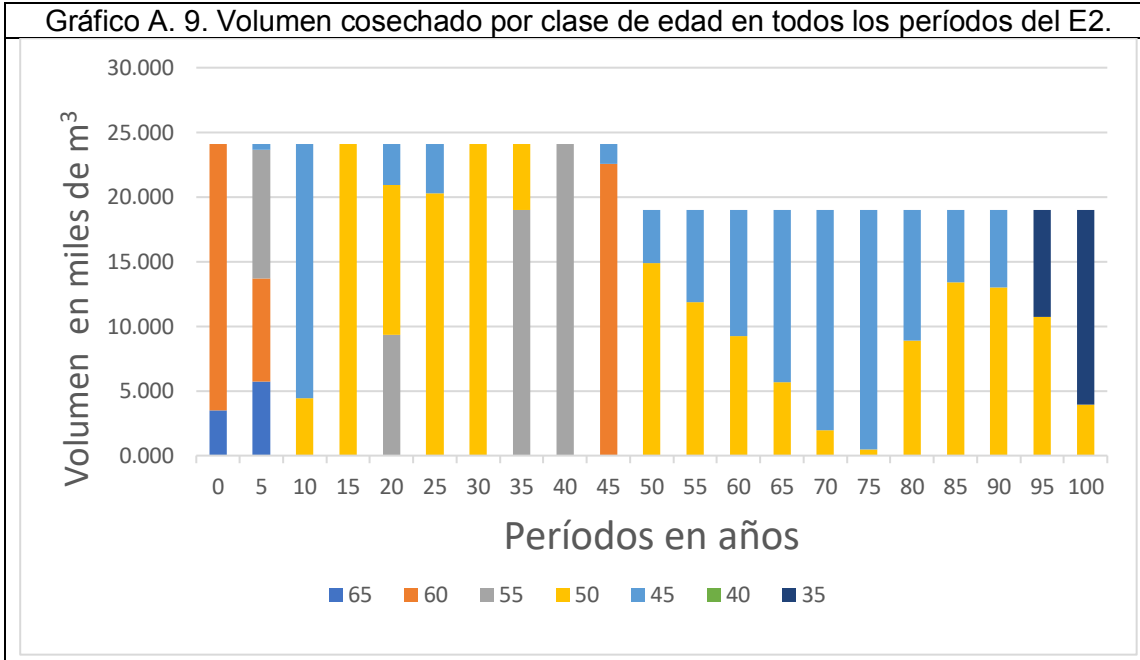
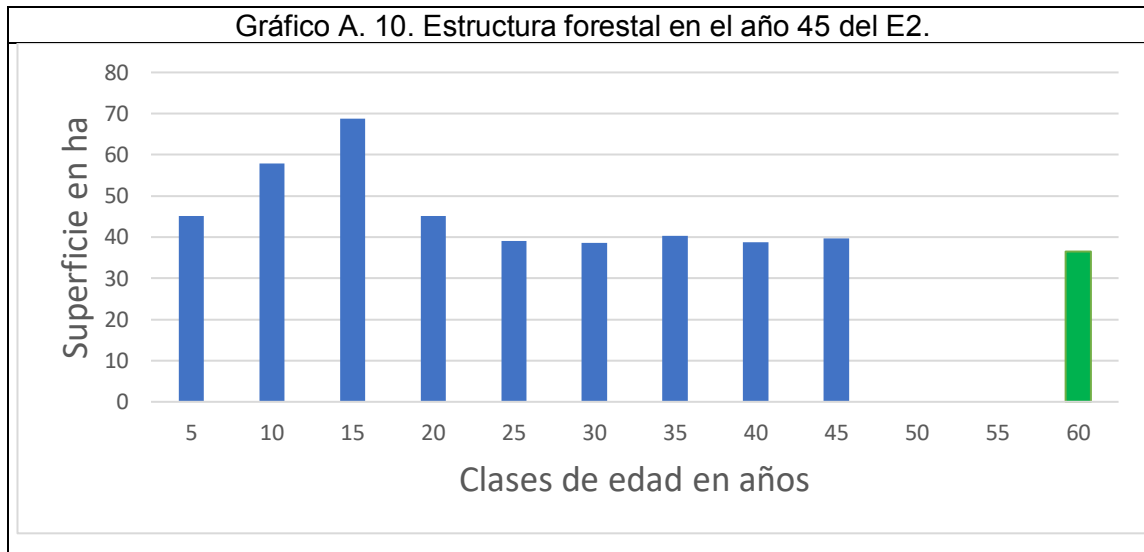
