CONSULTORÍA
INGENIERÍA
GESTIÓN

AGENCIA FINANCIERA
DE DESARROLLO

BANCO MUNDIAL

EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA Y BIODIVERSIDAD POR LAS PLANTACIONES DE EUCALIPTO

INFORME FINAL

PROYETO 05WBG0124R06

CURITIBA – PR
MARZO/2025

STCP Engenharia de Projetos Ltda.
Rua Euzébio da Motta, 450, Juvevê - Curitiba/PR
Brasil - 80530-260 - +55 41 3252-5861
www.stcp.com.br |

ÍNDICE

1 PRESENTACIÓN 7
1.1 ACTIVIDADES DEL ESTUDIO 8
2 METODOLOGÍA 9
3 ALCANCE DEL ESTUDIO 11
3.1 DIVISIÓN GEOPOLÍTICA 12
3.2 ECORREGIONES 15
3.2.1 Bosque Atlántico 18
3.2.2 Cerrado 18
3.2.3 Chaco Húmedo 18
3.3 FORESTACIONES DE EUCALIPTO 19
3.3.1 Potencial comportamiento invasor del Eucalipto en el país 19
3.3.2 Las plantaciones de Eucalipto en Paraguay 20
4 ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL PARAGUAYO 23
4.1 CONSTITUICIÓN NACIONAL 23
4.2 MARCO REGULATORIO NACIONAL EXISTENTE RELEVANTE 24
4.3 OTROS ASPECTOS LEGALES 28
4.4 ASPECTOS INSTITUCIONALES 28
5 iDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTOS 32
5.1 LÍNEA DE BASE 32
5.1.1 Cobertura y Uso del Suelo 33
5.1.2 Recursos Hídricos 44
5.1.3 Biodiversidad 46
5.1.4 Servicios Ecosistémicos 61
5.2 IMPACTOS DE LAS PLANTACIONES DE EUCALIPTO 63
5.2.1 Potenciales Impactos Socioambientales de los plantíos de eucalipto 65
5.2.2 Evaluación de Impactos Socioambientales 69
5.2.3 Integración de los impactos por las plantaciones de eucalipto 74
6 IMPACTOS ACUMULATIVOS DE PLANTACIONES DE EUCALIPTO 77
6.1 ASPECTOS GENERALES 77
6.2 SOBRE LOS SUELOS 81
6.3 SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS 82
6.4 SOBRE LA BIODIVERSIDAD 84

6.5 SOBRE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 85
6.6 SOBRE OTRAS ACTIVIDADES Y FACTORES EXTERNOS 89
6.7 EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS 98
6.8 FRAGILIDAD AMBIENTAL 111
6.8.1 Sobre la Biodiversidad 111
6.8.2 Sobre los Recursos Hídricos 115
7 PROYECCIONES 116
8 ESCENARIOS Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS 125
8.1 ESCENARIO BASE 125
8.2 ESCENARIO PESIMISTA 126
8.3 ESCENARIO DESEADO 128
8.4 GESTIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS 131
8.4.1 Sobre la cobertura y uso del suelo 132
8.4.2 Sobre los Recursos Hídricos 133
8.4.3 Sobre la Biodiversidad 134
8.4.4 Para preservación y conservación de los Servicios Ecosistémicos 135
8.4.5 Para el control de los Incendios Forestales 137
9 CONCLUSIONES 143
10 RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES FINALES 145
REFERENCIAS 146
ANEXOS 154
ANEXO I - RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS 154
ANEXO II - IMPACTOS ACUMULATIVOS RESULTANTES DE LA INTERACCIÓN SINÉRGICA ENTRE LAS PLANTACIONES DE EUCALIPTO Y OTRAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS O AMBIENTALES DE LA REGIÓN, EN SUS DIFERENTES ÁREAS DE POTENCIAL IMPLEMENTACIÓN 182

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentaje
Ha	hectáreas
Km^2	Kilómetros cuadrados
MM	Millón
Nº	Número
°C	Grados Celsius
CO_2	Dióxido de carbono
CO	Monóxido de carbono

LISTA DE ACRÓNIMOS

AFD	Agencia Financiera de Desarrollo
AICA	Áreas Importantes para la Conservación de las Aves
ASP	Áreas Silvestre Protegidas
BM	Banco Mundial
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
FEPAMA	Federación Paraguaya de Madereros
FMB	Fundación Moisés Bertoni
IBA	Áreas importantes para las aves
ICPB	Congreso Internacional de Productos Farmacéuticos y Biotecnología
IFC	Corporación Financiera Internacional
INFONA	Instituto Forestal Nacional
IPTA	Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria
IFI	Instituciones Financieras Intermediarias
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEA	Evaluación de los Ecosistemas del Milenio
MIC	Ministerio de Industria y Comercio
ONG	Organización no gubernamental
OSC	Organización de la Sociedad Civil
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

RBBM	Reserva de Biosfera del Bosque Mbaracayú
REDIEX	Red de Inversiones y Exportaciones
SEAM	Secretaría del Ambiente
SENAVE	Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas
SINASIP	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas
SNMF	Sistema Nacional de Monitoreo Forestal
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

FIGURAS

Figura 1. Regiones y Departamentos del Paraguay 11
Figura 2. Ecorregiones de la región Oriental del Paraguay 16
Figura 3. Distribución porcentual de las Ecorregiones de la Región Oriental del Paraguay 17
Figura 4. Cobertura y Uso del Suelo en los últimos 30 años (1992-2022) 36
Figura 5. Estimado de la Cobertura del Suelo de la Región Oriental del Paraguay actualmente 36
Figura 6. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental de Paraguay – Año 2022 39
Figura 7. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental de Paraguay – Año 2012 40
Figura 8. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental de Paraguay – Año 2002 41
Figura 9. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental de Paraguay – Año 1992 42
Figura 10. Recursos Hídricos de la Región Oriental del Paraguay 44
Figura 11. Métrica de Área para Vegetación Herbácea Natural 50
Figura 12. Métrica de Fragmentos para Vegetación Herbácea Natural 51
Figura 13. Métrica de Distancia para Vegetación Herbácea Natural 52
Figura 14. Métrica de Área para Vegetación Leñosa Natural 54
Figura 15. Métrica de Fragmento para Vegetación Leñosa Natural 55
Figura 16. Métrica de Distancia para Vegetación Leñosa Natural 56
Figura 17. Adaptaciones climáticas en el contexto de los ecosistemas y la biodiversidad 92
Figura 18. Adaptaciones climáticas en el contexto de la producción agropecuaria, forestal y la seguridad alimentaria 94
Figura 19. Adaptaciones climáticas con relación a los recursos hídricos 96
Figura 20. Áreas para nuevas Inversiones en Eucalipto en la región Oriental del Paraguay 118
Figura 21. Áreas para nuevas inversiones en Eucalipto en la Ecorregión del Bosque Atlántico 119
Figura 22. Áreas para nuevas inversiones en Eucalipto en la Ecorregión del Cerrado 120
Figura 23. Áreas para nuevas inversiones en Eucalipto en la Ecorregión del Chaco Húmedo 121

TABLAS Y CUADROS

Tabla 1. Superficie de las ecorregiones de la región Oriental del Paraguay 17
Tabla 2. Plantaciones Forestales de Eucalipto por Departamento en la Región Oriental del Paraguay 20
Tabla 3. Principales Instituciones Públicas Relacionadas con el Sector Forestal y Ambiental 29
Tabla 4. Principales Instituciones Privadas Relacionadas con el Sector Forestal y Ambiental 30
Tabla 5. Componentes valiosos del ecosistema (CVE) para el estudio 33
Tabla 6. Usos de la Región Oriental durante los últimos 30 años (1992-2022) 34
Tabla 7. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental durante los últimos 30 años, en hectáreas 35
Tabla 8. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental durante los últimos 30 años, en porcentaje 35
Tabla 9. Situación de la Cobertura y Uso de los Suelos en las Ecorregiones..... 37
Tabla 10. Composición de la cobertura del suelo por Ecorregiones 38
Tabla 11. Servicios ecosistémicos que pueden ser asociados al cultivo del eucalipto 63
Tabla 12. Actividades de implantación y operación de plantaciones de eucalipto 64
Tabla 13. Componentes para la Evaluación de Impactos..... 65
Tabla 14. Potenciales impactos ambientales negativos del plantío de eucalipto..... 65
Tabla 15. Potenciales impactos ambientales positivos del plantío de eucalipto 67
Tabla 16. Potenciales impactos socioeconómicos negativos del plantío de eucalipto..... 68
Tabla 17. Potenciales impactos socioeconómicos positivos del plantío de eucalipto 69
Tabla 18. Evaluación de Impactos Socioambientales del plantío de eucalipto..... 71
Tabla 19. Síntesis de los Resultados de las Entrevistas de Campo..... 79
Tabla 20. Consumo y Eficiencia en el Uso del Agua por Diferentes Cultivos 83
Tabla 21. Síntesis de impactos acumulativos que serán considerados en la evaluación 98
Tabla 22. Impactos acumulativos del plantío de eucalipto sobre las diferentes áreas 100
Tabla 23. Propuestas para la gestión y mitigación de impactos acumulativos 139

1 PRESENTACIÓN

La Agencia Financiera de Desarrollo (AFD), como una institución que promueve el desarrollo del país a través de programas y proyectos, está comprometida en apoyar el sector forestal para fomentar la creación de una base sólida de plantaciones forestales que satisfaga la creciente demanda de materia prima para las industrias de aserrío, terciadas, multilaminados, celulosa, papel y energía. Para enfrentar este desafío, la AFD solicitó el apoyo del Banco Mundial (BM) y, en este contexto, está desarrollando una serie de estudios, incluyendo este sobre impactos acumulativos, como requisito para la concesión de financiamiento por parte del BM.

El BM, reconocido globalmente por su liderazgo en la promoción del desarrollo sostenible, enfrenta desafíos ambientales y sociales al aplicar sus inversiones en proyectos y programas. Entre estos desafíos, destacan el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la escasez de agua, que frecuentemente resultan en impactos acumulativos debido a actividades humanas a lo largo del tiempo.

Los impactos acumulativos son los efectos combinados de varias actividades humanas sobre el medio ambiente, que se acumulan a lo largo del tiempo y del espacio. Estos impactos pueden resultar de diversas fuentes, como deforestación, urbanización y agricultura intensiva. La identificación, evaluación y gestión de los impactos acumulativos se centran en efectos reconocidos como importantes con base en preocupaciones científicas, nacionales y comunitarias. Estos impactos pueden ser mayores que la suma de los impactos individuales, causando efectos significativos y a largo plazo sobre los ecosistemas y las comunidades humanas.

Los servicios ecosistémicos, esenciales para el bienestar humano y el funcionamiento de los ecosistemas, también se ven afectados por los impactos acumulativos. Estos servicios incluyen la provisión de agua limpia, la polinización de cultivos, la regulación del clima, y el soporte a la biodiversidad, entre otros. La pérdida o degradación de estos servicios puede tener consecuencias graves, tanto para las comunidades locales como para la economía en general, subrayando la importancia de su conservación en cualquier proyecto de desarrollo.

Los recursos hídricos se refieren a todas las fuentes de agua disponibles en una determinada región, incluyendo ríos, lagos, acuíferos subterráneos y aguas pluviales. Estos recursos son esenciales para la vida, la agricultura, la silvicultura, la industria y el mantenimiento de los ecosistemas naturales. La gestión sostenible de los recursos hídricos garantiza la disponibilidad de agua de calidad para las generaciones presentes y futuras.

La biodiversidad es fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas, proporcionando servicios ecológicos esenciales, como polinización, control de plagas, ciclo de nutrientes y regulación del clima. La conservación de la biodiversidad es vital para garantizar la sostenibilidad en cualquier sector, sea ambiental, social o económico, además de, claro, el bienestar humano.

Con un área rica en recursos hídricos y biodiversidad, la región Oriental de Paraguay se caracteriza por tres diferentes ecorregiones: Bosque Atlántico, Cerrado y Chaco Húmedo. Estas ecorregiones albergan una vasta gama de flora y fauna, muchas de las cuales son endémicas. La región cuenta con importantes recursos hídricos, principalmente los ríos Paraguay, Paraná y sus principales afluentes, que se utilizan esencialmente en la irrigación, abastecimiento de agua y mantenimiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

El río Paraguay divide al país en dos regiones naturales: la Oriental y la Occidental, y existen grandes diferencias entre estas dos regiones, tanto desde el punto de vista hidrológico como de biodiversidad. Además, los ríos Paraguay y Paraná constituyen los principales sistemas de drenaje del país, alimentados por aguas superficiales de las altas cuencas de Bolivia y, principalmente, de Brasil.

La región Oriental de Paraguay abarca cerca del 39% de la extensión territorial del país (aproximadamente 159 mil km²) y alberga a más del 95% de la población paraguaya (aproximadamente 6,1 millones de habitantes). Esta región se divide administrativamente en 14 departamentos: Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapuá, Misiones, Ñeembucú, Paraguarí y San Pedro, y se caracteriza por un clima subtropical, alta humedad, lluvias regulares, suelos variados y una rica biodiversidad.

El cultivo de especies del género *Eucalyptus* está ampliamente difundido en varias regiones del mundo debido a su rápido crecimiento y versatilidad industrial. Este cultivo puede estar asociado a impactos ambientales, como la escasez de agua en los suelos, la homogeneización de los hábitats y la reducción de la biodiversidad local. En Paraguay, los cultivos de eucalipto se encuentran ubicados, en la región Oriental, donde se concentra la mayor parte de las plantaciones del país, con más de 202 mil hectáreas (INFONA 2022).

La importancia de este estudio radica en la necesidad de comprender y mitigar los impactos acumulativos sobre el medio ambiente que pueden ocurrir debido a las plantaciones de eucalipto que serán promovidas por la AFD, a través de las IFIs, ya sea a pequeña o gran escala, considerando o no una forma de monocultivo, especialmente en áreas ecológicamente sensibles como la región Oriental del Paraguay. La evaluación de los impactos acumulativos proporcionará conocimientos para el desarrollo de políticas y prácticas de manejo que puedan equilibrar el desarrollo económico con la conservación ambiental en toda la región Oriental del Paraguay, visualizando la expansión y desarrollo del sector forestal del país.

1.1 ACTIVIDADES DEL ESTUDIO

Para el desarrollo del estudio de "Evaluación de impactos acumulativos sobre la disponibilidad de agua y biodiversidad por las plantaciones de eucalipto", se considerarán las siguientes actividades:

- Análisis de los impactos directos e indirectos sobre los recursos hídricos, investigando cómo las plantaciones afectan la cantidad y calidad del agua disponible, considerando factores como el consumo de agua, alteraciones en los regímenes de flujo de los ríos e impactos en la recarga de acuíferos.
- Evaluación de los impactos en la biodiversidad y servicios ecosistémicos, identificando los cambios en la composición y estructura de las comunidades de plantas y animales debido a la conversión de hábitats naturales.
- Identificación y caracterización de los efectos acumulativos, considerando también otros factores ambientales y antrópicos que contribuyen a los impactos globales.
- Proposición de estrategias para el monitoreo y la gestión sostenible, basadas en las evaluaciones de los impactos acumulativos, proporcionando recomendaciones para minimizar los efectos de las actividades y promover la conservación de la biodiversidad y los recursos hídricos.

2 METODOLOGÍA

La metodología para la evaluación de los impactos acumulativos de las plantaciones de eucalipto en la región Oriental de Paraguay sigue las orientaciones del "Manual de Buenas Prácticas - Evaluación y Gestión de Impacto Acumulativo: Orientación para el Sector Privado en Mercados Emergentes" de la Corporación Financiera Internacional (IFC), del Banco Mundial. El proceso de evaluación se desarrolla conforme a los seis pasos descritos en el manual, adaptados al contexto específico de este estudio.

Paso 1: Evaluación Preliminar I – Límites Espaciales y Temporales: Este primer paso establece un entendimiento sobre el contexto ambiental, social y económico de la región Oriental de Paraguay. Esto incluye la identificación de los principales recursos naturales, los usos del suelo, la hidrografía y la biodiversidad. Las actividades incluyen:

- Descripción del área de estudio con información geográfica, topográfica y climatológica de la región.
- Mapeo de los recursos hídricos de la región, como los principales ríos, lagos y acuíferos.
- Identificación de las principales especies de flora y fauna, con énfasis en especies endémicas y amenazadas.
- Análisis de la cobertura y uso del suelo por las actividades humanas predominantes, como la agricultura, urbanización y áreas protegidas.
- Consulta con las partes interesadas, involucrando comunidades locales, ONGs, autoridades gubernamentales y otras partes interesadas para obtener información y perspectivas sobre los posibles impactos de las plantaciones de eucalipto y alineación con los objetivos del proyecto.

Paso 2: Evaluación Preliminar II – Otras Actividades y Factores Externos: Este paso implica la consideración de todas las fuentes de impacto en la región, incluyendo actividades agrícolas, urbanización y otras intervenciones humanas. Las actividades incluyen:

- Identificación de las actividades humanas en la región que puedan contribuir a los impactos acumulativos, como agricultura y ganadería extensiva, construcción de infraestructura y otras plantaciones forestales.
- Determinación de cuáles componentes del medio ambiente, como biodiversidad y recursos hídricos, son más vulnerables a estos impactos acumulativos.

Paso 3: Establecimiento de la Línea Base: La evaluación de la línea base establece la estructura para entender las condiciones actuales del medio ambiente antes de la implementación de nuevos proyectos de plantación de eucalipto. Esto implica:

- Análisis de datos existentes para establecer la condición actual de los recursos hídricos, calidad del suelo, biodiversidad y otras variables ambientales.
- Descripción del estado actual de los componentes ambientales identificados como receptores sensibles.

Paso 4: Evaluación de los Impactos Acumulativos: En esta etapa se analizan y evalúan los impactos acumulativos potenciales de las plantaciones de eucalipto. Las actividades incluyen:

- Ejemplos de la sinergia entre los impactos de las plantaciones de eucalipto sobre los recursos hídricos, suelos, biodiversidad y servicios ecosistémicos a lo largo del tiempo.
- Realización de evaluaciones cualitativas y cuantitativas para determinar la magnitud y significancia de los impactos acumulativos identificados.

Paso 5: Evaluar la Importancia de los Potenciales Impactos Acumulativos: Basado en el análisis de los impactos acumulativos, es esencial evaluar la importancia y relevancia de estos impactos para el medio ambiente y para las comunidades locales. Para ello, es necesario:

- Determinar la significancia de los impactos, con una evaluación de los impactos en términos de su severidad, extensión y duración.
- Priorizar los impactos, identificando los impactos más críticos que requieren medidas de mitigación inmediatas.

Paso 6: Gestión de los Impactos Acumulativos – Diseño e Implementación: Este último paso implica la implementación de las medidas de gestión y el monitoreo de los impactos para garantizar que se alcancen los objetivos de sostenibilidad. Las actividades incluyen:

- Desarrollo de planes detallados para mitigar los impactos negativos y potencializar los positivos, con la participación de las partes interesadas.
- Propuesta de estrategias de mitigación de impactos con el monitoreo de los indicadores ambientales, como una propuesta de validación continua de la gestión ambiental.
- Adaptación de las medidas basadas en los resultados del monitoreo para asegurar la eficacia continua de las acciones de mitigación.

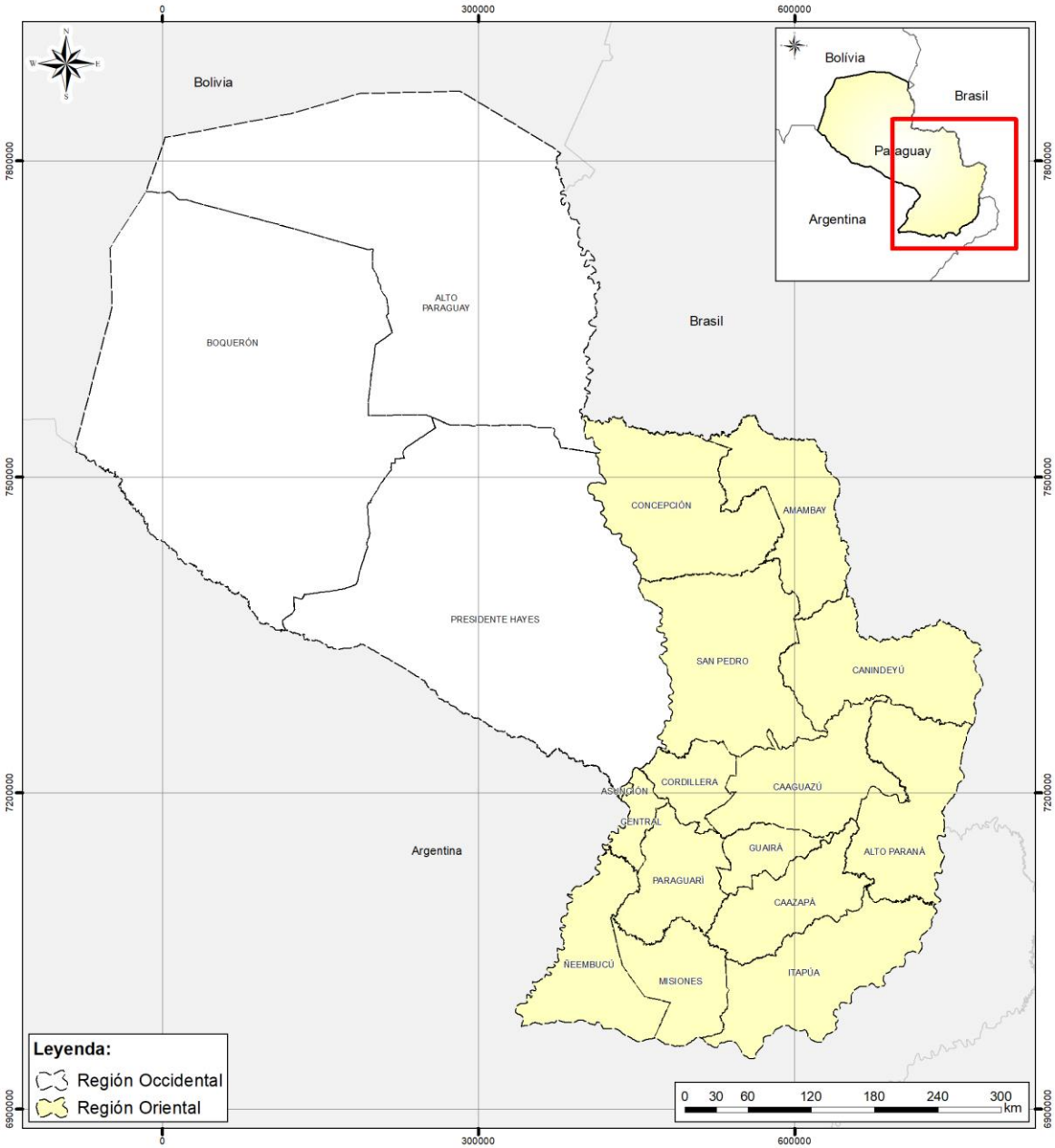
Esta metodología asegura que los impactos acumulativos de las plantaciones de eucalipto en la región Oriental de Paraguay sean identificados, evaluados y gestionados de la mejor manera posible, promoviendo el desarrollo sostenible de la región.

3 ALCANCE DEL ESTUDIO

El territorio paraguayo limita con Argentina, Brasil y Bolivia. De acuerdo con su estructura política y administrativa, Paraguay está dividido en 17 departamentos, además del Distrito Capital de Asunción.

El país tiene una extensión de 406.752 km² y está dividido en dos regiones naturales distintas: la Región Oriental y la Región Occidental (Chaco), cada una con características propias. El río Paraguay divide estas dos regiones, siendo que la Oriental se localiza en la margen izquierda, y la Occidental (Chaco), en la margen derecha, como se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Regiones y Departamentos del Paraguay



Fuente: Instituto LIFE (2022), adaptado y elaborado por STCP (2024).

3.1 DIVISIÓN GEOPOLÍTICA

El análisis topográfico revela que estas regiones son significativamente diferentes. La Región Oriental posee un relieve más accidentado, mientras que la Región Occidental es predominantemente plana y, en partes desértica. La Región Oriental de Paraguay está compuesta por 14 departamentos y el Distrito Capital, cada uno con características únicas e importantes para la economía y la sociedad del país. Los departamentos que abarcan el área del estudio son:

- **Alto Paraná**: Económicamente importante, destacándose por la agricultura, especialmente en la producción de soja y maíz, y por el intenso comercio debido a la proximidad con Brasil. En este departamento se encuentra la represa hidroeléctrica de Itaipú, una de las más grandes del mundo.
- **Amambay**: Se destaca por la agricultura, teniendo a la soja como principal producto. Otros cultivos importantes son el maíz y el trigo, que han tenido un aumento significativo en los últimos años. Alberga el Parque Nacional Cerro Corá, con aproximadamente 12.000 ha.
- **Caaguazú**: Se destaca por el procesamiento de madera, yerba mate, soja y maíz. Es un importante centro agroindustrial y maderero, con una infraestructura en desarrollo para el transporte de estos productos.
- **Caazapá**: Produce algodón, soja, caña de azúcar, maíz y mandioca, destacándose en la producción de soja. Alberga alrededor del 25% de las plantaciones de eucalipto del país y el Parque Nacional de Caazapá, con 16.000 ha.
- **Canindeyú**: Conocida por la producción de soja, maíz y otros productos agrícolas, además del comercio transfronterizo con Brasil. Alberga la Reserva de la Biosfera del Bosque Mbaracayú (RBBM), con 64.400 ha.
- **Central**: El departamento más poblado debido a la proximidad con Asunción. Es un importante centro comercial y residencial, con una economía diversificada que incluye servicios, comercio y agricultura.
- **Concepción**: Un centro importante de ganadería y agricultura, destacándose por la cría de ganado y la producción de soja y otros granos. En este departamento se plantea la construcción de la futura planta de celulosa (Paracel), con importantes áreas de plantaciones de eucalipto ya establecidas.
- **Cordillera**: La economía del departamento es diversificada, incluyendo agricultura, ganadería y turismo.
- **Guairá**: Conocida por la producción de caña de azúcar y yerba mate. Villarrica, su capital, es un centro cultural y económico con una rica historia y tradición.
- **Itapúa**: Uno de los departamentos más productivos, con un enfoque en la agricultura, especialmente soja y maíz, y su industrialización. Alberga las mayores extensiones de cultivos de yerba mate y es líder en su procesamiento. Encarnación, su capital, es un importante centro turístico.

- **Misiones**: Predominantemente agrícola y ganadero, destacándose en la producción de arroz. La región tiene una economía extensa y rural y está poco poblada. En este departamento se encuentra la represa hidroeléctrica de Yacyretá.
- **Ñeembucú**: Conocida por la producción de arroz y ganadería. Está ubicada en la confluencia de los ríos Paraguay y Paraná. Pilar, su capital, es un importante centro de producción textil.
- **Paraguarí**: Tiene una economía basada en la agricultura y ganadería, destacándose en la producción de algodón y mandioca y en la industrialización del coco.
- **San Pedro**: Un centro importante de producción de algodón y tabaco, destacándose por la industrialización de la mandioca y la producción de etanol a partir de maíz y otros granos.
- **Distrito Capital**: Centro político, económico y cultural del país, concentrando la mayoría de las actividades comerciales y de servicios.

La Región Oriental de Paraguay, es una denominación geopolítica que define todas las regiones naturales ubicadas en el territorio de la margen izquierda del río Paraguay. Incluye un extenso perímetro que, aunque corresponde a menos de la mitad de la superficie del país, agrupa a más del 96% de su población, con aproximadamente 6,1 millones de personas (INE, Censo Nacional de Población y Viviendas, 2022), resultando en una alta densidad poblacional en comparación con la Región Occidental. La región está definida como un interfluvio de los ríos Apa, Paraguay y Paraná (Bartrina, 2007).

La Región Oriental puede ser considerada una extensión del Planalto Brasileño, con una altitud media superior a los 500 metros. El terreno desciende gradualmente y se nivela cerca del río Paraguay y en las partes meridional y oriental del río Paraná, que limitan con otros ecosistemas como el Pantanal y la Sierra del Mbaracayú. Estas áreas corresponden a la extensión meridional de la cadena montañosa originaria de la frontera brasileña (Sierra de Maracaju en Mato Grosso do Sul) y se extienden en dirección norte-sur hasta la región de Caazapá. Esta región está densamente poblada, especialmente en las áreas de menor altitud a lo largo del río Paraguay. Cerca del río Paraná, al sur de Paraguay, las altitudes varían entre 60 y 90 metros, con predominancia de pantanos y bosques.

Los planaltos orientales de Paraguay se caracterizan por una sabana formada por pequeñas altitudes y cordilleras. El río Paraná delimita las fronteras orientales y meridionales, abriendo un valle profundo con altitudes entre 300 y 600 metros. La región es lluviosa y antiguamente estaba cubierta por densos bosques ricos en maderas nobles, está atravesada por numerosos cursos de agua que forman la importante red hidrográfica de la Cuenca del Plata. Los ríos Paraguay y Paraná constituyen los principales colectores del sistema hídrico del país; a su vez, el Acuífero Guaraní, gigantesco reservorio natural de agua dulce, se extiende bajo la superficie de la región y es compartido con Argentina, Brasil y Uruguay.

Esta condición orográfica define un clima subtropical (templado), con veranos calurosos y sin estación seca, con poca variación térmica anual (20-24 °C), pero con una significativa gradación pluviométrica (1200-1800 mm/año) acompañando el aumento de longitud, lo que explica el abrupto cambio de una condición de bosques húmedos a la presencia de bosques espinosos semiáridos del Chaco (Fariña, 1973).

Esta clasificación varía entre los diferentes autores, pero esencialmente mantiene una coherencia, especialmente en los perímetros de los tipos de vegetaciones existentes, pero también en la congruencia observada entre los patrones de distribución geográfica de las especies animales encontradas.

Según Morrone (2001a), todo el territorio paraguayo está incluido en la Región Neotropical, teniendo al río Paraguay como divisor entre dos de sus subdivisiones: "Chacoan Dominion" (o Dominio Chaqueño), representado por las provincias del Cerrado (extremo noreste) y del Chaco; y "Paraná Dominion" (o Dominio Paranaense), representado por la Provincia del Bosque Paranaense (Straube & Di Giácomo, 2007). Esta provincia se caracteriza por la naturaleza forestal con árboles de gran tamaño asociados a bambuzales y presencia de pteridófitas arborescentes. Según Straube & Di Giácomo (2007), es un sistema muy complejo de características físicas, orográficas y vegetacionales, presentando numerosos endemismos puntuales de varios organismos, aparentemente sin un patrón congruente de distribución, algunos de los cuales con gran afinidad con la composición y patrones observados en la Mata Atlántica del este de Brasil. Por este motivo, es tratado por algunos autores (Cracraft, 1985) como una extensión planáltica de los bosques costeros de Brasil.

El río Paraguay, a pesar de su relevancia como límite en el área de ocurrencia de muchas especies y como divisor entre los dominios biogeográficos, no es propiamente una barrera biogeográfica, sino una condición que determina la presencia de paisajes muy distintos. Esto es lo que causa, por ejemplo, las diferencias de composición tan notables entre los dos conjuntos faunísticos con los cuales está relacionado. La magnitud de esta discrepancia aún no ha sido completamente investigada, pero es confirmada por varios grupos, entre ellos los Xenarthra (Smith & Ríos, 2018) y varias especies de aves, además de reptiles como cocodrilos y quelonios.

Estos dos dominios presentan composiciones bastante diversas, tanto desde el punto de vista de riqueza de especies como de endemismo, hecho observado en todos los grupos de vertebrados terrestres y posiblemente de toda la fauna. En general, hay una mayor riqueza en la Región Oriental, pero estudios recientes han revelado una extraordinaria diversidad de algunos grupos del Chaco, como el orden Chiroptera (Fischer et al., 2022).

Paraguay posee cinco ecorregiones que confluyen en su territorio: el Bosque Atlántico, el Cerrado, el Chaco Húmedo, el Chaco Seco y el Pantanal. La Región Oriental está compuesta por tres ecorregiones, cada una con sus patrones fitofisionómicos particulares y variaciones de vegetación. Predomina por superficie ocupada el Bosque Atlántico (o Bosque Atlántico del Alto Paraná), que equivale a la Mata Atlántica, ubicada al suroeste del bioma Mata Atlántica en Brasil. También están presentes el Cerrado, extensión del bioma brasileño del mismo nombre, y una franja del Chaco Húmedo (Dinerstein et al., 1995).

3.2 ECORREGIONES

El estudio de la distribución geográfica de los organismos ofrece diversas aplicaciones en los campos de la biogeografía, conservación y ecología, siendo esencial también para comprender los efectos del cambio climático, entre otros aspectos. Según Espinosa et al. (2001), un enfoque biogeográfico con énfasis ecológico generalmente busca desarrollar sistemas cartográficos de áreas naturales, aunque siga una perspectiva de biogeografía histórica. El objetivo principal es entender cómo los taxones se distribuyen en el espacio y a lo largo del tiempo (Zunino & Zullini, 2003). Esta área de estudio puede proporcionar una base importante para la evaluación de prioridades de conservación a nivel local.

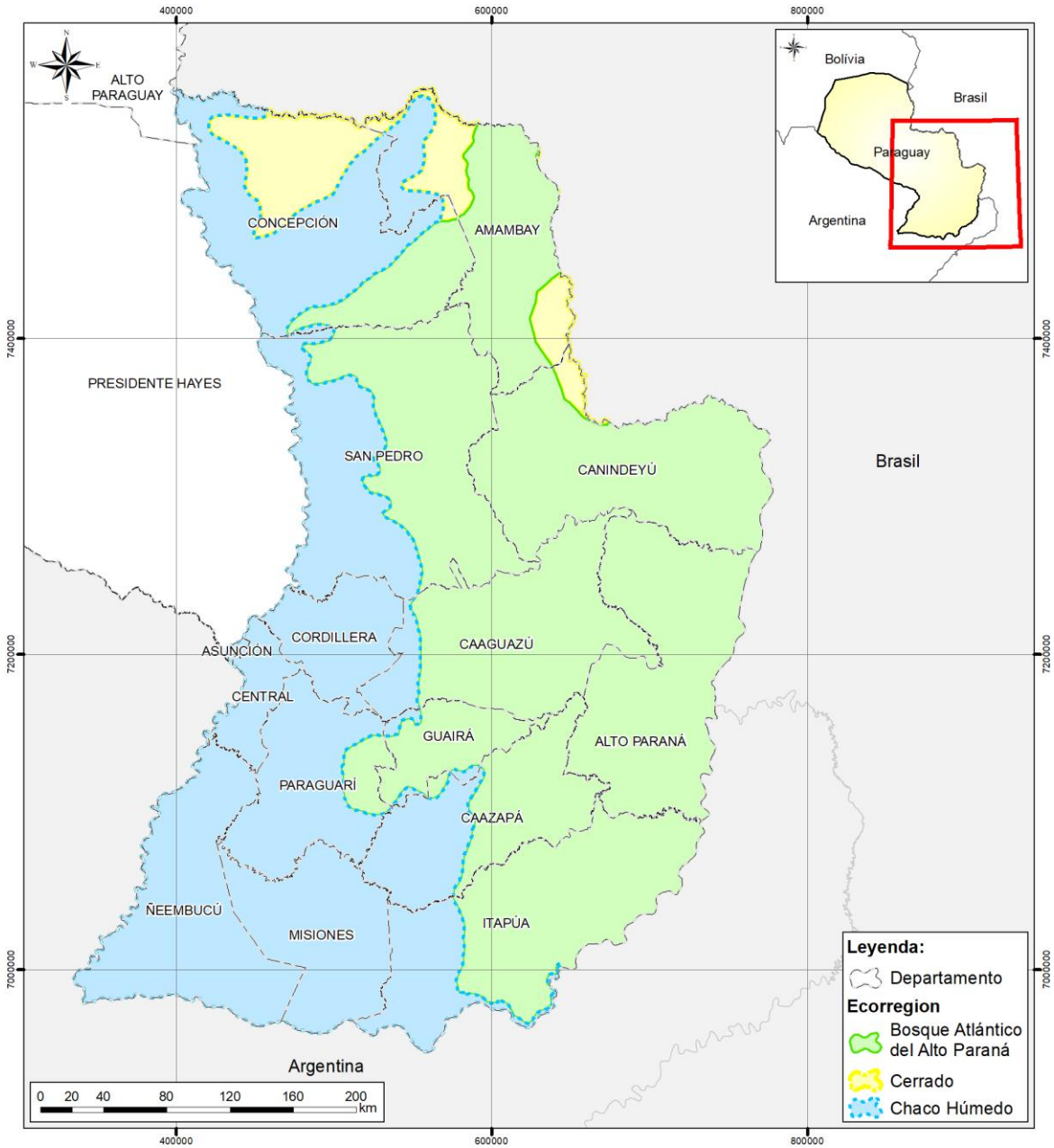
La biodiversidad, en términos de su abundancia y riqueza, es fundamental para mantener el equilibrio de los ecosistemas (Schwartz et al., 2000). Un ecosistema equilibrado asegura la sostenibilidad de la producción en el territorio, destacando la importancia de conocer todas las variables que lo componen, siendo la biodiversidad un elemento esencial.

Muchas de las políticas públicas de conservación y uso del hábitat en Paraguay se han fundamentado en hipótesis biogeográficas desarrolladas a lo largo del siglo pasado, particularmente aquellas propuestas por Dinerstein et al. (1995), como puede verse en la Figura 2. Estas hipótesis definieron ecorregiones utilizando datos de sistemas de información geográfica. Ejemplos de estas políticas incluyen la “Estrategia Nacional y Plan de Acción para la Conservación de la Biodiversidad del Paraguay 2004-2009” (SEAM, 2003), el “Informe Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay” (SEAM, 2007) y el “Informe Nacional sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación. Segundo Informe” (MAG, 2008).