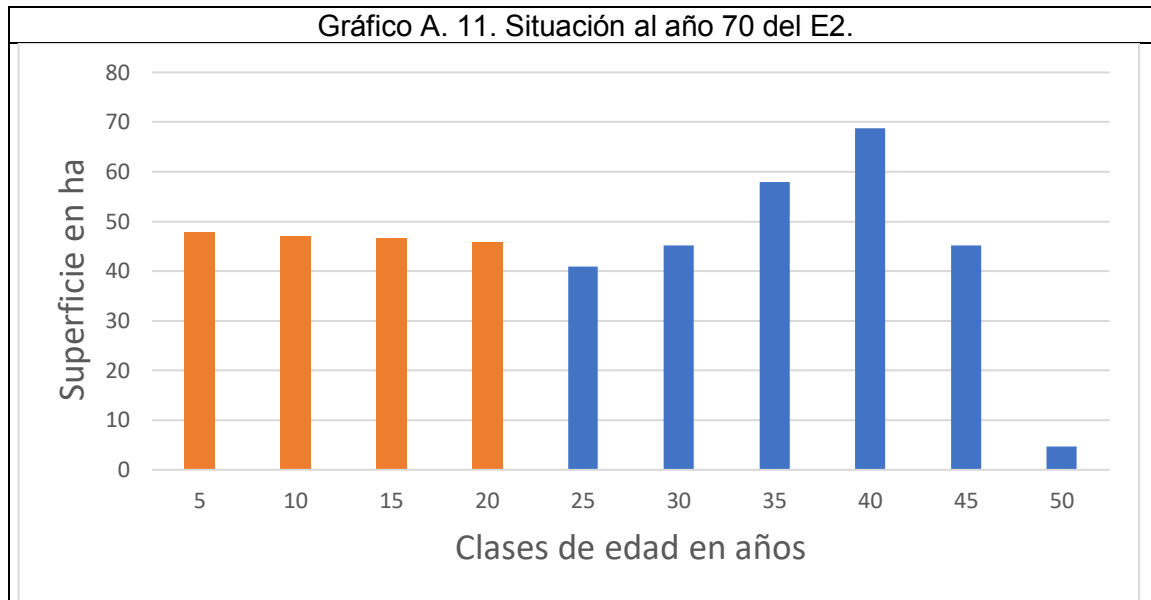
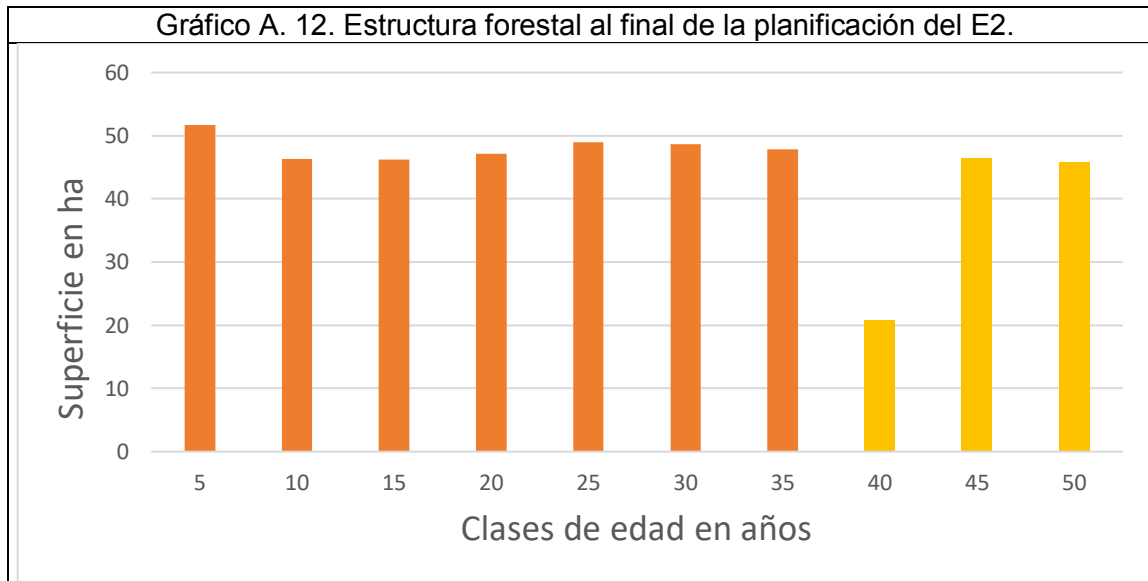