Estas ecorregiones han sufrido impactos significativos por actividades humanas, como la pérdida de hábitat, principalmente causada por la deforestación, resultando en pérdidas drásticas de su cobertura natural original. Comprender las ecorregiones es fundamental para el análisis y la gestión ambiental, especialmente en contextos de gran biodiversidad y riqueza de recursos naturales, como la región Oriental de Paraguay. Las ecorregiones son áreas geográficas definidas por sus características ecológicas, incluyendo flora, fauna, recursos hídricos, clima, geología y procesos ecológicos que son relativamente homogéneas dentro de sus límites. Ellas desempeñan un papel crucial en el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, en la preservación de la biodiversidad, en el ciclo hidrológico y en el soporte a diversas actividades humanas.

La región Oriental de Paraguay se destaca nacionalmente por su complejidad ecológica y diversidad biológica, albergando tres ecorregiones importantes, cada una con sus características únicas y contribuciones cruciales para el equilibrio ambiental y la sostenibilidad. Cada una ofrece un conjunto diverso de hábitats que soportan una amplia gama de especies endémicas e incluso amenazadas. Las ecorregiones que forman parte de la región Oriental de Paraguay tienen sus extensiones territoriales distribuidas tal como se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Ecorregiones de la región Oriental del Paraguay



Fuente: Instituto LIFE (2022), adaptado y elaborado por STCP (2024).

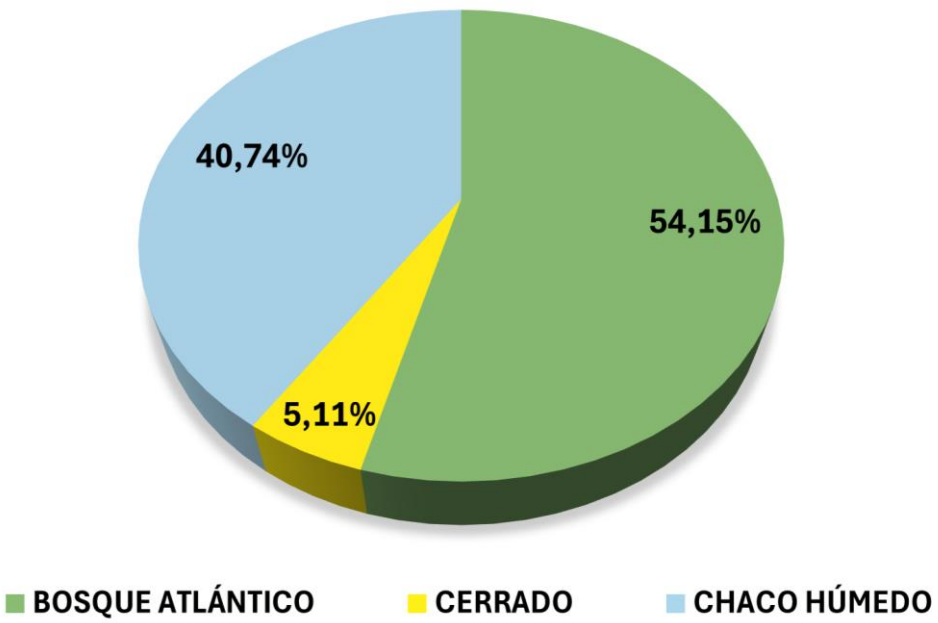
A continuación, la Tabla 1 y la Figura 3 presentan la distribución de las diferentes ecorregiones en los departamentos de la región Oriental. La ecorregión denominada Bosque Atlántico abarca una superficie de más de 8 millones de hectáreas, extendiéndose por 10 departamentos. El Cerrado cubre 815 mil hectáreas y se distribuye en 3 departamentos. El Chaco Húmedo ocupa más de 6 millones de hectáreas y se extiende por 12 departamentos.

Tabla 1. Superficie de las ecorregiones de la región Oriental del Paraguay

Ecorregión	Departamentos	Hectáreas	%
BOSQUE ATLÁNTICO	Alto Paraná Amambay Caaguazú Caazapá Canindeyú Concepción Guairá Itapúa Paraguarí San Pedro	8.627.092,64	54,15
CERRADO	Amambay Canindeyú Concepción	815.495,21	5,11
CHACO HÚMEDO	Amambay Caaguazú Caazapá Central Concepción Cordillera Guairá Itapúa Misiones Ñeembucú Paraguarí San Pedro	6.490.807,90	40,74
	TOTAL >>>	15.933.395,75	100

Fuente: Instituto LIFE (2022), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Figura 3. Distribución porcentual de las Ecorregiones de la Región Oriental del Paraguay



Fuente: Instituto LIFE (2022), adaptado y elaborado por STCP (2024).

A continuación, se detallan las tres ecorregiones de la región Oriental de Paraguay, contempladas en el estudio.

3.2.1 Bosque Atlántico

La unidad de paisaje más representativa en el Paraguay Oriental es el Bosque Atlántico, ubicado al suroeste del bioma Mata Atlántica, cuyos límites se encuentran principalmente en territorio brasileño, con una pequeña parte compartida con Argentina. El Bosque Atlántico corresponde a un patrón de vegetación exclusivamente arbóreo, con variaciones determinadas por factores específicos como la orografía, la variación térmica y la presencia de cursos fluviales. Su vegetación exuberante y variada sostiene una amplia gama de especies vegetales y animales. Esta ecorregión presenta un clima subtropical húmedo, con precipitaciones bien distribuidas a lo largo del año, creando un ambiente favorable para una rica biodiversidad. La importancia ecológica del Bosque Atlántico es innegable, ya que desempeña un papel destacado en la regulación del clima, el mantenimiento de los ciclos hidrológicos y la preservación de especies endémicas.

3.2.2 Cerrado

El Cerrado es un tipo de vegetación que se encuentra en el noreste de Paraguay, extendiéndose por los departamentos de Concepción, Amambay, Canindeyú y Caaguazú, entre otros. Su constitución florística y fisionómica corresponde al corredor xerico Caatinga-Cerrado-Chaco, caracterizado por una extensa diagonal de paisajes abiertos a semi-boscosos en América del Sur.

Conocido como la sabana tropical de América del Sur, el Cerrado es una de las ecorregiones más significativas de la región Oriental de Paraguay. Este bioma sirve como zona de transición entre la selva tropical y las regiones más áridas, ofreciendo un mosaico de hábitats que sostienen una rica diversidad de flora y fauna. El Cerrado tiene un papel crucial en el mantenimiento de los ecosistemas y en la provisión de servicios ecosistémicos esenciales.

La vegetación del Cerrado está compuesta por gramíneas, arbustos y árboles espaciados, que confieren al paisaje una apariencia de sabana abierta. Las plantas del Cerrado están adaptadas a suelos pobres, ricos en aluminio y a condiciones de sequía, presentando características como raíces profundas, cortezas gruesas y hojas resistentes a la pérdida de agua. Esta ecorregión posee un clima estacional, con una estación lluviosa y una estación seca bien definidas, que influyen fuertemente en la dinámica ecológica y la composición de la vegetación.

3.2.3 Chaco Húmedo

Aunque la región Oriental de Paraguay no está oficialmente en el Dominio del Chaco, la vegetación característica de esta ecorregión está presente de forma marginal y extensa, correspondiendo a los descensos del relieve en las desembocaduras de los principales ríos que afluyen al río Paraguay. Se trata de un área significativa que, debido a sus características fitofisionómicas, alberga una fauna particular y notable, diferenciada de la observada en los bosques, siendo representada por el llamado Chaco Húmedo. Está compuesta por grandes pantanos, bosques de galería y sabanas hidromórficas, distribuidas en tres bloques: Alto Paraguay, Humeral Yparacai y Complejo Ypoa-Ñeembucu.

El Chaco Húmedo es una de las ecorregiones más distintas y ecológicamente importantes de la región Oriental de Paraguay. Ubicada en el Oeste de esta región, se caracteriza por sus condiciones hidrológicas únicas y su vegetación adaptada a inundaciones periódicas. Contribuye a la conservación de la biodiversidad local y a la provisión de servicios ecosistémicos críticos, como la regulación hídrica y la conservación de hábitats para una amplia variedad de especies.

La denominación se debe a paisajes inundables, donde las inundaciones estacionales son comunes. Esta dinámica hidrológica crea un ambiente altamente diversificado, con diferentes tipos de vegetación adaptada a las condiciones de saturación del suelo. Las áreas de sabana, palmerales y bosques de galería son predominantes, cada una ofreciendo hábitats únicos para la flora y fauna locales. El clima subtropical, con variaciones estacionales de precipitación, es un factor determinante para los procesos ecológicos que ocurren en esta ecorregión.

3.3 FORESTACIONES DE EUCALIPTO

3.3.1 Potencial comportamiento invasor del Eucalipto en el país

A pesar de los beneficios económicos y ambientales que el cultivo de eucalipto puede ofrecer, su introducción en nuevos ecosistemas debe ser cuidadosamente planificada debido a su potencial comportamiento invasor. La capacidad del eucalipto para convertirse en una especie invasora en nuevas regiones depende de factores como las condiciones ambientales, la competencia con especies nativas y las prácticas de manejo adoptadas. En muchos casos, no se comporta como invasor en las áreas donde ha sido introducido, pero el monitoreo continuo es necesario, especialmente en ecosistemas sensibles. Las prácticas de manejo sostenible y una vigilancia constante son cruciales para mitigar los riesgos asociados con su introducción en nuevos entornos.

El eucalipto, originario de Australia y perteneciente a la familia de las mirtáceas, comenzó a plantarse de manera sistemática en las tres primeras décadas del siglo XIX y se difundió a lo largo del siglo XX, convirtiéndose en la especie forestal más plantada en el mundo. A finales de la década de 1930, ya se cultivaba a escala comercial debido a su rápido crecimiento y su amplia utilidad, que incluye la construcción de viviendas, la producción de combustible (siderurgia y usos domésticos), papel, celulosa, entre otros.

En la región oriental de Paraguay, donde los ecosistemas varían de bosques a sabanas, la introducción del eucalipto posee gran potencial, especialmente en áreas previamente degradadas por actividades agrícolas y ganaderas intensivas. En estos sitios, el eucalipto puede ayudar en la recuperación de tierras, ofreciendo beneficios económicos al estabilizar el suelo y prevenir la erosión. Sin embargo, la especie tiene características que le permiten competir eficazmente en diversos ambientes, especialmente en suelos degradados, lo que presenta un riesgo de expansión descontrolada y puede afectar la biodiversidad local.

Estudios realizados en regiones con condiciones ambientales similares indican que, sin el manejo adecuado, las plantaciones de eucalipto pueden alterar los ecosistemas y reducir la biodiversidad. En el caso de Paraguay, las prácticas de manejo sostenible son esenciales para evitar que el eucalipto se comporte de manera invasora, especialmente en áreas cercanas a ecosistemas sensibles y zonas de

conservación. Se recomienda adoptar medidas de control, como evitar la dispersión de semillas y mantener las plantaciones en áreas controladas.

El monitoreo de indicadores ecológicos —como la calidad y disponibilidad del agua, la composición del suelo y la presencia de especies nativas— puede identificar señales tempranas de comportamiento invasor. Si se detectan efectos adversos, como una disminución en la diversidad de especies o cambios en el equilibrio hídrico del suelo, las prácticas de manejo deben ajustarse para mitigar estos impactos y asegurar la sostenibilidad del cultivo de eucalipto en el país.

Las nuevas inversiones en eucalipto en la región Oriental de Paraguay tienen el potencial de contribuir al desarrollo nacional. Esta especie, de rápido crecimiento y alto valor comercial, es apreciada en la producción de celulosa, papel y energía, pudiendo generar empleo y fortalecer la economía local si las plantaciones se realizan con responsabilidad socioambiental.

Sin embargo, como monocultivo, el eucalipto genera discusiones sobre sus efectos en el medio ambiente. Desde la década de 1970, los estudios han evaluado su impacto en indicadores ambientales, como el consumo de agua, la acumulación y el ciclo de nutrientes, el impacto en la avifauna, la mastofauna, la herpetofauna y la flora en diferentes fragmentos vegetales, el almacenamiento de carbono y el uso de la luz solar. Esta información ayuda a construir una base más consistente para evaluar los impactos del eucalipto.

3.3.2 Las plantaciones de Eucalipto en Paraguay

La región oriental de Paraguay cuenta con aproximadamente 202 mil hectáreas de plantaciones de eucalipto (INFONA, 2022), lo que representa el 1,3% de la superficie total. Estas plantaciones están concentradas principalmente en cinco departamentos: Caazapá, San Pedro, Concepción, Alto Paraná e Itapúa, según se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Plantaciones Forestales de Eucalipto por Departamento en la Región Oriental del Paraguay

Departamento	Superficie (ha)
Caazapá	42.637
San Pedro	32.768
Concepción	25.978
Alto Paraná	20.340
Itapúa	19.183
Caaguazú	13.984
Ñeembucú	12.776
Guairá	11.588
Paraguarí	8.226
Cordillera	3.835
Canindeyú	3.745
Amambay	3.645
Misiones	2.936
Central	1.347

Fuente: INFONA (2022), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Existen más de 700 especies de eucalipto catalogadas, siendo el *Eucalyptus saligna, E. camaldulensis, E. grandis y E. urophylla (y su híbrido, E. urograndis* las más cultivadas en el país, elegidas por sus características favorables de crecimiento y adaptación al clima de la región. En condiciones ideales, los eucaliptos en Paraguay pueden alcanzar tasas de crecimiento de 25-38 m^3/ha/año, comparables a las mejores tasas observadas en otros países de América del Sur, como Chile y Uruguay, que tiene tasas promedio de cerca de 20-24 y 25-28 m^3/ha/año, respectivamente (Monges 2017; Vargas 2021; Dieste et al. 2019; Cubas-Báez 2020).

Las plantaciones de eucalipto ofrecen diversos beneficios económicos, sociales y ambientales cuando se manejan de forma sostenible. Desde un punto de vista financiero, las plantaciones de eucalipto en Paraguay presentan tasas de retorno financiero (FRR) entre 15% y 22%, una de las más altas de la región. Esto se debe, en gran parte, a los bajos costos de establecimiento, que varían entre US$ 1.300 y US$ 2.609 por hectárea, dependiendo de factores como la especie, ubicación y técnicas de manejo empleadas. Las estimaciones más recientes de los costos para el establecimiento de plantaciones, según INFONA (2022), Ortíz y Molinas (2022) y Cubas-Báez (2020), confirman esta variabilidad en los costos, destacando que las cifras dependen de varios factores como: intensidad en la implementación y en el manejo, ciclo de corta, propósito final de la plantación, especies, ubicación dentro del país y el año en que se calcularon las estimaciones. Los números del INFONA aparecen como los más elevados para los inversores por la inclusión de varias actividades con sus costos que no se encontraron en las estimaciones de Cubas-Báez (2020) como el establecimiento y mantenimiento de cortafuegos, subsolado profundo, mano de obra y material para cercado, y podas adicionales. Aunque no se disponía de un desglose detallado de los costos para las estimaciones reportadas por Ortíz y Molinas (2022), sus cifras caen dentro del rango esperado. Además de los beneficios financieros, la industria del eucalipto contribuye significativamente a la economía local, generando empleos, oportunidades de negocios y proporcionando materia prima para la producción de madera y bioenergía, principalmente. Las plantaciones de eucalipto pueden ser utilizadas para la recuperación de áreas degradadas, ayudando a restaurar la fertilidad del suelo y a prevenir la erosión. También desempeñan un papel importante en la captura de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

En 2022, Paraguay completó su estándar nacional provisional de certificación con el Consejo de Manejo Forestal (FSC) y, en 2023, tenía 62.353 hectáreas de bosques certificados como manejados de forma sostenible (FSC 2022; FSC 2023). Aunque, en comparación con Uruguay, que posee 724.455 hectáreas certificadas, y Chile, 2.333.045 hectáreas certificadas, esta superficie es aún bastante pequeña (FSC 2023). Entre varios otros aspectos, los estándares de manejo del FSC exigen que las operaciones forestales cumplan con criterios estrictos en lo referente a la utilización de especies exóticas para garantizar que no se conviertan en invasoras, además de exigir buenas prácticas sociales y ambientales (FSC 2010). Para exportar madera a mercados de la Unión Europea (UE) y los Estados Unidos, los productores también necesitarán asegurar el origen legal de la madera y, en el caso de la UE, que no provengan de procesos de deforestación (EUR-LEX 2023; Timbertradeportal.com 2023). La adopción de prácticas de manejo sostenible es crucial para minimizar los impactos ambientales negativos y garantizar la viabilidad a largo plazo de las plantaciones forestales.

El sector forestal siempre enfrentará desafíos, ya sea por los altos costos de transporte, burocracia gubernamental o cuestiones de gobernanza. La integración de la madera de plantaciones en las cadenas de suministro es una necesidad debido a la escasez de madera nativa en la región Oriental. La

implementación de asociaciones público-privadas y esquemas de pago por servicios ambientales puede ser una estrategia eficaz para superar estos desafíos y promover un desarrollo forestal sostenible. Con la implementación de prácticas de manejo sostenible y la resolución de los desafíos existentes, el sector forestal de Paraguay podría estar bien posicionado para continuar su expansión y contribuir a la sostenibilidad a largo plazo.

4 ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL PARAGUAYO

El marco legal paraguayo es amplio y abarca artículos contenidos en la propia Constitución Nacional hasta ordenanzas municipales. En este contexto, el país dispone de un conjunto de leyes, reglamentos y normas que regulan proyectos y operaciones forestales de acuerdo con procedimientos normativos forestales y de protección ambiental específicos. Además, Paraguay ha asumido compromisos internacionales importantes, que tienen precedencia jurídica sobre cualquier ley nacional.

Una plantación forestal, en su fase de desarrollo y mantenimiento, debe cumplir con las leyes y reglamentos de Paraguay aplicables, respetando los derechos del medio ambiente, de las mujeres y de los pueblos indígenas, además de cumplir con las obligaciones nacionales establecidas por acuerdos ambientales multilaterales ratificados.

A continuación, se presenta un análisis sucinto del marco legal aplicable, directa o indirectamente, al desarrollo de proyectos forestales de eucalipto.

4.1 CONSTITUICIÓN NACIONAL

La Constitución Nacional de 1992 establece derechos y obligaciones en el tema ambiental, siendo los más significativos los indicados a continuación:

Artículo 6°: De la Calidad de Vida: Expresa que "La calidad de vida será promovida por el Estado mediante planes y políticas que reconozcan factores condicionantes, tales como la extrema pobreza y los impedimentos de la discapacidad o de la edad". "El Estado también fomentará la investigación sobre los factores de la población y sus vínculos con el desarrollo económico social, con la preservación del medio ambiente y con la calidad de vida de los habitantes".

Artículo 7°: Del Derecho a un Ambiente Saludable*:* Enuncia que: "Toda persona tiene derecho a habitar en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado". Constituyen objetivos prioritarios de interés social la preservación, la conservación, la recomposición y el mejoramiento del medio ambiente, así como su conciliación con el desarrollo humano integral. Estos propósitos orientaran la legislación y la política gubernamental pertinente.

Artículo 8°: De la Protección Ambiental: Determina "Las actividades susceptibles de producir alteración ambiental serán reguladas por la ley. Asimismo, ésta podrá restringir o prohibir aquellas que califique peligrosas. El delito ecológico será definido y sancionado por la ley. Todo daño al ambiente importará la obligación de recomponer e indemnizar".

Artículo 38°: Del Derecho a la Defensa de los Intereses Difusos: Expresa que "Toda persona tiene derecho, individual o colectivamente, a reclamar a las autoridades medidas para la defensa del ambiente, de la integridad del hábitat, de la salubridad pública, del acervo cultural nacional, de los intereses del consumidor y de otros que por su naturaleza jurídico pertenezcan a la comunidad y hagan relación con la calidad de vida y con el patrimonio colectivo".

Artículo 62°: De los Pueblos Indígenas y Grupos Étnicos: Expresa "Esta Constitución reconoce la existencia de los pueblos indígenas, definidos como grupos de cultura anteriores a la formación y organización del Estado paraguayo".

Artículo 63°: De la Identidad Étnica: Expresa "Queda reconocido y garantizado el derecho de los Pueblos indígenas a preservar y a desarrollar su identidad étnica en el respectivo hábitat. Tienen

derecho, asimismo, a aplicar libremente sus sistemas de organización política, social, económica, cultural y religiosa, al igual que la voluntaria sujeción a sus normas consuetudinarias para la regulación de la convivencia interna, siempre que ellas no atenten contra los derechos fundamentales establecidos en esta Constitución. En los conflictos jurisdiccionales se tendrá en cuenta el derecho consuetudinario indígena".

Artículo 64°: De la Propiedad Comunitaria: Expresa que: "Los pueblos indígenas tienen derecho a la propiedad comunitaria de la tierra, en extensión y calidad suficientes para la conservación y el desarrollo de sus formas peculiares de vida. El Estado les proveerá gratuitamente de estas tierras, las cuales serán inembargables, indivisibles, intransferibles, imprescriptibles, no susceptibles de garantizar obligaciones contractuales ni de ser arrendadas; asimismo, estarán exentas de tributo. Se prohíbe la remoción o traslado de su hábitat sin el explícito consentimiento de los mismos".

Artículo 65°: Del Derecho a la Participación: Expresa "Se garantiza a los pueblos indígenas el derecho a participar en la vida económica, social, política y cultural del país, de acuerdo con sus usos consuetudinarios, esta Constitución y las leyes nacionales".

Artículo 66°: De la Educación y de la Asistencia: Expresa que "El Estado respetará las peculiaridades culturales de los pueblos indígenas, especialmente en lo relativo a la educación formal. Se atenderá, además, a su defensa contra la regresión demográfica, la depredación de su hábitat, la contaminación ambiental, la explotación económica y alineación cultural".

Artículo 176°: De la Política Económica y de la Promoción del Desarrollo: Invoca que "El Estado promoverá el desarrollo económico mediante la utilización racional de los recursos disponibles, con el objeto de impulsar un crecimiento ordenado y sostenido de la economía, de crear nuevas fuentes de trabajo y de riqueza, de acrecentar el patrimonio nacional y de asegurar el bienestar de la población".

4.2 MARCO REGULATORIO NACIONAL EXISTENTE RELEVANTE

Ley N° 6.123/18: "Que eleva al rango Ministerio la Secretaría del Ambiente, pasando a denominarse Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible" (MADES), tiene por objeto diseñar, establecer, supervisar, fiscalizar y evaluar la Política Ambiental Nacional, a fin de cumplir con los preceptos constitucionales que garantizan el desarrollo nacional en base al derecho a un ambiente saludable y la protección ambiental.

En su Artículo 2° expresa que, el MADES, a partir de la vigencia de la presente ley, se constituye en Autoridad de Aplicación de la Ley N° 3.230/07 "De los Recursos Hídricos del Paraguay", en cumplimiento del Artículo 52° de la citada Ley. Asimismo, por la presente ley quedan derogados los Artículos 3°, 4°, 5° y 6° de la Ley N° 1.561/00 "Que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente".

Por el Artículo 14° el MADES adquiere el carácter de autoridad de aplicación de las siguientes leyes:

Ley N° 294/93: "De Evaluación de Impacto Ambiental", que en su Artículo 7°, establece la obligatoriedad de realizar Estudios de Impacto Ambiental para proyectos o actividades públicas o privadas, tales como la explotación agrícola, ganadera, forestal y granjera, la introducción de especies exóticas, la explotación de bosques nativos, de flora y fauna silvestres, la pesca comercial, y cualquier otra obra o actividad que por sus dimensiones o intensidad sea susceptible de causar impactos

ambientales. Cualquier tipo de intervención del medio ambiente que se planee desarrollar o que se encuentre en etapa de ejecución, deberá ser sometido al proceso administrativo estipulado en esta normativa, según lo estipulado en el Artículo 5°.

Ley N° 96/92: "De la Vida Silvestre", que declara de interés social y de utilidad pública la protección, manejo y conservación de la Vida Silvestre del país. Prohíbe la caza y comercialización de animales silvestres. Todas las especies de la vida silvestre están protegidas por las leyes nacionales y la mayoría están comprendidas en los apéndices de la Convención CITES de la que Paraguay es suscriptor. En su Artículo 5°, expresa que todo proyecto de obra pública o privada, tales como desmonte, secado o drenaje de tierras inundables, modificaciones de cauces de ríos, construcciones de diques y embalsas, introducciones de espacios silvestres, que puedan causar transformaciones en el ambiente de la vida silvestre nativa, será consultado previamente con la autoridad de aplicación para determinar si tal proyecto, necesita un estudio de Impacto Ambiental para la realización del mismo, de acuerdo con las reglamentaciones de esta ley.

Ley N° 352/94: "Áreas Silvestres Protegidas". Por la cual fija normas generales para regular el manejo y administración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINASIP), para lo cual debe contar con un Plan Estratégico. Establece que todas las propiedades bajo el dominio público serán inalienables e intransferibles a perpetuidad.

Ley N° 253/93: "Que aprueba el convenio sobre diversidad biológica, adoptado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo - Cumbre para la Tierra - celebrado en la Ciudad de Río de Janeiro, Brasil". Tiene como objetivo principal la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, entre otros.

Ley N° 1.314/98; "Que aprueba la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres". Por esta convención se reconoce la importancia de la conservación de las especies migratorias y de las medidas a convenir para este fin por los Estados del área de distribución, siempre que sea posible y apropiado, concediendo particular atención a las especies migratorias cuyo estado de conservación sea desfavorable; el mismo reconocimiento se extiende también a las medidas apropiadas y necesarias, por ellas adoptadas separada o conjuntamente, para la conservación de tales especies y de su hábitat.

Ley N° 350/94: Aprueba la "Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", firmada en Ramsar, el 2 de febrero de 1971, modificada según el Protocolo de París, el 3 de diciembre de 1982 y la Conferencia de las Partes de Regina, el 28 de mayo de 1987. Según lo establece el Inciso 1) del Artículo 4°, cada Parte contratante fomentará la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquellos, estén o no incluidos en la Lista de Humedales de Importancia, y tomará las medidas adecuadas para su custodia.

Ley N° 583/76: "Que aprueba y ratifica la convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres". Instrumento que busca lograr la protección de ciertas especies contra el comercio excesivo, con el fin de asegurar su supervivencia.

Ley N° 251/93: "Que aprueba el Convenio sobre Cambio Climático, adoptado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo - Cumbre para la Tierra - celebrado en

la Ciudad de Rio de Janeiro, Brasil". El objetivo último es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

Ley N° 970/96: Aprueba la "Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, en los países afectados por la sequía grave o desertificación, en particular en África". El objetivo de la Convención es luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados por sequía grave o desertificación, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacionales, en el marco de un enfoque integrado acorde con el Programa 21, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas.

Ley N° 3.239/07: "De los Recursos Hídricos del Paraguay". Tiene por objeto regular la gestión sustentable e integral de todas las aguas y los territorios que la producen, cualquiera sea su ubicación, estado físico o su ocurrencia natural dentro del territorio paraguayo, con el fin de hacerla social, económica y ambientalmente sustentable.

Ley N° 3.001/06: "De Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales". El objetivo de la presente ley es propiciar la conservación, la protección, la recuperación y el desarrollo sustentable de la diversidad biológica y de los recursos naturales del país, a través de la valoración y retribución justa, oportuna y adecuada de los servicios ambientales. Asimismo, contribuir al cumplimiento de las obligaciones internacionales en cuanto a las Leyes N° 251/93, 253/93 y 1.447/99.

Asimismo, por el Artículo 15° de la Ley N° 1.561/00, el MADES ejercerá autoridad en los asuntos que conciernan a su ámbito de competencia y en coordinación con las demás autoridades competentes en las siguientes leyes:

Ley N° 422/73: Ley Forestal "Que declara de interés público el aprovechamiento y el manejo racional de los bosques y tierras forestales del país, así como también el de los recursos naturales renovables que se incluyan en el régimen de esta ley. Asimismo, declara de interés público y obligatoria la protección, conservación, mejoramiento y acrecentamiento de los recursos forestales". Entre sus principales objetivos, se pueden citar: (i) La protección, conservación, aumento, renovación y aprovechamiento sostenible y racional de los recursos forestales del país; (ii) La incorporación a la economía nacional de aquellas tierras que puedan mantener vegetación forestal; (iii) El control de la erosión del suelo; (iv) La protección de las cuencas hidrográficas y manantiales; (v) La promoción de la forestación, reforestación, protección de cultivos, defensa y embellecimiento de las vías de comunicación, de salud pública y de áreas de turismo; y (vi) La coordinación con el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones en la construcción de las vías de comunicación para el acceso económico a las zonas de producción forestal.

Ley N° 4.241/10: "De Restablecimiento de Bosques Protectores de Cauces Hídricos" obliga al restablecimiento de bosques protectores con especies nativas a lo largo de cauces hídricos. El Instituto Forestal Nacional (INFONA) es la autoridad de aplicación de la presente Ley, en coordinación con el MADES y los Gobiernos Departamentales y Municipales.

Ley N° 6676/20: Que prohíbe las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques en la región Oriental. Tiene por objeto regular la protección, la recuperación y el mejoramiento del bosque nativo en la Región Oriental para que, en un marco de desarrollo

sostenible, el bosque cumpla con sus funciones ambientales, sociales y económicas, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del país y en cumplimiento de la Ley Nacional de Cambio Climático. Quedan prohibidas, por un período de diez años, a partir de la promulgación de la presente Ley, la realización en la región oriental de actividades de transformación o conversión de superficies con cobertura de bosques; y la emisión de permisos, licencias, declaración de impacto ambiental, autorizaciones y/o cualquier otra modalidad de documento jurídicamente válido, que ampare la transformación o conversión de superficies con cobertura de bosques nativos. Se ordena además al Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible y al Instituto Forestal Nacional (INFONA) actualizar reglamentariamente la estructura orgánica del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF).

Decreto 9849/23: establece normas para la reglamentación de los artículos 3º y 5º de la Ley N° 6676/2020 "Que prohíbe las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques en la Región Oriental". El objeto del Sistema de Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF) será proveer información oficial del estado de la cobertura forestal nacional que posee el territorio de la República del Paraguay, en forma periódica, medible, verificable y comparable con otros sistemas de información geográfica, así como proveer parámetros e información que permitan dimensionar la magnitud del contenido de carbono almacenado de la masa forestal nacional y la tipificación cualitativa y cuantitativa de especies forestales que integran la masa forestal. El Instituto Forestal Nacional (INFONA) será la autoridad de aplicación del SNMF, el cual era aplicable a toda la cobertura forestal de ambas regiones del país. Se establecen las funciones del INFONA en el marco del SNMF.

Ley N° 6818/21: Manejo integral del fuego - establece acciones, normas y procedimientos para el Manejo Integral del Fuego y establece las medidas de prevención que deberán acatarse al ejecutar esta práctica en el ámbito del territorio nacional. Su finalidad consiste en salvaguardar la vida, la salud y los bienes de las personas, así como de los ecosistemas. Se regula la solicitud de permiso de quema y las obligaciones para su ejecución. Se prohíbe la quema que no cuente con el permiso correspondiente, y la ejecución de actividades con fines productivos en zonas forestales que hayan sido afectadas por incendios, entre otras prohibiciones. La Autoridad de Aplicación de la presente Ley será el Instituto Forestal Nacional (INFONA). Las municipalidades estarán encargadas de otorgar los permisos de quema.

Ley N° 904/81: “Estatuto de las Comunidades Indígenas” y Ley N° 919/96 que modifica y amplia varios artículos de la Ley N° 904 de fecha 18 de diciembre de 1981 “Estatuto de las Comunidades Indígenas”. Tiene por objeto la preservación social y cultural de las comunidades indígenas, la defensa de su patrimonio y sus tradiciones, el mejoramiento de sus condiciones económicas, su efectiva participación en el proceso de desarrollo nacional y su acceso a un régimen jurídico que les garantice la propiedad de la tierra y otros recursos productivos, en igualdad de derechos con los demás ciudadanos.

Ley N° 234/93: “Que aprueba y ratifica el Convenio N° 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en países independientes, adoptado durante la 76° Conferencia Internacional del Trabajo, celebrada en Ginebra, el 7 de junio de 1989”. En su Artículo 6° los gobiernos deberán: (i) consultar a los pueblos indígenas cuando se prevean medidas legislativas o administrativas que les afecten; (ii) establecerán los medios para que los pueblos indígenas participen de las decisiones de las instituciones responsables de políticas y programas que les conciernan; (iii) establecer medios para el desarrollo de las instituciones

e iniciativas de esos pueblos. El Artículo 7°, Inciso 1° establece que los pueblos interesados tienen el derecho de decidir sus propias prioridades de desarrollo, y de controlar su propio desarrollo económico, social y cultural. Además, dichos pueblos participarán en la formulación, aplicación y evaluación de planes y programas de desarrollo nacional y regional que les afecten directamente.

4.3 OTROS ASPECTOS LEGALES

Ley N° 716/96: "Que Sanciona Delitos contra el Medio Ambiente". Su Artículo 1° establece la protección del medio ambiente y la calidad de vida humana contra quienes ordenen, ejecuten, o debido a sus atribuciones, permitan o autoricen actividades atentatorias contra el equilibrio del ecosistema, la sustentabilidad de los recursos naturales y la calidad de vida humana. Por otra parte, el Artículo 4° estable sanciones penitenciarias y pecuniarias para (a) Los que realicen tala o quema de bosques o formaciones vegetales que perjudiquen gravemente el ecosistema; (b) Los que procedan a la explotación forestal de bosques declarados especiales o protectores; (c) Los que trafiquen o comercialicen ilegalmente rollos de madera o sus derivados; y, (d) Los que realicen obras hidráulicas tales como la canalización, desecación, represamiento o cualquier otra que altere el régimen natural de las fuentes o cursos de agua de los humedales, sin autorización expresa de la autoridad competente y los que atenten contra los mecanismos de control de aguas o los destruyan. Asimismo, el Inciso a) del Artículo 5°, establece que los que destruyan las especies de animales silvestres en vías de extinción y los que trafiquen o comercialicen, son pasibles de recibir sanciones con penas penitenciarias y económicas.

Ley N° 3.966/10: "Orgánica Municipal". El Inciso 4 del Artículo 12°, menciona funciones relacionadas con el ambiente, entre las que destacan: la preservación, conservación, recomposición y mejoramiento de los recursos naturales significativos y la fiscalización del cumplimiento de las normas ambientales nacionales, previo convenio con las autoridades nacionales competentes. Adicionalmente, el Artículo N° 226 define que "El Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial tendrá por finalidad orientar el uso y ocupación del territorio en el área urbana y rural del municipio para conciliarlos con su soporte natural, es un instrumento técnico y de gestión municipal donde se definen los objetivos y estrategias territoriales en concordancia con el Plan de Desarrollo Sustentable(...)".

Decreto N° 1.039/18: Por el que se aprueba el "Protocolo para el Proceso de Consulta y Consentimiento Libre, Previo e Informado con los Pueblos Indígenas que Habitan en Paraguay". En sus Artículos 2° y 3°, el referido decreto dispone que el protocolo aprobado en el Artículo 1°, entra en vigor a partir de los 90 días de la firma del presente Decreto y autoriza al Instituto Paraguayo del Indígena, a dictar los reglamentos pertinentes para el efectivo cumplimiento del protocolo, con la colaboración de los Pueblos Indígenas.

4.4 ASPECTOS INSTITUCIONALES

A continuación, se presentan los aspectos institucionales más relevantes relacionados con el sector forestal y ambiental. En la siguiente tabla (Tabla 3), se resumen las principales instituciones públicas de Paraguay relacionadas con el sector forestal y ambiental en el país.

Es importante destacar que las municipalidades también juegan un papel relevante en la planificación territorial y en el desarrollo sostenible, como ejemplo, sobre las directrices de las Leyes Orgánicas Municipales, que son leyes que establecerán la responsabilidad de los gobiernos locales en la

elaboración de planes de desarrollo sostenible y planes urbanos territoriales. Aunque, en la práctica, la influencia de los gobiernos locales en los modelos de desarrollo, como las plantaciones de eucalipto, pueda ser limitada, su rol en la planificación y regulación del uso del suelo puede influir en la expansión de dichas plantaciones, especialmente en áreas rurales donde se busca compatibilizar el uso forestal con el desarrollo local.