Gráfico A. 10. Estructura forestal en el año 45 del E2.





Aclaración del gráfico A. 11 en rojo el bosque destinado al RS1R, en azul el bosque manejado con el RS2.



Aclaración del gráfico A. 12: en rojo el bosque destinado a RS1 con retenciones (RS1R) y en amarillo clases de edad que han sobrepasado la edad de turno del RS1R.

Gráfico A. 13. Evolución de las categorías de biodiversidad del E2.

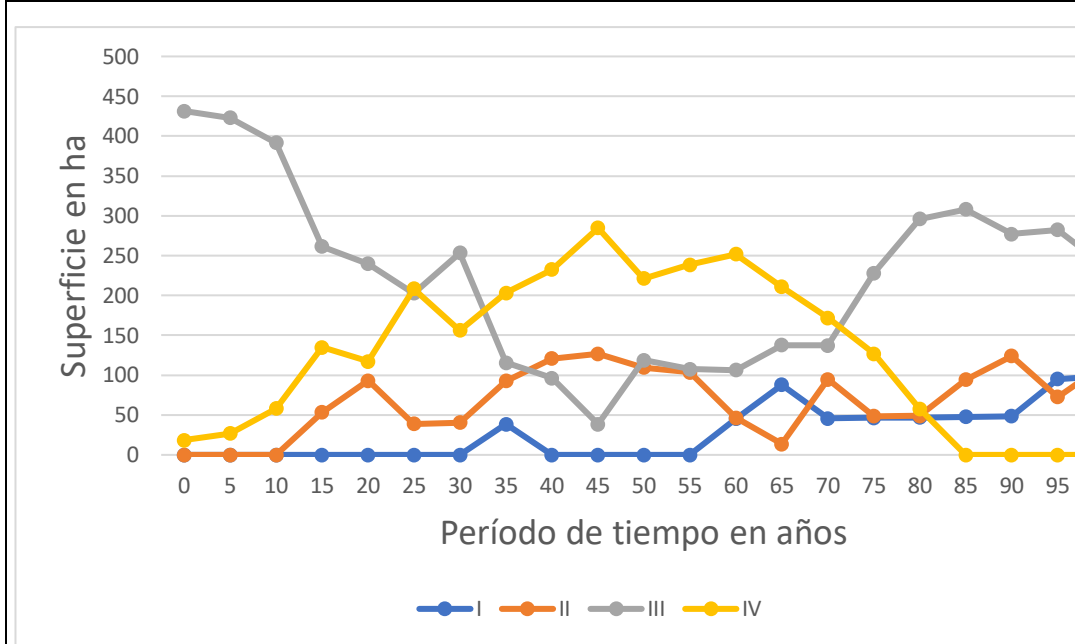


Gráfico A. 14. Superficies cosechadas por clases de edad por período en todo el transcurso de la planificación perteneciente al E3.

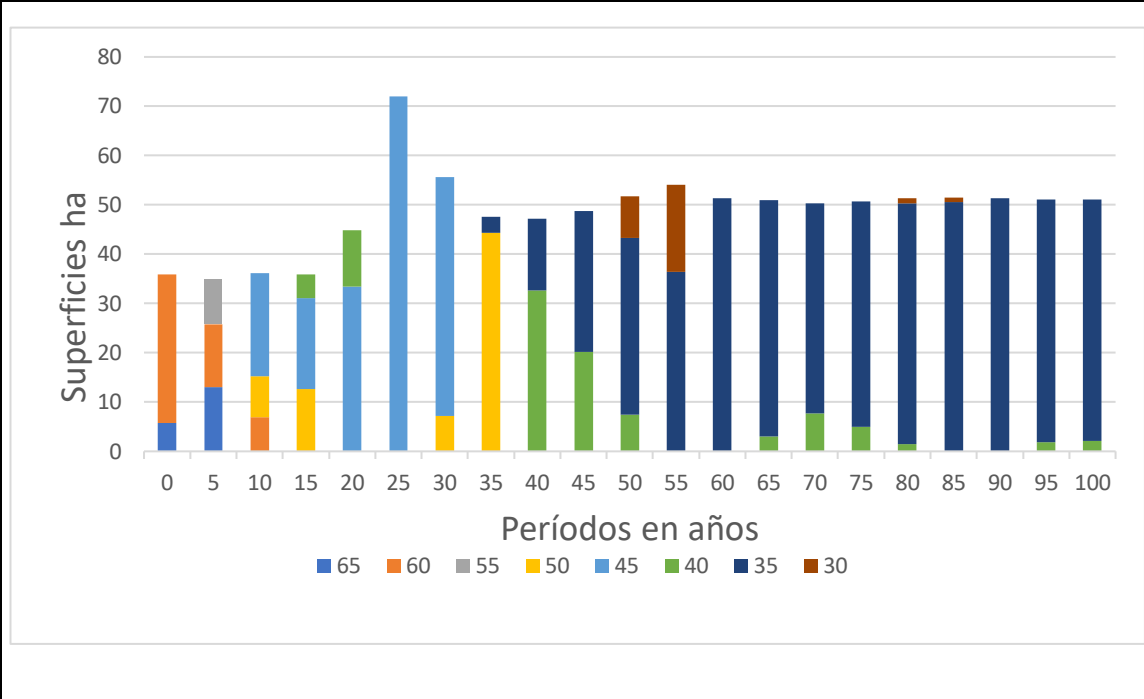


Gráfico 2. Volumen cosechado por período por clase de edad en todo el transcurso de la planificación perteneciente al E3.