Tabla 3. Principales Instituciones Públicas Relacionadas con el Sector Forestal y Ambiental

INSTITUCIÓN	LEY/DECRETO	OBJETIVOS	RESPONSABILIDADES
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	Ley N° 81/1992	Establecimiento de políticas de desarrollo sostenible, formulación y ejecución de políticas globales en planes nacionales de desarrollo económico, social y ambiental.	Contribuir a la política macroeconómica del país, elaborar, coordinar y proteger actividades agropecuarias, forestales, agroindustriales y otras relacionadas; preservación, conservación y restauración de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.
Ministerio de Industria y Comercio (MIC)	Ley N° 904/1963	Liderar el proceso de desarrollo sostenible y establecer políticas claras orientadas al fortalecimiento del sector industrial, comercial y de servicios.	Facilitar la reconversión económica del país, apoyar a los agentes económicos en la mejora de la competitividad, adoptar políticas económicas convenientes, formular planes y programas de desarrollo industrial y comercial, promover la actividad industrial y el mejor aprovechamiento de los recursos del país.
Secretaría del Ambiente (SEAM)	Ley N° 1561/2000	Crear y regular el funcionamiento de organismos responsables de la política y gestión ambiental.	Formulación, coordinación y supervisión de políticas ambientales, control de la calidad ambiental y conservación de la biodiversidad y los recursos hídricos. Sustituida posteriormente por el MADES.
Instituto Forestal Nacional (INFONA)	Ley N° 3464/2008	Administrar, promover y fomentar el desarrollo sostenible de los recursos forestales del país.	Aplicación de la Ley Forestal (Ley N° 422/73) y de la Ley de Fomento a la Forestación y Reforestación (Ley N° 536/95); registro, fiscalización, monitoreo y gestión de recursos forestales; ejecución de programas y proyectos de plantaciones forestales.
Red de Inversiones y Exportaciones (REDIEX)	Decreto N° 4.328/2005	Impulsar el desarrollo económico y social de Paraguay a través de la promoción de exportaciones y atracción de inversiones.	Diálogo estratégico y trabajo en red con sectores privado, público y universidades; promoción de exportaciones e inversiones; mejora del clima de negocios. Opera a través de la Mesa Forestal.
Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Vegetal y de Semillas (SENAVE)	Ley N° 2459/2004	Contribuir al aumento de la competitividad y sostenibilidad del sector agropecuario y forestal.	Control fitosanitario y de calidad de productos de origen vegetal, registros de importación de agroquímicos y semillas, certificación de calidad y sanidad de productos vegetales, control de laboratorios y transporte de plaguicidas.
Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA)	Ley N° 3788/2010	Generación, rescate, adaptación, validación, difusión y transferencia de tecnología agraria, y manejo de recursos genéticos agropecuarios y forestales.	Investigación y desarrollo de tecnologías agrarias, manejo de recursos genéticos agropecuarios y forestales, educación y capacitación en el sector agropecuario y forestal.
Ministerio del Ambiente y Desarrollo	Ley N° 6123/2018	Eleva al rango de Ministerio a la Secretaría del Ambiente, que pasa a denominarse	Diseñar, establecer, supervisar, fiscalizar y evaluar la Política Ambiental Nacional, a fin de cumplir con los preceptos constitucionales que

INSTITUCIÓN	LEY/DECRETO	OBJETIVOS	RESPONSABILIDADES
Sostenible (MADES)		Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible.	garantizan el desarrollo nacional en base al derecho a un ambiente saludable y la protección ambiental.

Fuente: Elaborado por STCP (2024).

En la siguiente tabla (Tabla 4) se resumen las principales instituciones privadas relacionadas con el sector forestal y ambiental en el país, incluidas organizaciones de la sociedad civil (OSC), organizaciones no gubernamentales (ONG), asociaciones privadas y otras.

La selección de estas instituciones se basa en su incidencia y relevancia en el sector forestal y ambiental en Paraguay. Se han considerado aquellas que tienen un impacto significativo en la formulación de políticas, implementación de proyectos de conservación y manejo sostenible de recursos forestales. Estas instituciones, además, desempeñan un papel clave en la promoción de prácticas responsables, en la reforestación y en la protección de ecosistemas críticos. La inclusión de estas organizaciones responde a su trayectoria y contribución demostrada en los ámbitos mencionados, lo que las convierte en actores clave para el desarrollo forestal sostenible en el país.

Tabla 4. Principales Instituciones Privadas Relacionadas con el Sector Forestal y Ambiental

INSTITUCIÓN	TIPO	DEDICACIÓN
Alter Vida	OSC	Gestión e implementación de proyectos socioambientales de desarrollo, investigación, innovación, conservación de ecosistemas. Lleva adelante acciones de capacitación, fortalecimiento organizativo de comunidades, con enfoque inclusivo e intercultural, articulación interinstitucional e intersectorial en temáticas productivas, de cambio climático, acceso a mercados, manejo sostenible de los recursos naturales.
A Todo Pulmón	ONG	Diseña, desarrolla e implementa campañas y proyectos ambientales integrales con el fin de crear conciencia, promover buenas prácticas para la producción sustentable y generar estrategias que contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático. Implementamos proyectos forestales en conjunto con personas, grupos, instituciones educativas y empresas, plantando especies nativas y exóticas en plantaciones puras o en sistemas agroforestales, enriqueciendo bosques degradados y protegiendo bosques amenazados.
Asociación Guyra Paraguay	Asociación Privada	Organización de la sociedad civil que trabaja junto con la población local en la defensa y protección de la diversidad biológica del Paraguay, con el fin de asegurar el espacio vital necesario para que las futuras generaciones puedan conocer muestras representativas de la riqueza natural del Paraguay. Guyra Paraguay coopera con otras iniciativas de promoción y conservación del medio ambiente, tales como Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA) – Important Bird Areas (IBA), A Todo Pulmón Paraguay Respira y el Instituto Life, además de BirdLife International.

INSTITUCIÓN	TIPO	DEDICACIÓN
WWF	Organización Mundial de Conservación - Paraguay	Trabaja en paisajes prioritarios, centrándose en temas como: mercados, mitigación y adaptación al cambio climático, producción sostenible, conservación y restauración de bosques, consumo sostenible y conservación de agua dulce. WWF en Paraguay está trabajando activamente con WWF International para identificar sus contribuciones críticas a los objetivos globales de WWF 2025.
Fundación Moisés Bertoni	Asociación Privada	Trabaja en pos del desarrollo sostenible, liderando acciones que creen valor en la triple línea de resultados: valor social, para mejorar la calidad de vida de la población; valor económico, que se traduce en mayores niveles de ingresos mediante la implementación de actividades productivas sostenibles; y valor ambiental, a través de un manejo racional y respetuoso de los recursos naturales, lo cual permite conservar el equilibrio del medio ambiente.
Federación Paraguaya de Madereros (FEPAMA)	Gremio Foresto-industrial	El objetivo principal del gremio es defender los intereses de los asociados y del sector Foresto - Industrial, además de fomentar el desarrollo forestal y promover una concienciación sobre la importancia económica y ambiental del sector.
ITAIPU	Entidad Binacional	Administra un sistema de Áreas Silvestre Protegidas (ASP) ubicadas en el área de influencia de la represa. Las mismas tienen como objetivo conservar la biodiversidad y mantener los servicios ambientales que producen estos ecosistemas.
YACYRETÁ	Entidad Binacional	Ejecuta diversas acciones tendientes a la conservación y protección de diferentes tipos de hábitats y especies representativas de su área de influencia como compensación por el anegamiento de tierras a causa del llenado del embalse. Actualmente las áreas silvestres protegidas, en la margen derecha lado paraguayo suman un total de 19.256 hectáreas.

Fuente: Elaborado por STCP (2024).

5 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

La identificación y análisis de impactos son procesos fundamentales para entender cómo las actividades humanas a lo largo del tiempo y del espacio pueden interactuar y afectar el medio ambiente. En el contexto de este estudio, estos procesos son esenciales para garantizar que los emprendimientos forestales de eucalipto promuevan el desarrollo económico en equilibrio con la conservación ambiental, el bienestar y la salud humana.

Las plantaciones de eucalipto presentan tanto beneficios como desafíos desde una perspectiva socioambiental. Entre los beneficios más destacados, el eucalipto es una especie de rápido crecimiento que contribuye significativamente a la industria forestal, generando empleo y proporcionando materia prima para una variedad de productos. Además, su capacidad para restaurar áreas degradadas y controlar la erosión en ciertas condiciones es reconocida, al igual que su potencial para capturar carbono y mitigar el cambio climático.

Sin embargo, las plantaciones de eucalipto también pueden generar impactos ambientales negativos, especialmente cuando no se gestionan adecuadamente. Entre estos impactos, se incluye la homogeneización del paisaje, que puede llevar a la pérdida de biodiversidad local. Las plantaciones tienden a alterar el balance hídrico, dado el alto consumo de agua de esta especie, lo que puede afectar la disponibilidad de recursos hídricos para otros usos. Además, la presencia de monocultivos de eucalipto puede cambiar las condiciones del suelo, disminuyendo su fertilidad a largo plazo. Estos impactos negativos, si no son mitigados, pueden afectar la resiliencia de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos que sostienen.

De acuerdo con la metodología del Manual de Buenas Prácticas - Evaluación y Gestión de Impacto Acumulativo: Orientación para el Sector Privado en Mercados Emergentes de la Corporación Financiera Internacional (IFC), del Banco Mundial, el proceso de evaluación se desarrolla con base en los Componentes Valiosos del Ecosistema (CVE), que son atributos ambientales y sociales considerados importantes en la evaluación de impactos y riesgos. Estos componentes incluyen características físicas, como hábitats y poblaciones de fauna; servicios ecosistémicos; procesos naturales, como ciclos de agua y nutrientes y microclimas; condiciones sociales, como salud y economía; y aspectos culturales, como ceremonias espirituales o tradicionales.

Para la identificación de los posibles impactos socioambientales, primero es necesario establecer una línea de base, que consiste en entender el escenario actual del medio ambiente antes de las intervenciones de futuros emprendimientos, ya sean plantaciones de eucalipto o de otros sectores económicos. Con la línea de base definida, se enumeran los impactos ambientales potenciales derivados de la plantación de eucalipto, seguido de un análisis detallado de su ocurrencia y magnitud.

5.1 LÍNEA DE BASE

La línea de base es un término importante para la evaluación de impactos socioambientales. La línea de base determina la caracterización del área de estudio antes de la implementación de cierto emprendimiento. Por lo tanto, con el fin de evaluar los impactos acumulativos en la región Oriental de Paraguay, que se podrían generar por el establecimiento de nuevas plantaciones de eucalipto, se necesitan datos verdaderos y verificables que representen de manera fiel la condición anterior a la

implementación de las actividades silviculturales que posiblemente causarán impactos socioambientales.

Así, la línea de base proporciona una referencia sobre el estado actual del medio ambiente antes de la implementación de nuevos proyectos. Para este estudio, la línea de base incluirá información sobre los componentes valiosos del ecosistema (Tabla 5).

Tabla 5. Componentes valiosos del ecosistema (CVE) para el estudio

COMPONENTES	ELEMENTOS	LÍMITE TEMPORAL	LÍMITE ESPACIAL
Cobertura y uso del suelo	*Caracterización por áreas naturales (forestales o no), áreas antropizadas, Agricultura, Ganadería, Plantaciones Forestales, Áreas sin Vegetación y Cuerpos de Agua.*	**Últimos 30 años, desde 1992 y escenario actual**	**Región Oriental de Paraguay, dividida en sus tres ecorregiones: Bosque Atlántico, Cerrado y Chaco Húmedo**
Recursos Hídricos	*Disponibilidad y calidad del agua*		
Biodiversidad	*Fauna, Bioindicadores, Flora y estudios de Ecología del Paisaje*		
Servicios ecosistémicos	*Servicios de provisión, regulación, soporte y cultural*	**Desde 2022 y escenario actual**	**Región Oriental de Paraguay**

Fuente: Elaborado por STCP (2024).

A continuación, se describe la clasificación de los componentes valiosos del ecosistema (CVE) - uso del suelo, recursos hídricos, biodiversidad y servicios ecosistémicos - por su límite temporal histórico y su ubicación por límite espacial, que para este estudio es la región Oriental del Paraguay.

5.1.1 Cobertura y Uso del Suelo

Para obtener la clasificación de la cobertura y uso de los suelos, se utilizaron datos georreferenciados provenientes del MapBiomas Paraguay (2023). De esta manera, fue posible acceder a información detallada sobre el uso y cobertura del suelo, lo que permitió identificar y mapear las áreas de bosque nativo, pastizales y otros usos del suelo.

Esta base de datos posibilitó un análisis temporal y espacial de los cambios en la cobertura a lo largo de los años, facilitando la visualización de patrones de expansión de actividades que pueden generar impacto en la región Oriental de Paraguay. Así, fue posible realizar un análisis integral y confiable sobre la distribución de la cobertura y el uso del suelo, lo que facilitó la elaboración de métricas relevantes para el estudio, incluyendo una estimación de proyección de áreas de cultivo, la proximidad a ecosistemas sensibles y la evaluación del potencial invasivo del eucalipto.

La ocupación y el uso del suelo en la región Oriental de Paraguay son diversos, con actividades que van desde la agricultura y la ganadería hasta áreas urbanas y forestales. La agricultura es la principal actividad económica, con cultivos de soja y maíz. El uso intensivo de la tierra para la agricultura ha llevado a la conversión de hábitats naturales y a la degradación del suelo. La urbanización en expansión, especialmente en las áreas cercanas a la capital Asunción y otras ciudades importantes, ha resultado en una mayor demanda de recursos hídricos y un aumento en la generación de residuos.

Los análisis realizados en el marco de este estudio dieron cuenta que la región presenta un gran mosaico de elementos del paisaje, revelando algunas de las tipologías más representativas de los tres

principales ecosistemas que la componen. Esta variabilidad ambiental está alineada con los principios de la Biología de la Conservación, que considera áreas con gran heterogeneidad ambiental de gran interés ecológico para la conservación de la diversidad biótica. Por otro lado, debido a la intensa ocupación humana y a la elevada diversidad de formas de uso del suelo, se espera que la región esté sujeta a diversos impactos, los cuales pueden manifestarse en diferentes tiempos y áreas.

Se constata que la cobertura de la región está compuesta por diversas tipologías vegetales nativas y otras clases de uso y ocupación de la tierra, desde áreas antropizadas (incluyendo áreas urbanas, agropecuarias y suelos expuestos) hasta remanentes de vegetación, con gran variación de dimensiones y concentraciones, además de cuerpos hídricos (ríos, lagos y represas).

Como análisis inicial sobre la cobertura y uso del suelo, en la Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8 se presentan la situación de la cobertura y uso del suelo en la región Oriental de Paraguay durante los últimos 30 años.

Tabla 6. Usos de la Región Oriental durante los últimos 30 años (1992-2022)

Clasificación	Cobertura total por décadas en hectáreas			
	1992	2002	2012	2022
Vegetación Leñosa Natural	5.566.797,54	4.527.103,61	4.073.887,06	4.200.825,67
Vegetación Herbácea Natural	6.414.529,25	6.490.883,33	6.269.485,01	5.383.855,19
Agropecuario y Forestal	3.419.895,13	4.378.944,90	5.018.605,40	5.711.799,23
Cuerpos de Agua	370.803,63	356.023,95	366.877,02	387.212,76
Área sin Vegetación	161.370,20	180.439,96	204.541,26	249.702,90
TOTAL >>>	15.933.395,75	15.933.395,75	15.933.395,75	15.933.395,75
Clasificación	Cobertura total por décadas en porcentaje			
	1992	2002	2012	2022
Vegetación Leñosa Natural	34,94%	28,41%	25,57%	26,36%
Vegetación Herbácea Natural	40,26%	40,74%	39,35%	33,79%
Agropecuario y Forestal	21,46%	27,48%	31,50%	35,85%
Cuerpos de Agua	2,33%	2,23%	2,30%	2,43%
Área sin Vegetación	1,01%	1,13%	1,28%	1,57%
TOTAL >>>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

A partir de los datos presentados, se infiere que el sector agropecuario y forestal tiene una presencia significativa en el área, ya que representa más del 35% del territorio de la región Oriental de Paraguay. Además, aproximadamente el 60% de la cobertura del suelo está representada por vegetación nativa, ya sea leñosa o herbácea.

Tabla 7. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental durante los últimos 30 años, en hectáreas

Clase de cobertura y Uso del Suelo	Por década en hectáreas			
	1992	2002	2012	2022
Agricultura	1.261.643,71	1.905.304,97	2.565.553,98	3.266.875,76
Área no Vegetada	161.370,20	180.439,96	204.541,26	249.702,90
Forestaciones	4.140,99	128.298,38	176.420,00	202.054,54
Leñosas Abiertas	27,27	0,31	0,2	42,25
Leñosas Cerradas	5.233.642,94	4.030.034,53	3.454.448,48	3.442.788,71
Leñosas Inundables	333.127,33	497.068,77	619.438,38	757.994,71
Pastizal	3.411.573,73	3.736.911,02	3.573.014,49	2.952.622,15
Pastizales Inundables	3.002.955,52	2.753.972,31	2.696.470,52	2.431.233,04
Pastura	2.154.110,43	2.345.341,55	2.276.631,42	2.242.868,93
Río o Lago	370.803,63	356.023,95	366.877,02	387.212,76
TOTAL >>>	15.933.395,75	15.933.395,75	15.933.395,75	15.933.395,75

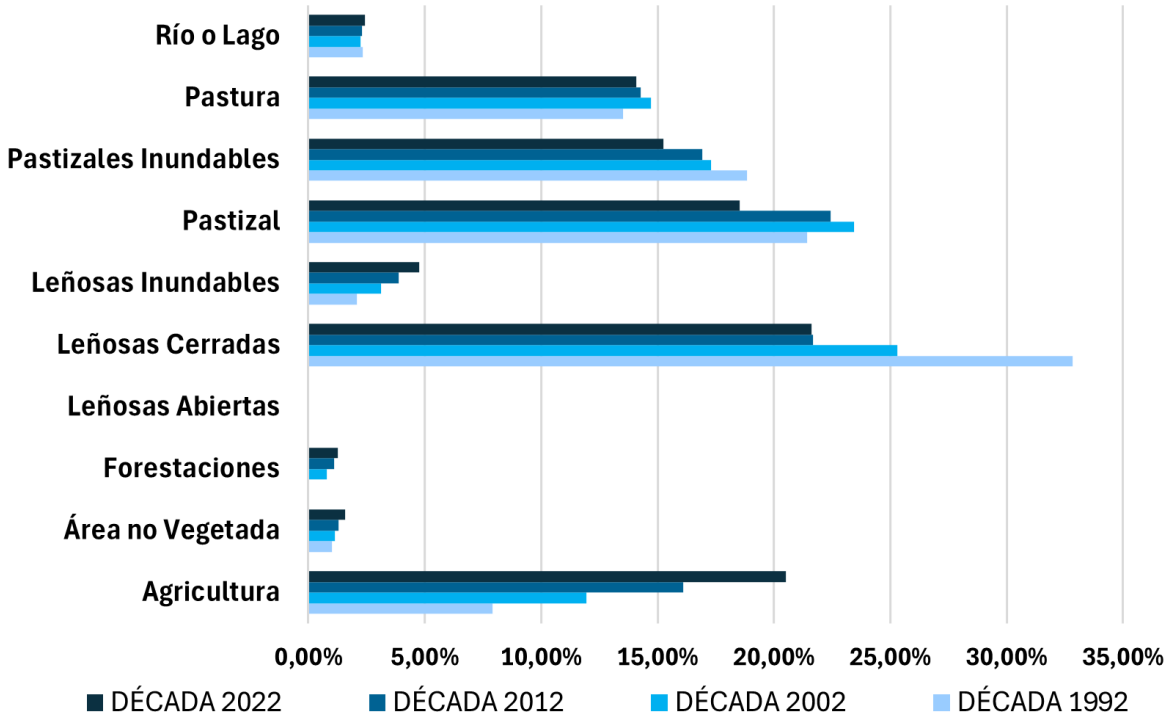
Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Tabla 8. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental durante los últimos 30 años, en porcentaje

Clase de cobertura y Uso del Suelo	Por década en porcentaje			
	1992	2002	2012	2022
Agricultura	7,91823%	11,95793%	16,10174%	20,50332%
Área no Vegetada	1,01278%	1,13246%	1,28373%	1,56717%
Forestaciones	0,02599%	0,80522%	1,10723%	1,26812%
Leñosas Abiertas	0,00017%	0,00000%	0,00000%	0,00027%
Leñosas Cerradas	32,84700%	25,29300%	21,68055%	21,60738%
Leñosas Inundables	2,09075%	3,11967%	3,88767%	4,75727%
Pastizal	21,41147%	23,45332%	22,42469%	18,53103%
Pastizales Inundables	18,84693%	17,28428%	16,92339%	15,25872%
Pastura	13,51947%	14,71966%	14,28843%	14,07653%
Río o Lago	2,32721%	2,23445%	2,30257%	2,43020%
TOTAL >>>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

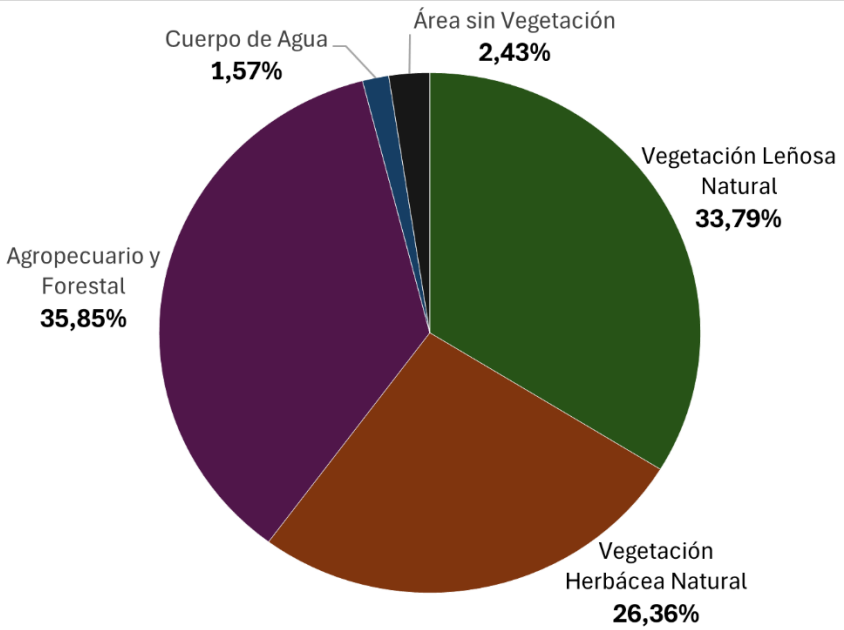
En la Figura 4 se presenta la evolución de la cobertura y uso del suelo en la región Oriental del Paraguay durante los últimos 30 años. Asimismo, en la Figura 5 se presenta, la situación actual de la cobertura y uso del suelo en la región Oriental del Paraguay.