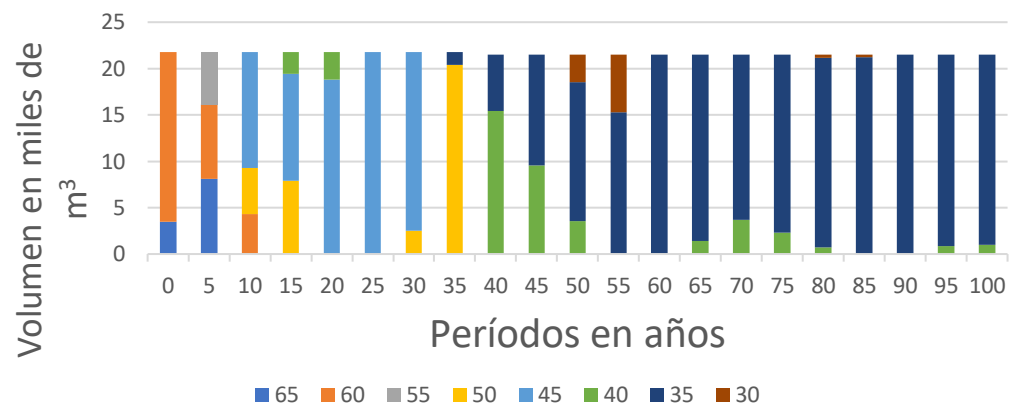
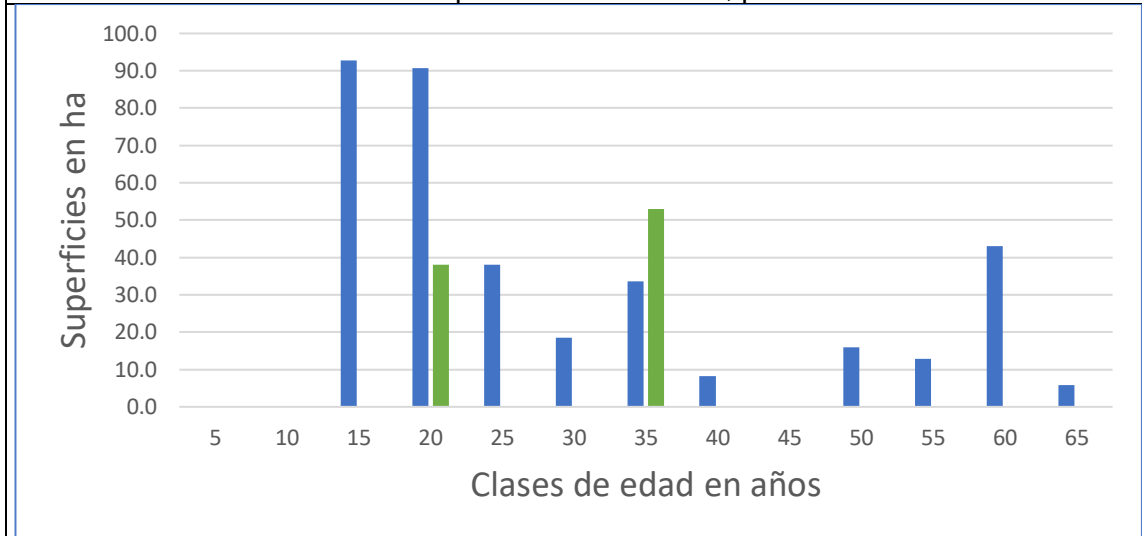


Gráfico A. 16. Estructura del bosque desbalanceada, al inicio de la planificación, con rodales seleccionados para la conservación, pertenecientes al E3



Aclaración del gráfico A. 16: las barras color verde se encuentran destinadas para la conservación y las barras color azul destinadas a la producción.

Gráfico A. 17. Estructura de bosque en el año 35, momento de la transición del bosque preexistente al bosque re forestado, perteneciente al E3.