Figura 4. Cobertura y Uso del Suelo en los últimos 30 años (1992-2022)



Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Figura 5. Estimado de la Cobertura del Suelo de la Región Oriental del Paraguay actualmente



Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

La región Oriental de Paraguay alberga tres tipos principales de ecorregiones (Bosque Atlántico, Cerrado y Chaco Húmedo), que presentan varias subdivisiones según pequeñas variaciones en el paisaje, formando micro ecosistemas abiertos, forestales o húmedos. En regiones de transición entre ecosistemas o en casos de enclaves ecológicos, a veces no es posible, en la escala cartográfica utilizada en este estudio, discernir con precisión la fisonomía dominante en ciertas zonas mediante la interpretación de imágenes satelitales. En este contexto, en las Tablas 9 y 10, se describen: la situación actual de la cobertura y uso del suelo y la composición de la cobertura del suelo por ecorregiones (Bosque Atlántico, Cerrado y Chaco Húmedo), respectivamente.

Tabla 9. Situación de la Cobertura y Uso de los Suelos en las Ecorregiones

BOSQUE ATLÁNTICO	8.627.092,64	total, en ha
Agricultura	2.858.186,14	33,13%
Área no Vegetada	179.696,32	2,08%
Forestaciones	191.737,69	2,22%
Leñosas Abiertas	0,00	0,00%
Leñosas Cerradas	2.065.446,10	23,94%
Leñosas Inundables	0,00	0,00%
Pastizal	840.520,50	9,74%
Pastizales Inundables	601.044,50	6,97%
Pastura	1.752.833,90	20,32%
Río o Lago	137.627,49	1,60%
CERRADO	815.200,99	total, en ha
Agricultura	69.642,41	8,54%
Área no Vegetada	11.039,24	1,35%
Forestaciones	10,54	0,00%
Leñosas Abiertas	22,49	0,00%
Leñosas Cerradas	319.416,07	39,18%
Leñosas Inundables	54.396,48	6,67%
Pastizal	186.831,10	22,92%
Pastizales Inundables	22.974,56	2,82%
Pastura	150.357,30	18,44%
Río o Lago	510,80	0,06%
CHACO HÚMEDO	6.490.807,91	total, en ha
Agricultura	339.047,21	5,22%
Área no Vegetada	58.673,13	0,90%
Forestaciones	10.306,32	0,16%
Leñosas Abiertas	19,76	0,00%
Leñosas Cerradas	1.057.926,54	16,30%
Leñosas Inundables	703.598,23	10,84%
Pastizal	1.925.270,55	29,66%
Pastizales Inundables	1.807.213,98	27,84%
Pastura	339.677,73	5,23%
Rio o Lago	249.074,46	3,84%

Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Tabla 10. Composición de la cobertura del suelo por Ecorregiones

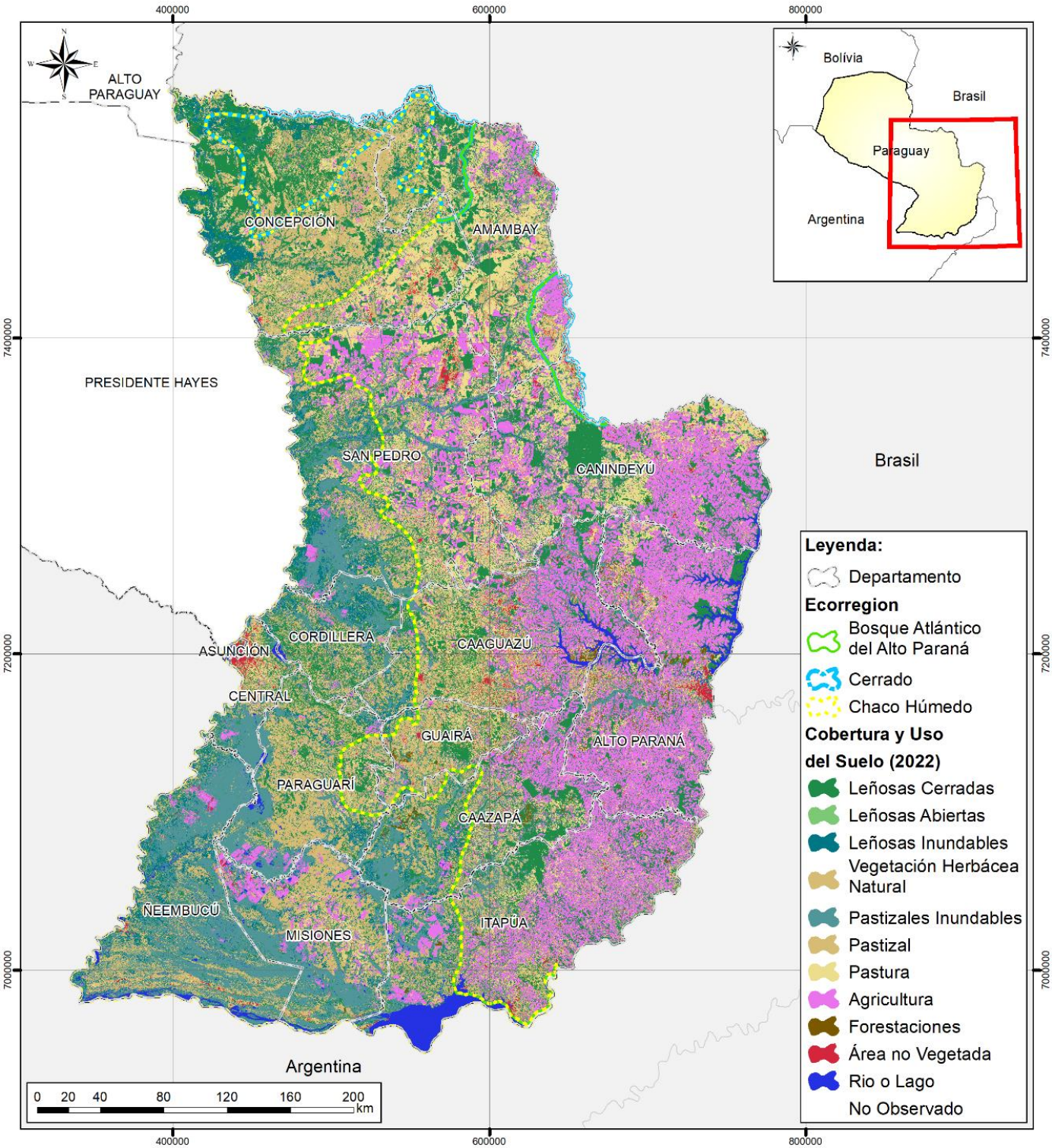
Clasificación	Cobertura Total das Ecorregiones (hectáreas)			Cobertura Total	
	Bosque Atlántico	Cerrado	Chaco Húmedo	Hectáreas	%
Vegetación Leñosa Natural	**2.065.446,10**	**373.835,04**	**1.761.544,53**	**4.200.825,67**	**33,79**
Vegetación Herbácea Natural	**1.441.565,00**	**209.805,66**	**3.732.484,53**	**5.383.855,19**	**26,36**
Agropecuario y Forestal	**4.802.757,73**	**220.010,25**	**689.031,25**	**5.711.799,23**	**35,85**
Cuerpo de Agua	**137.627,49**	**510,80**	**58.673,13**	**387.212,76**	**1,57**
Área sin Vegetación	**179.696,32**	**11.333,46**	**249.074,46**	**249.702,90**	**2,43**
TOTAL >>>	**8.627.092,64**	**815.495,21**	**6.490.807,90**	**15.933.395,75**	**100**

Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Es importante mencionar que las categorías de clasificación de coberturas utilizadas por MapBiomas Paraguay (2003) difieren de la clasificación oficial de base utilizada por el INFONA, donde se describen los estratos de Bosques del Paraguay y las categorías de análisis de cambio que son bosques estables, cambios de uso de la tierra, y áreas de no bosques estables.

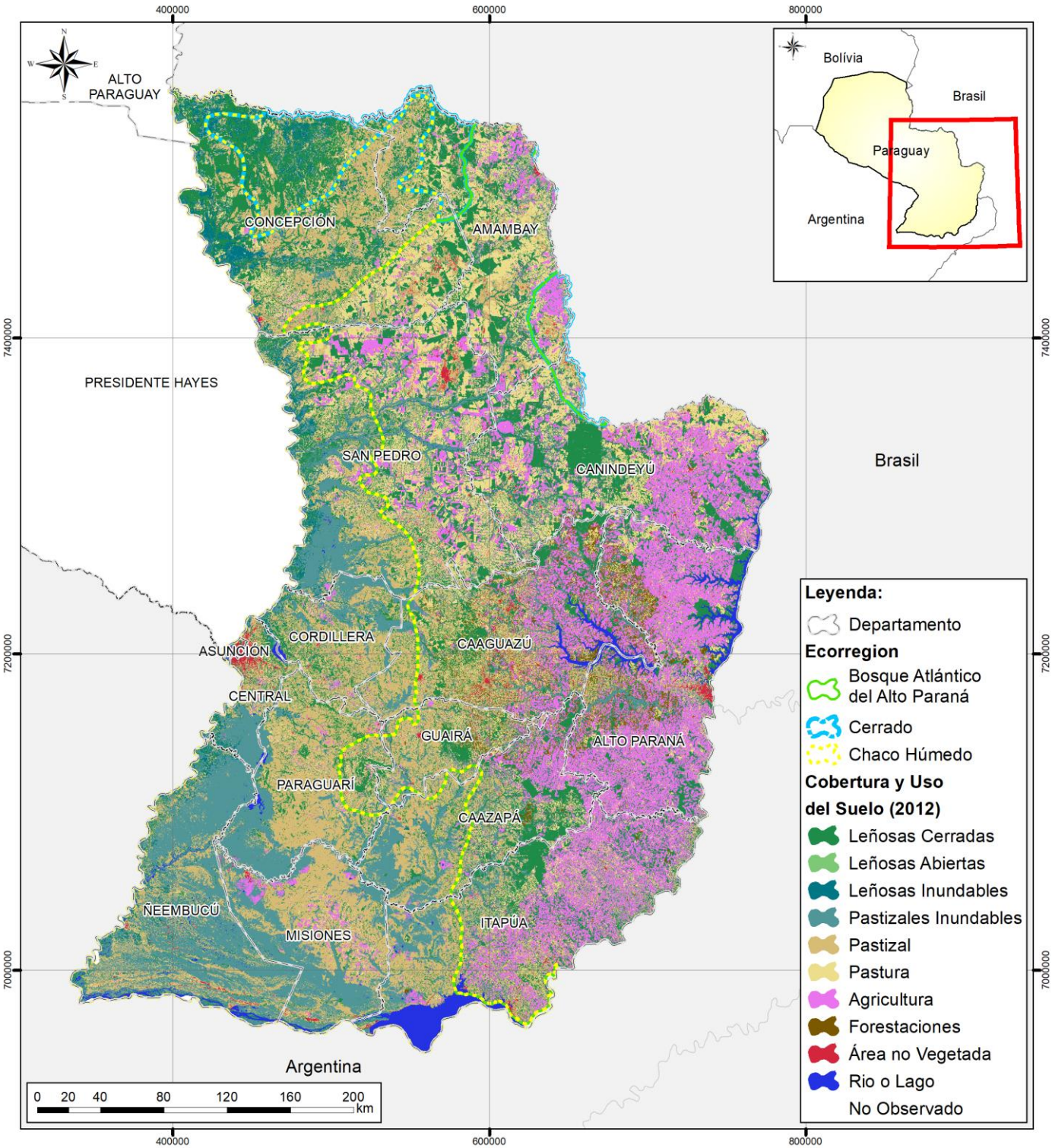
Las áreas ocupadas por cada una de las clases de vegetación, considerando los años de 1992 a 2022, se muestran en las figuras (mapas) siguientes.

Figura 6. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental de Paraguay – Año 2022



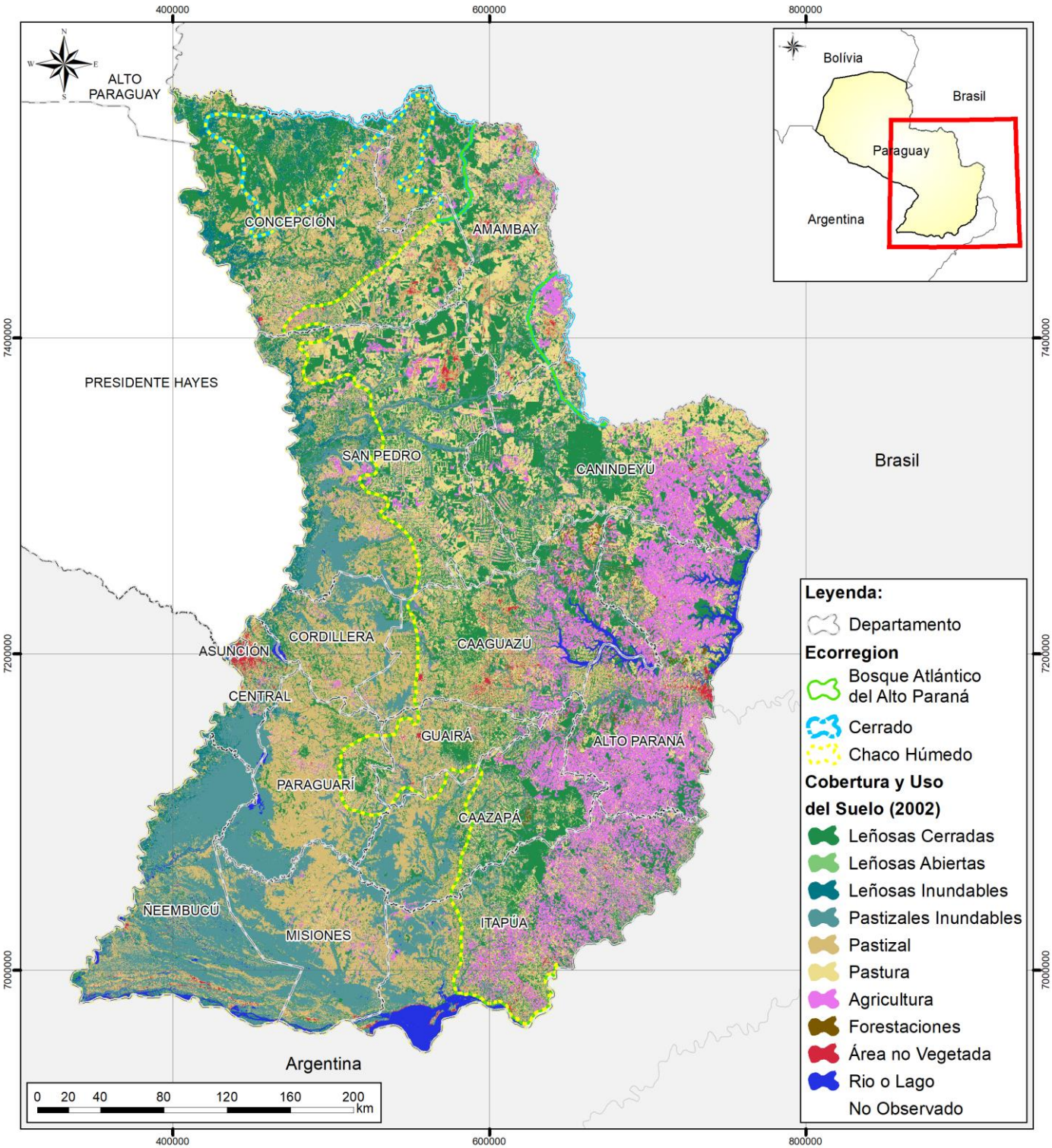
Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Figura 7. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental de Paraguay – Año 2012



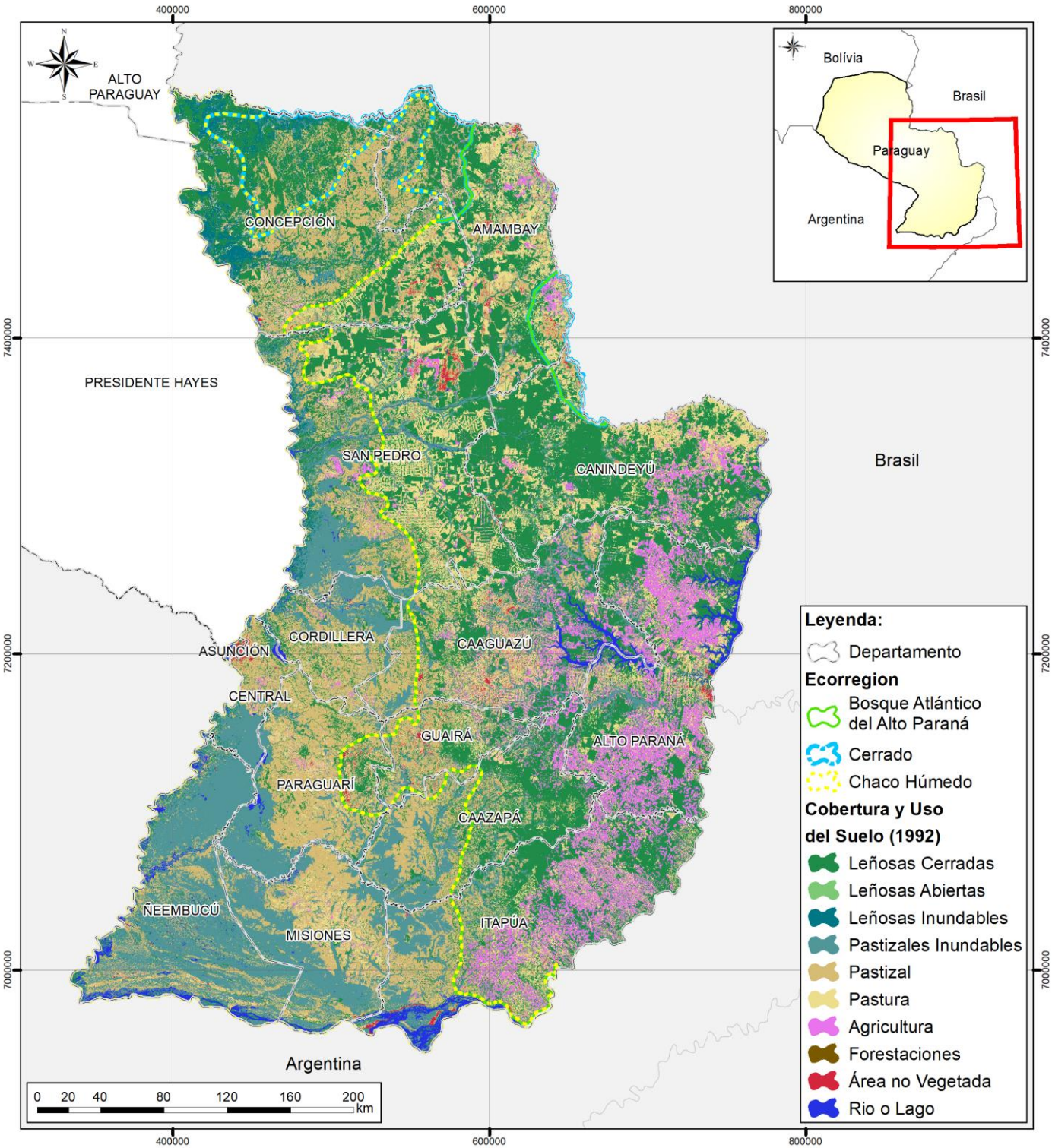
Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Figura 8. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental de Paraguay – Año 2002



Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Figura 9. Cobertura y Uso del Suelo de la Región Oriental de Paraguay – Año 1992



Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Considerando la totalidad del área de estudio (15.933.395,75 hectáreas), se verifica que, en 1992, las principales áreas de uso antrópico (agropecuario, forestal y áreas sin vegetación, incluyendo áreas urbanas, otras regiones de hábitat y obras de infraestructura) abarcaban cerca del 22% de la región.

En 2022, estas mismas áreas antropizadas ocupaban el 37%. Este cambio representa una transformación significativa en el paisaje, ya que gran parte de la ocupación antrópica ocurrió en áreas de vegetación natural (leñosa y herbácea), que en 1992 representaban el 75% del área total de la región, reduciéndose al 60% en 2022. Esta vegetación alberga la mayor riqueza biótica de toda la región, incluyendo los principales remanentes del Bosque Atlántico.

Cabe resaltar que la promulgación de la Ley N° 6.676/20 en 2020, que prohíbe actividades de transformación y conversión de áreas con cobertura forestal en la región Oriental del país, tiene como objetivo frenar la deforestación y promover la protección, recuperación y mejora del bosque nativo. Esta ley, al ser implementada, puede contribuir a la disminución de la tasa de deforestación y también permitir la recuperación de áreas con vegetación nativa, lo que ayuda en la conservación de la biodiversidad y en el cumplimiento de los compromisos ambientales y climáticos del país.

Las condiciones del suelo en estas áreas son favorables para la agricultura mecanizada (especialmente de granos), tanto por la buena fertilidad como por las condiciones planas del terreno. De esta forma, la región donde se encontraba esta formación experimenta hoy una intensa homogeneización del paisaje y, consecuentemente, una pérdida de biodiversidad local, incluyendo especies de microorganismos esenciales para la fertilidad del suelo y depredadores de otras que pueden formar plagas agrícolas.

Las áreas de vegetación inundable (leñosa y pastizal inundado) también han sufrido cambios significativos. La vegetación leñosa inundable más que duplicó su área entre 1992 y 2022, con un incremento de más de 280 mil hectáreas, mientras que la vegetación de pastizal inundado perdió más de 300 mil hectáreas. Esto puede ocurrir debido a una dinámica natural de las áreas húmedas, donde la vegetación arbórea puede estar ocupando las áreas de vegetación abierta.

Es digno de mención que existen plantaciones forestales en la región del Chaco Húmedo desde 1992, mientras que en la región del Cerrado esta actividad no se desarrolló hasta el segundo quinquenio de la década de 2010. En la ecorregión del Chaco Húmedo, la actividad aumentó de 200 hectáreas en 1992 a más de 10.000 hectáreas en 2022. Aun así, se trata de una actividad incipiente en comparación con la ecorregión del Bosque Atlántico, que supera las 190 mil hectáreas de plantaciones en 2022.

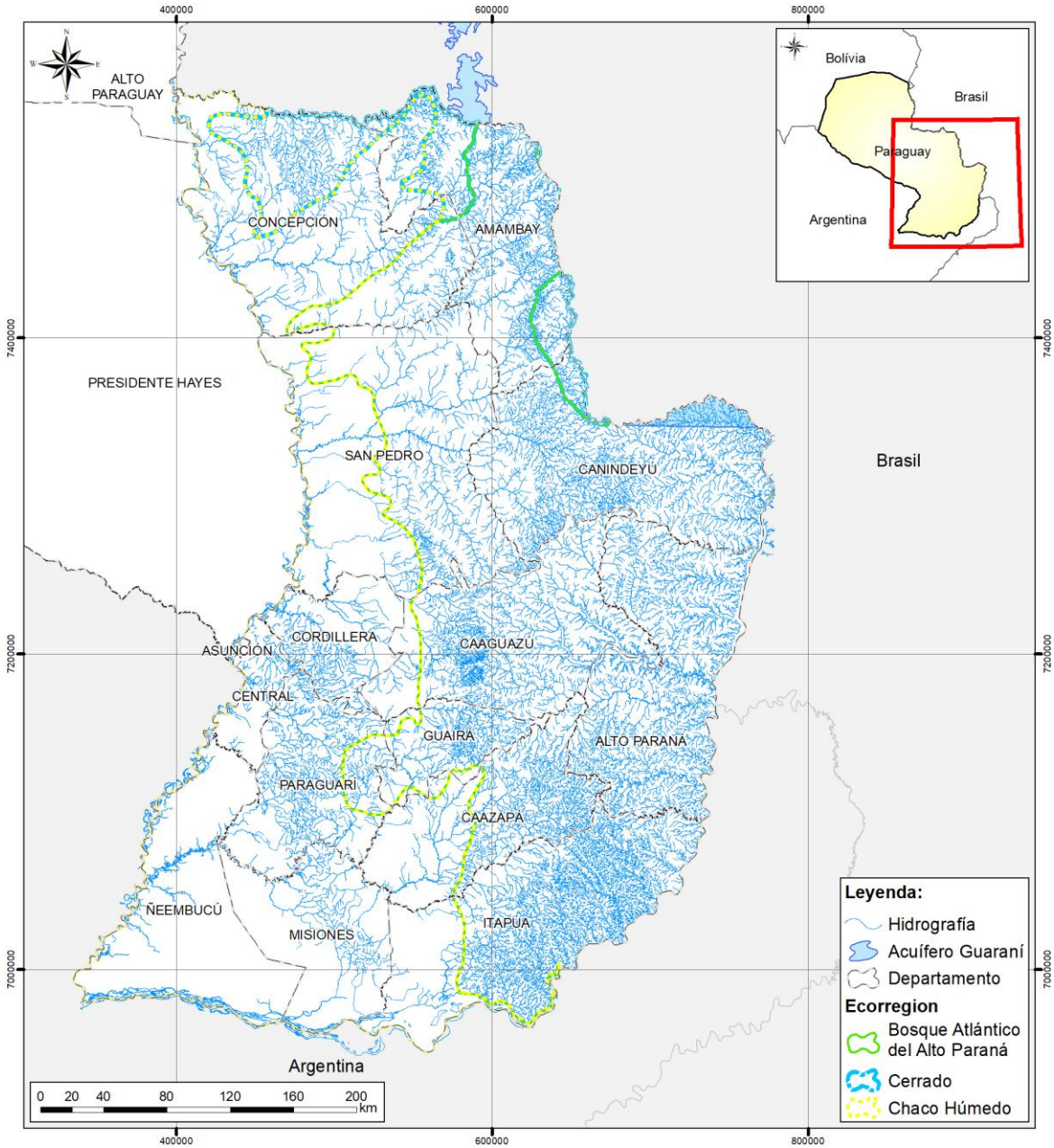
A continuación, se presenta la variación de la cobertura y uso del suelo en las áreas de influencia de las tres ecorregiones que ocurren en la región Oriental de Paraguay.

5.1.2 Recursos Hídricos

La región Oriental de Paraguay es rica en recursos hídricos, fundamentales para la vida, la agricultura, la industria y la conservación de los ecosistemas naturales. La abundante presencia de ríos, lagos y acuíferos sostiene las actividades económicas y la biodiversidad.

Considerando la ubicación de los cursos hídricos y la matriz de transporte de Paraguay, se puede inferir que las vías fluviales son un factor crucial también en el contexto del comercio exterior.

Figura 10. Recursos Hídricos de la Región Oriental del Paraguay



Fuente: Anuario 2021 – Territorio, Hidrografía y Climatología, Instituto Nacional de Estadística (INE) Paraguay (2022), adaptado y elaborado por STCP (2024).

La hidrografía de la Cuenca del Plata está formada por tres grandes sistemas hídricos: el Paraguay, Paraná y Uruguay, además del propio Río de la Plata, al cual desembocan algunos ríos de menor tamaño. El río Paraguay es afluente del Paraná, mientras que este último se une al Uruguay para formar el Río de la Plata. Las áreas de drenaje de cada uno de ellos forman las principales subcuencas del sistema (CIC, 2020).

El río Paraguay es el principal sistema de drenaje del país, dividiéndolo en dos regiones naturales: la Oriental y la Occidental. Este sistema es esencial para el abastecimiento de agua, la navegación y el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos. Las aguas del río Paraguay son utilizadas en sistemas de riego, pesca y para la subsistencia de muchas comunidades locales (Sancha et al., 2014).

El río Paraná también desempeña un papel crucial en la economía de Paraguay. Además de ser una importante fuente de agua para riego y abastecimiento urbano, el río Paraná alberga dos represas hidroeléctricas: Itaipú y Yacyretá. Estas represas suministran energía no solo a Paraguay, sino también a Brasil y Argentina, siendo pilares estratégicos para la cooperación regional.

Además de estos ríos, la región Oriental de Paraguay forma parte del Acuífero Guaraní, una de las mayores reservas de agua dulce del mundo. Este acuífero transfronterizo, compartido con Brasil, Argentina y Uruguay, es una fuente de agua para consumo humano, agricultura e industria. La sostenibilidad del Acuífero Guaraní es de suma importancia, dado su papel vital en la provisión de agua para millones de personas (Sancha et al., 2014).

Además de los ríos Paraguay y Paraná, la región cuenta con otros ríos importantes que contribuyen a los recursos hídricos y ecosistemas. Los principales son:

- **Río Tebicuary:** Uno de los principales afluentes del río Paraguay, recorre varias áreas agrícolas en la región Oriental. Es utilizado para el riego de cultivos y el abastecimiento de agua para comunidades rurales. La agricultura intensiva en su cuenca, principalmente del arroz, ha generado preocupaciones sobre la contaminación por nutrientes y sedimentos.
- **Río Jejuí:** Afluente del río Paraguay, situado en la región de San Pedro. Estudios sobre la fauna acuática y terrestre en la cuenca del río Jejuí destacan su rica biodiversidad y la necesidad de conservación (Sancha et al., 2014).
- **Río Pilcomayo:** Importante para las regiones Occidental y Oriental de Paraguay. Sirve de frontera entre Paraguay y Argentina en gran parte de su curso y es esencial para el mantenimiento de áreas húmedas y ecosistemas acuáticos. El río Pilcomayo enfrenta desafíos como la sedimentación y la variación estacional del flujo, que afectan su disponibilidad de agua.
- **Río Apa:** Parte de la frontera natural entre Paraguay y Brasil al norte del país, tiene significancia ecológica, albergando varias especies de peces y otras formas de vida acuática.
- **Río Ypané:** Ubicado principalmente en el departamento de Concepción, la cuenca del río Ypané es una zona de intensa actividad agrícola, lo que puede impactar la calidad del agua.
- **Río Monday:** Conocido por sus impresionantes cascadas, especialmente las Cataratas del Monday, es un importante afluente del río Paraná. Es una atracción turística y es utilizado para el riego agrícola y otras actividades económicas en la región.

La calidad del agua en la región Oriental de Paraguay varía según la ubicación y las actividades humanas predominantes. El río Paraguay y todos los recursos hídricos superficiales de Paraguay están clasificados como agua de Clase 2, según la Resolución SEAM N° 255/2006.

Las áreas rurales y urbanas enfrentan diferentes desafíos relacionados con la contaminación hídrica. En las zonas agrícolas, el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas contribuye a la contaminación de los cuerpos de agua con nutrientes y productos químicos, lo que puede llevar a la eutrofización, afectando la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos.

En áreas urbanas, especialmente cerca de Asunción, la contaminación hídrica se agrava por el vertido de aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento. La gestión inadecuada de residuos sólidos y líquidos resulta en altos niveles de contaminantes en ríos y acuíferos cercanos, afectando la calidad del agua y poniendo en riesgo la salud pública (Morrone, 2001a).

Los regímenes de flujo de los ríos en la región han sido alterados por actividades humanas, como la construcción de represas, la conversión de tierras y la deforestación. La construcción de represas, como la de Itaipú en el río Paraná, tiene un impacto considerable en los regímenes de flujo natural de los ríos, afectando la recarga de acuíferos y los hábitats acuáticos. La alteración del régimen hidrológico puede tener consecuencias tanto positivas como negativas, dependiendo de la gestión y las prácticas de conservación implementadas (Sancha et al., 2014).

5.1.3 Biodiversidad

En el contexto actual, Paraguay se encuentra en una fase avanzada de inventario de biodiversidad, aunque todavía hay un gran contraste con el grado de conocimiento disponible en los países limítrofes, especialmente Brasil y Argentina, cuya investigación biológica se inició sistemáticamente hace al menos dos siglos. Esto se evidencia por las numerosas contribuciones relativas a la fauna en zonas limítrofes, particularmente en las provincias de Misiones, Corrientes y Formosa (Argentina) (Contreras et al., 2014) y en los estados del sur de Brasil y Mato Grosso del Sur (Nunes et al., 2022), que colaboran con el suministro de información comparativa marginal.

Paraguay ya cuenta con censos cuidadosos, constantemente actualizados, de su avifauna (Castillo, 2013) y mastofauna (Sancha et al., 2017) y puede considerarse uno de los países sudamericanos más avanzados en términos de conocimiento disponible en fuentes no académicas, gracias al esfuerzo continuo y voluntario de investigadores independientes y a la significativa participación de entidades oficiales (Itaipú Binacional) y no gubernamentales locales (por ejemplo, Fundación Moisés Bertoni, Guyra Paraguay) y de otros países del Cono Sur (Fundación Félix de Azara). Un gran avance en el conocimiento de la biodiversidad local se inició hace unos 40 años, desde la participación paraguaya en los trabajos de inventario de Itaipú (Sancha et al., 2017).

La región Oriental de Paraguay es considerada un hotspot de biodiversidad, es decir, un lugar que concentra alta biodiversidad. La vegetación nativa está compuesta por bosques densos, sabanas y áreas húmedas, cada una albergando una rica diversidad de especies vegetales. Sin embargo, la expansión agrícola ha resultado en una pérdida significativa de cobertura vegetal nativa (Eiten, 1972). La fauna de la región incluye muchas especies endémicas y amenazadas, como el jaguar (*Panthera onca*), el venado de las pampas o venado de los campos (*Ozotoceros bezoarticus*), conocido en guaraní como guasuti, y varias aves migratorias. La fragmentación de hábitats es una preocupación creciente,

con muchas especies enfrentando presiones de pérdida de hábitat y caza (Sancha et al., 2017). Existen varias áreas protegidas en la región, incluidos parques nacionales y reservas privadas, que desempeñan un papel crucial en la conservación de la biodiversidad.

- ***Flora***

La región Oriental es un mosaico de ecosistemas que alberga una rica diversidad de especies vegetales. La variabilidad ambiental y la interacción de diferentes factores ecológicos crean hábitats únicos que sostienen una vasta gama de flora. Cada una de las ecorregiones posee una flora distinta, adaptada a las condiciones específicas de suelo, clima e hidrología.

La flora del Bosque Atlántico incluye árboles de madera noble como el lapacho (*Handroanthus spp*.), el cedro (*Cedrela fissilis*), la peroba (*Aspidosperma polyneuron*) y otras tantas especies. La diversidad de epífitas, como orquídeas y bromelias, es notable, creciendo sobre los troncos y ramas de los árboles. El sotobosque es rico en arbustos, helechos y palmeras, proporcionando un hábitat complejo y diverso. Muchas especies vegetales son endémicas de esta ecorregión, lo que la convierte en una prioridad para la conservación. La fragmentación del bosque debido a la expansión agrícola y urbana es una amenaza significativa para su biodiversidad (Morrone, 2001b).

La ecorregión del Cerrado recibe mucha influencia de ecorregiones vecinas, como del Chaco Húmedo principalmente y del Bosque Atlántico. La vegetación natural del Cerrado es necesaria para el mantenimiento de los ciclos hidrológicos y la provisión de servicios ecosistémicos (Eiten, 1972). La presencia de formaciones vegetales chaqueñas ocurre principalmente en los ambientes abiertos, como los palmares de karanda'y (*Copernicia alba*) y en lugares más áridos, con presencia de especies típicas chaqueñas (quebrachos, algarrobos, mistol, guayacán y cactáceas) mezcladas con elementos del Cerrado. De la misma manera, en las zonas donde se presentan los suelos más profundos y desarrollados, aparecen los bosques altos típicos del Bosque Atlántico de la región Oriental. Esta “mezcla” produce un efecto enriquecedor, ya que permite la confluencia de especies típicas y únicas de cada una de estas ecorregiones.