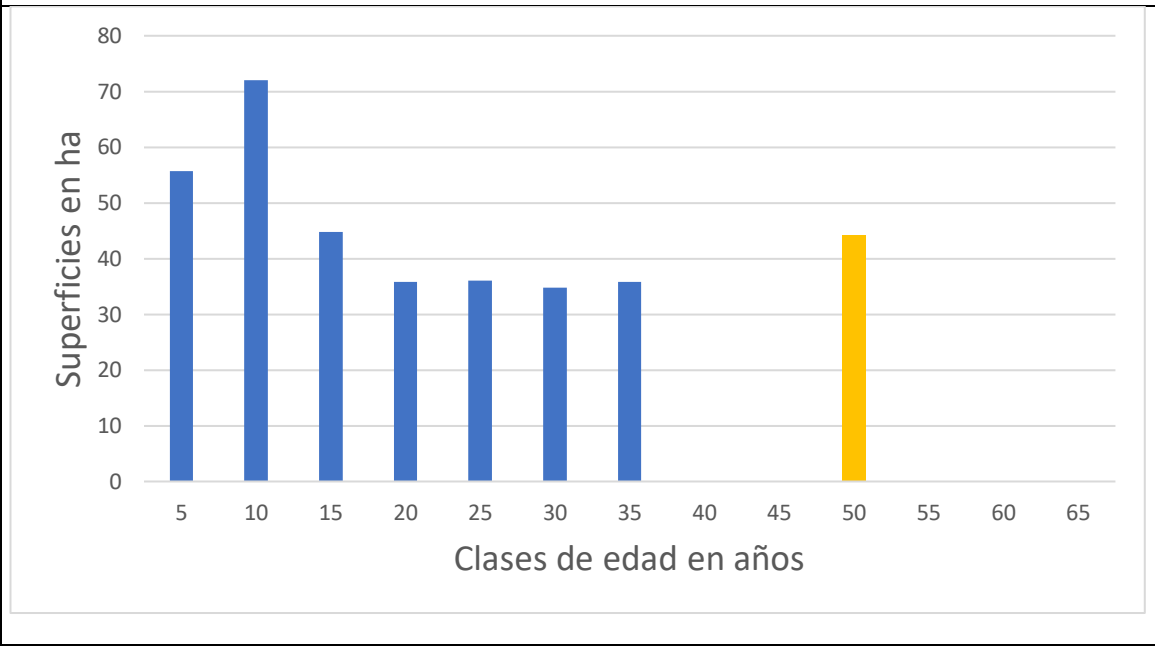


Gráfico 18. Estructura forestal del bosque en el año 70, perteneciente al E3.

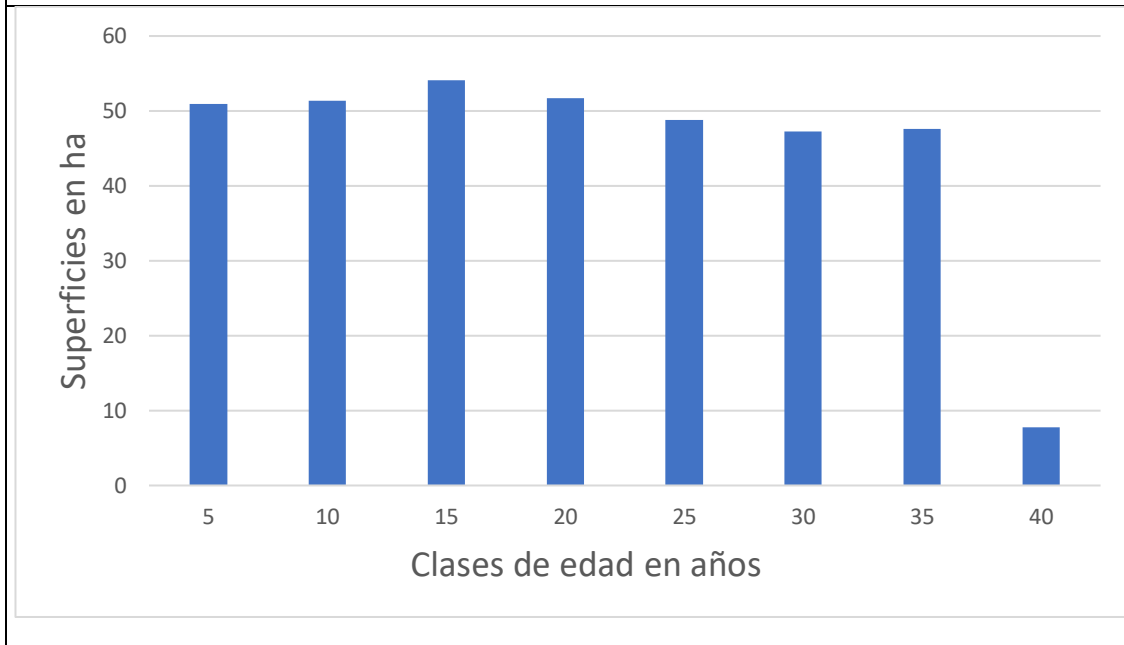


Gráfico 19. Estructura forestal casi perfectamente balanceada en el año 100, perteneciente al E3.

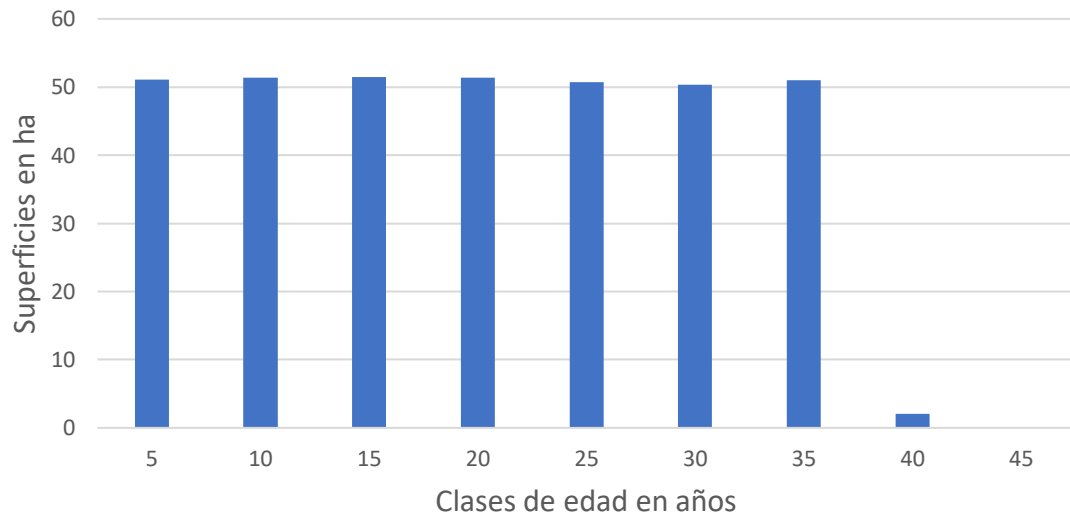
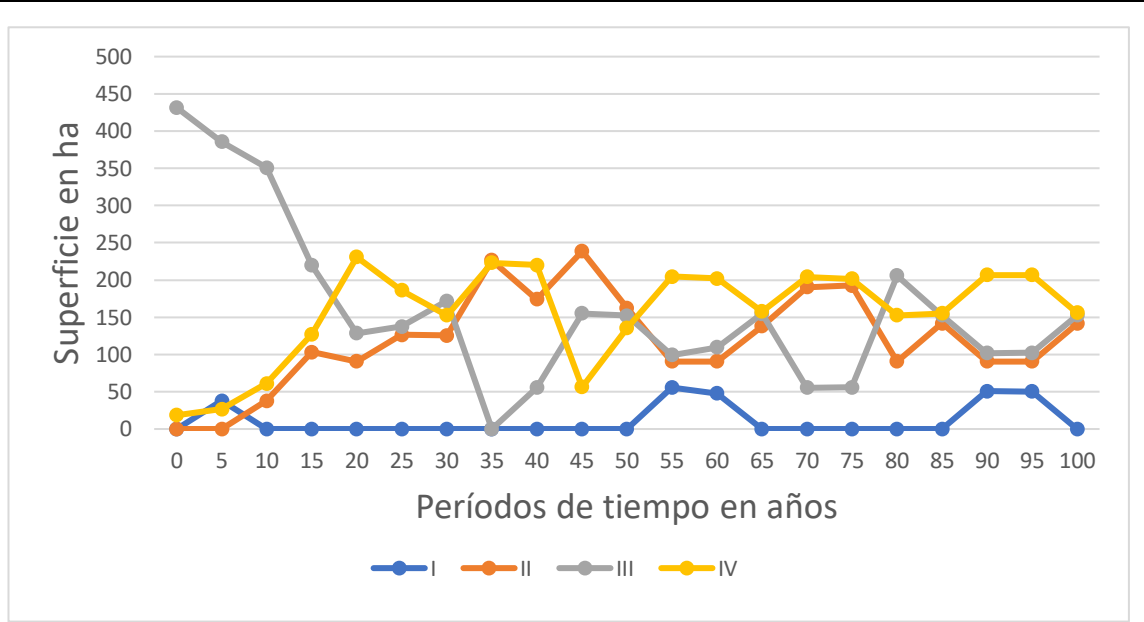


Gráfico 20. Evolución de las categorías de biodiversidad del E3.



III. Figuras

Figura A. 1. Distribución de *Araucaria angustifolia* (modificado de Giraudo, 2001).

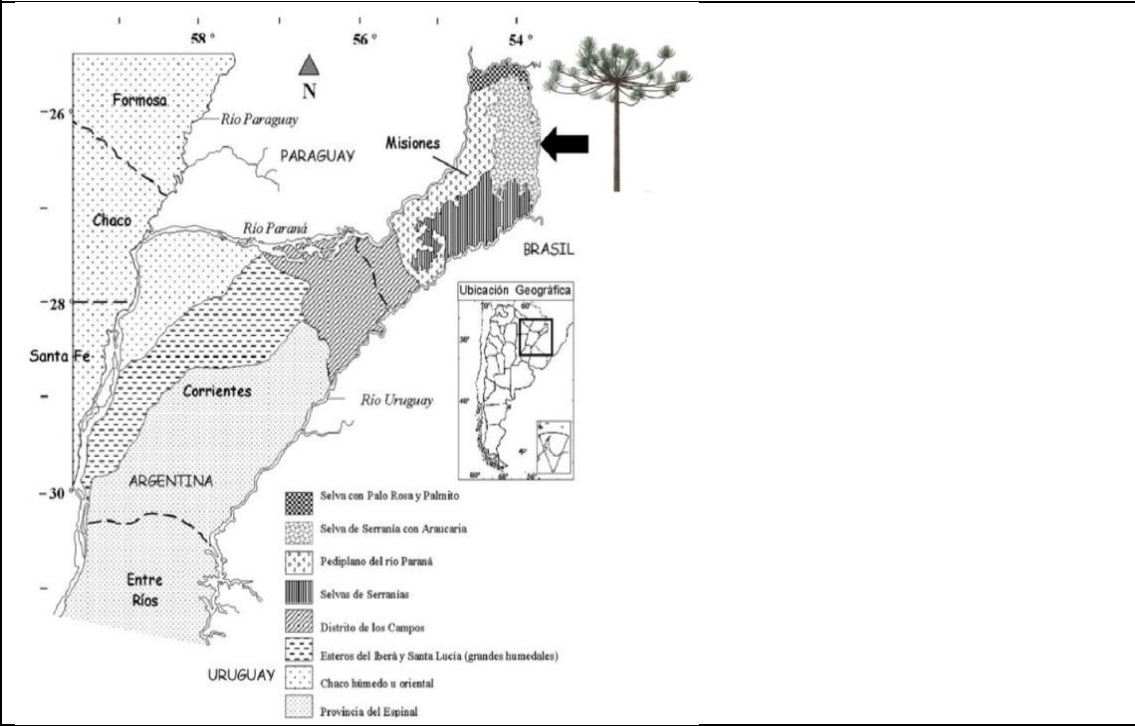


Figura A. 2. Topografía y suelos misioneros. Ubicación, Campo A. Manuel Belgrano (CAMB), San Antonio, Misiones.



Figura A. 3. Morfología de los frutos y semillas de *Araucaria angustifolia*.



Figura A. 4. Rollizos de araucaria en la corta final. Ubicación, CAMB, San Antonio, Misiones.



Figura A. 5. Plantación de 1 año de edad, con dos bosquetes de retención en la lejanía. Ubicación, CAMB, San Antonio, Misiones.



Figura A. 1. Plantación de 8 años de edad, recientemente podada. Ubicación, CAMB, San Antonio, Misiones.



Figura A. 2. Señalización de los bosquetes de retención que no deben ser cortados.
Ubicación, CAMB, San Antonio, Misiones.



Figura A. 3. Vías de saca y rodales posteriores al raleo. Ubicación, CAMB, San Antonio, Misiones.



Figura A. 4. Topadora limpiando el terreno, suelo desnudo y agregado de retención.
Ubicación, CAMB, San Antonio, Misiones.



Figura A. 5. Escollera vegetada, plantación de 2 años (izquierda) y bosque de retención (fondo izquierdo). Ubicación, CAMB, San Antonio, Misiones.