La vegetación del Chaco Húmedo está dominada por palmeras como el karanda'y (*Copernicia alba*), además de gramíneas y plantas adaptadas a condiciones de inundación periódica. Las áreas inundadas sostienen una flora acuática rica, incluyendo varias especies de macrófitas. La preservación de las áreas húmedas del Chaco es esencial para la protección de la biodiversidad local y para la regulación de los regímenes hidrológicos. La conversión de estas áreas para la agricultura o pastoreo es una amenaza creciente (Mereles et al., 1992).

Para comprender mejor los impactos ambientales sobre las coberturas vegetales de la región Oriental de Paraguay y desarrollar estrategias de manejo de bosques de eucalipto que sean sostenibles, es importante evaluar la fragmentación de estos hábitats naturales a través de métricas de análisis de ecología del paisaje.

- **Ecología del Paisaje**

El estudio de Ecología de Paisaje es un enfoque que analiza las interacciones entre los patrones espaciales (estructura) y los procesos ecológicos que ocurren en un paisaje. En el contexto del análisis de ecosistemas con posibles plantaciones de eucalipto, como se presenta en este estudio, la Ecología de Paisaje permite comprender los impactos potenciales de esta especie en el medio ambiente, especialmente al considerar su distribución espacial y proximidad a áreas de conservación y ecosistemas sensibles.

Para la realización de este estudio, se adoptó una metodología de Ecología de Paisaje, basada en datos georreferenciados de MapBiomas Paraguay (2023). Adicionalmente, se utilizó el software FragStats, una herramienta especializada en el análisis de métricas de paisaje, para calcular e interpretar los patrones espaciales de la cobertura del suelo y las plantaciones de eucalipto en relación con los fragmentos de ecosistemas nativos.

Para entender los efectos de las nuevas plantaciones de eucalipto en el paisaje, se calcularon métricas espaciales utilizando el software FragStats, lo que permitió un análisis cuantitativo de la estructura del paisaje. Las principales métricas analizadas incluyen:

- El análisis de la forma y tamaño de los fragmentos de cobertura vegetal, permitiendo identificar la fragmentación causada por la introducción de nuevas áreas de cultivo;
- El cálculo de la proximidad y conectividad entre fragmentos de vegetación nativa, importante para evaluar la posibilidad de expansión de las plantaciones e impactos en ecosistemas cercanos; y,
- La medición de la heterogeneidad del paisaje en términos de diversidad de usos del suelo, permitiendo verificar el grado de monocultivo y evaluar cómo esto puede impactar la biodiversidad y los procesos ecológicos.

Estos análisis permiten comprender cómo la disposición espacial de las plantaciones influye en los ecosistemas nativos y en los servicios ecosistémicos. Este tipo de enfoque es fundamental para detectar riesgos de fragmentación, alteraciones en la conectividad ecológica y posibles impactos en el funcionamiento de los ecosistemas. Además, el estudio de la configuración espacial del paisaje ayuda a predecir y mitigar el comportamiento invasivo del eucalipto, ya que el comportamiento invasivo de una especie puede estar influenciado por la proximidad a áreas de vegetación nativa y por la fragmentación del hábitat.

Este estudio de la Ecología de Paisaje, también proporciona insumos para estrategias de manejo y conservación, proponiendo directrices para la implementación de prácticas que promuevan la sostenibilidad del cultivo de eucalipto y la preservación de los ecosistemas nativos en Paraguay.

El presente estudio contempla un análisis centrado en dos principales agrupaciones de fisonomías naturales: vegetación herbácea natural y vegetación leñosa natural. Este enfoque permite evaluar la fragmentación de estos componentes esenciales del paisaje y comprender cómo pueden ser directamente afectados por las plantaciones de eucalipto.

Las plantaciones de eucalipto tienden a causar dos principales modificaciones en los ecosistemas. En áreas de vegetación herbácea, las plantaciones transforman el paisaje abierto en un sistema forestal, alterando las tasas de insolación, la humedad del aire y otros aspectos físicos, lo que puede llevar a la

desaparición de la biota asociada a estos ecosistemas. En ambientes con vegetación leñosa o arbórea más densa, los cambios en el paisaje y en las condiciones físicas son menos intensos, pero aun así resultan en la simplificación de la estructura del ecosistema, particularmente en la estratificación arbórea y en la disponibilidad de recursos en el suelo forestal. En ambos casos, la homogeneización del paisaje tiende a causar la pérdida de biodiversidad local.

Las Figuras 11, 12 y 13 incluyen mapas de área, fragmentación y distancia de los remanentes de vegetación herbácea natural, ilustrando la distribución espacial y el grado de fragmentación de estas fisonomías en el contexto de la región de estudio. Estos mapas proporcionan una base visual para comprender los impactos de las plantaciones de eucalipto sobre la biodiversidad y la estructura de los ecosistemas locales.

Al presentar estas figuras, se espera demostrar cómo el análisis de la ecología del paisaje puede apoyar a la formulación de estrategias de manejo para minimizar los impactos negativos de las plantaciones de eucalipto y promover la conservación de la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas en la región estudiada.

Gran parte de los remanentes de vegetación herbácea natural abarca pastos, que se utilizan como pastizales naturales para el ganado, pero mantienen la fisonomía campestre natural.

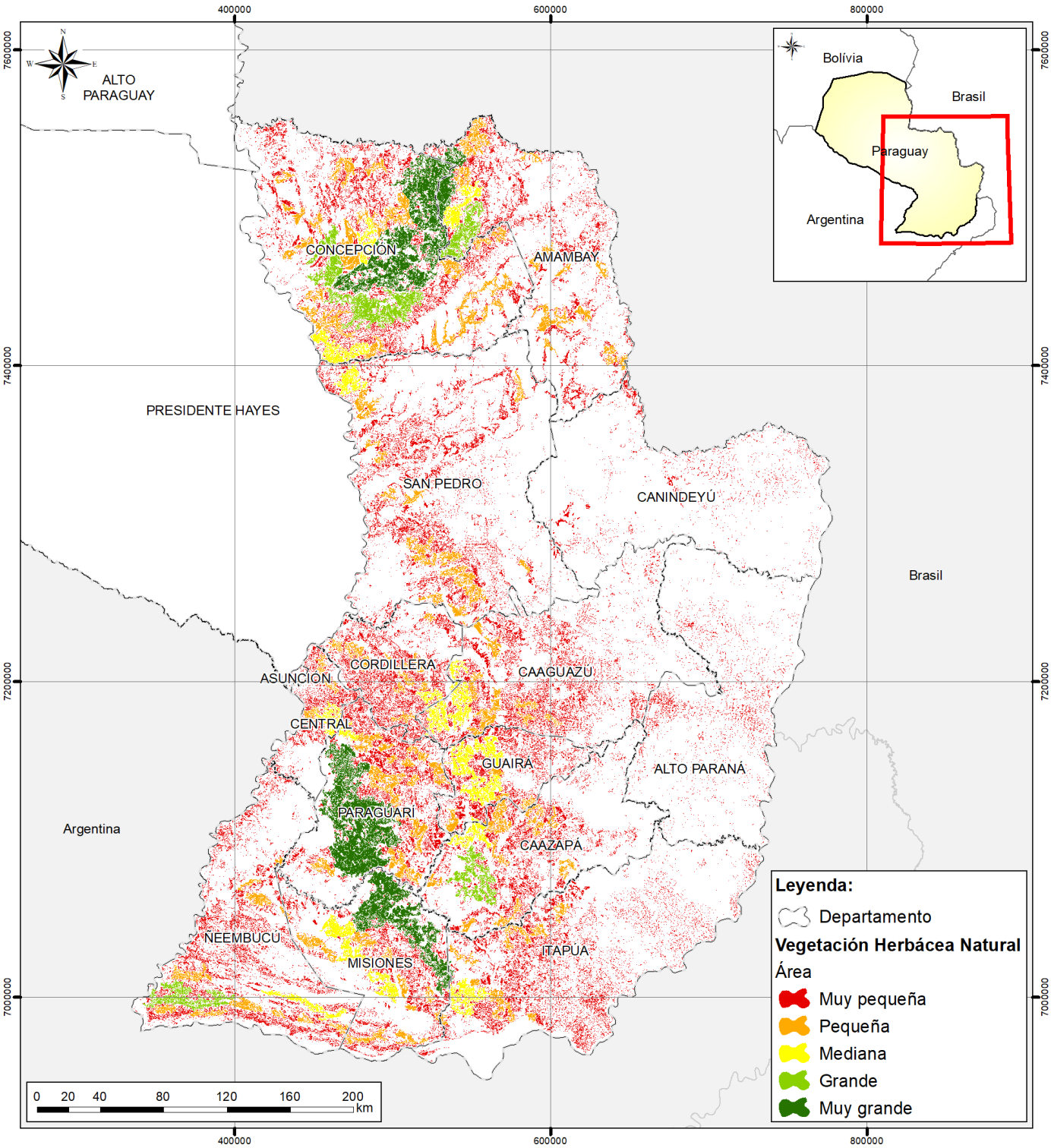
En los departamentos de Canindeyú, Alto Paraná e Itapúa, así como en las porciones norte de Ñeembucú, toda la región de Central y la mayor parte de San Pedro, así como en la porción oriental de Caaguazú, esta fisonomía es poco incidente, siendo bastante evidente la intensa fragmentación. Según el mapa de uso del suelo, en estas regiones hay una alta incidencia de agricultura, que ya ha desfigurado completamente la fisonomía original.

Considerando únicamente la fisonomía herbácea natural, se verifica que las regiones de Concepción, Paraguarí, Misiones, Guairá, Caazapá y el oeste de Caaguazú son las más adecuadas para la conservación de este paisaje y de su biodiversidad asociada, tanto en función del área ocupada por la misma como por la mayor proximidad entre los fragmentos.

Las plantaciones forestales u otros tipos de uso del suelo en estas regiones deben considerar fuertemente estrategias para el mantenimiento de la conectividad entre los remanentes. En las áreas donde la fragmentación es más intensa y los remanentes ocupan un área menor, las plantaciones forestales deben prever el establecimiento de corredores ecológicos que interconecten estos remanentes.

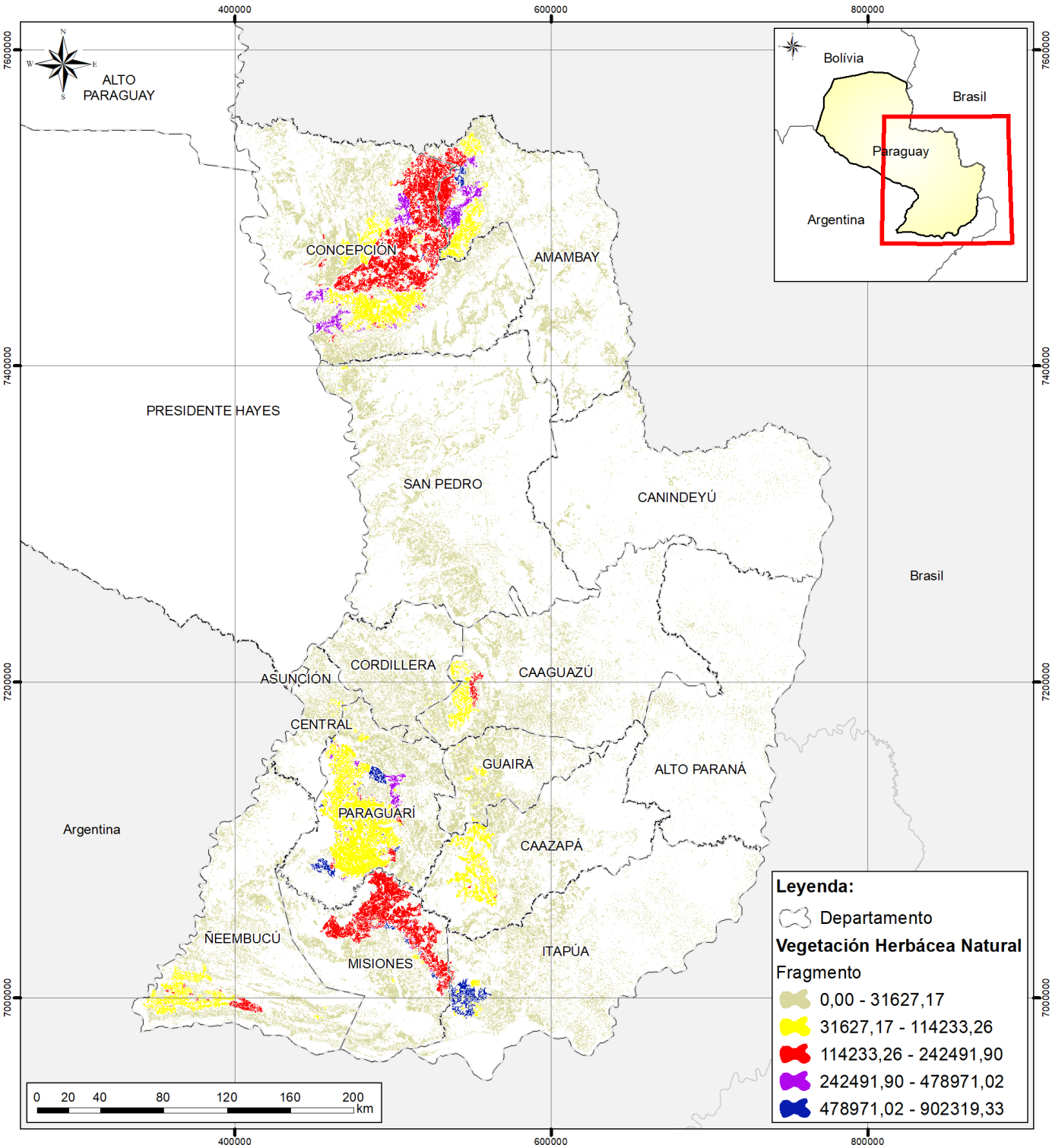
Los mapas de las métricas de área indican que las mayores concentraciones de vegetación herbácea natural se encuentran en las regiones de los ecosistemas de Cerrado, al norte, y de Chaco Húmedo, al sur, con destaque para las regiones de Concepción, Paraguarí y Misiones. También hay una gran concentración de esta fisonomía en la parte central de la región Oriental de Paraguay, específicamente en el occidente de Caaguazú, Guairá y Caazapá. Las menores distancias entre los fragmentos de esta fisonomía se encuentran en estas regiones, así como en las partes noroeste de Amambay y suroeste de Ñeembucú. El mapa de fragmentos muestra que la mayor concentración de remanentes de esta fisonomía ocurre exactamente en estas áreas.

Figura 11. Métrica de Área para Vegetación Herbácea Natural



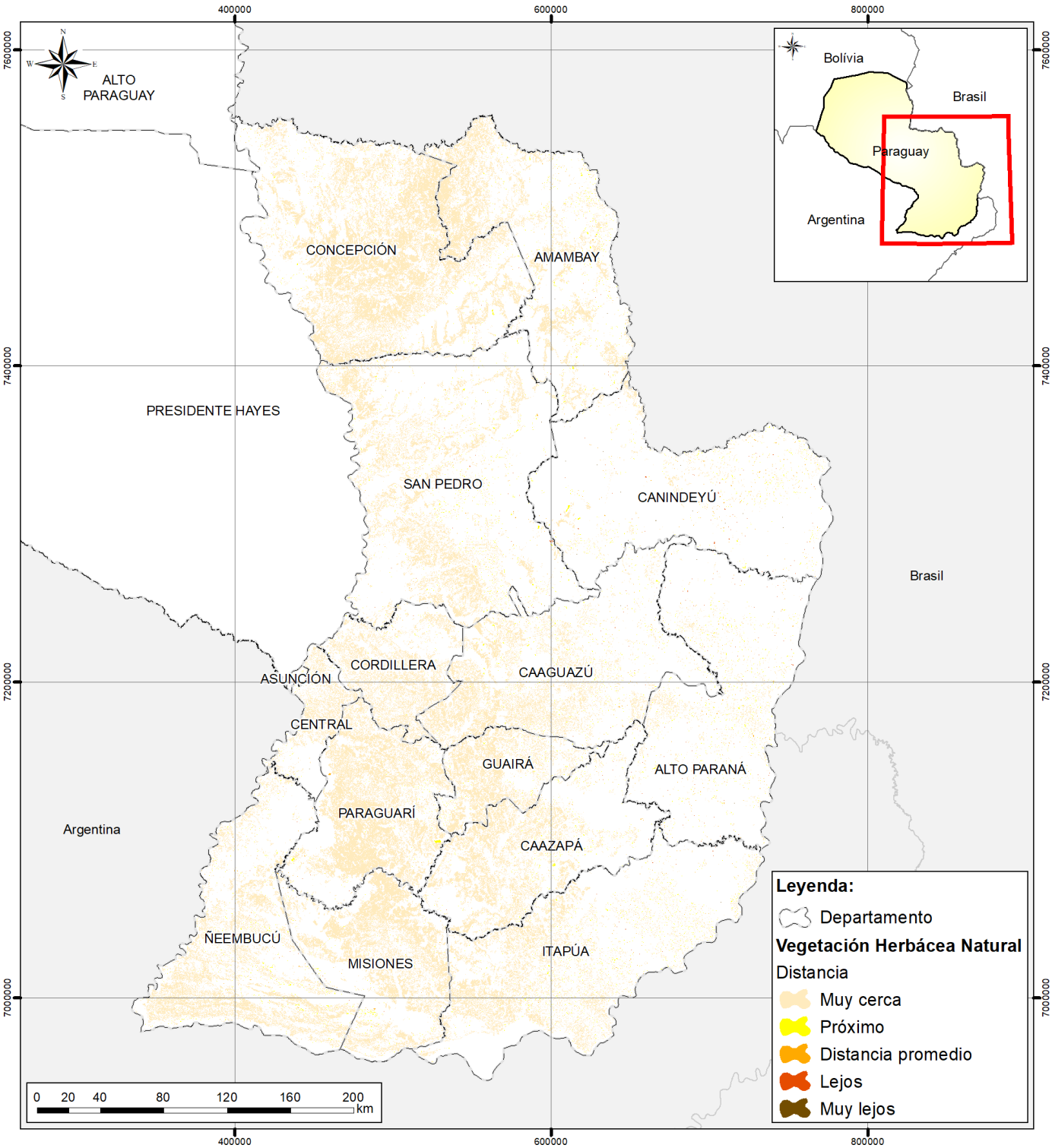
Fuente: Base de datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Figura 12. Métrica de Fragmentos para Vegetación Herbácea Natural



Fuente: Base de datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Figura 13. Métrica de Distancia para Vegetación Herbácea Natural



Fuente: Base de datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

En el caso de la vegetación leñosa natural, la mayor concentración de área ocupada por esta fisonomía se encuentra en el departamento de Concepción, donde aún existen remanentes de vegetación leñosa cerrada. Otros grandes remanentes están ubicados en Canindeyú y entre Caazapá e Itapúa.

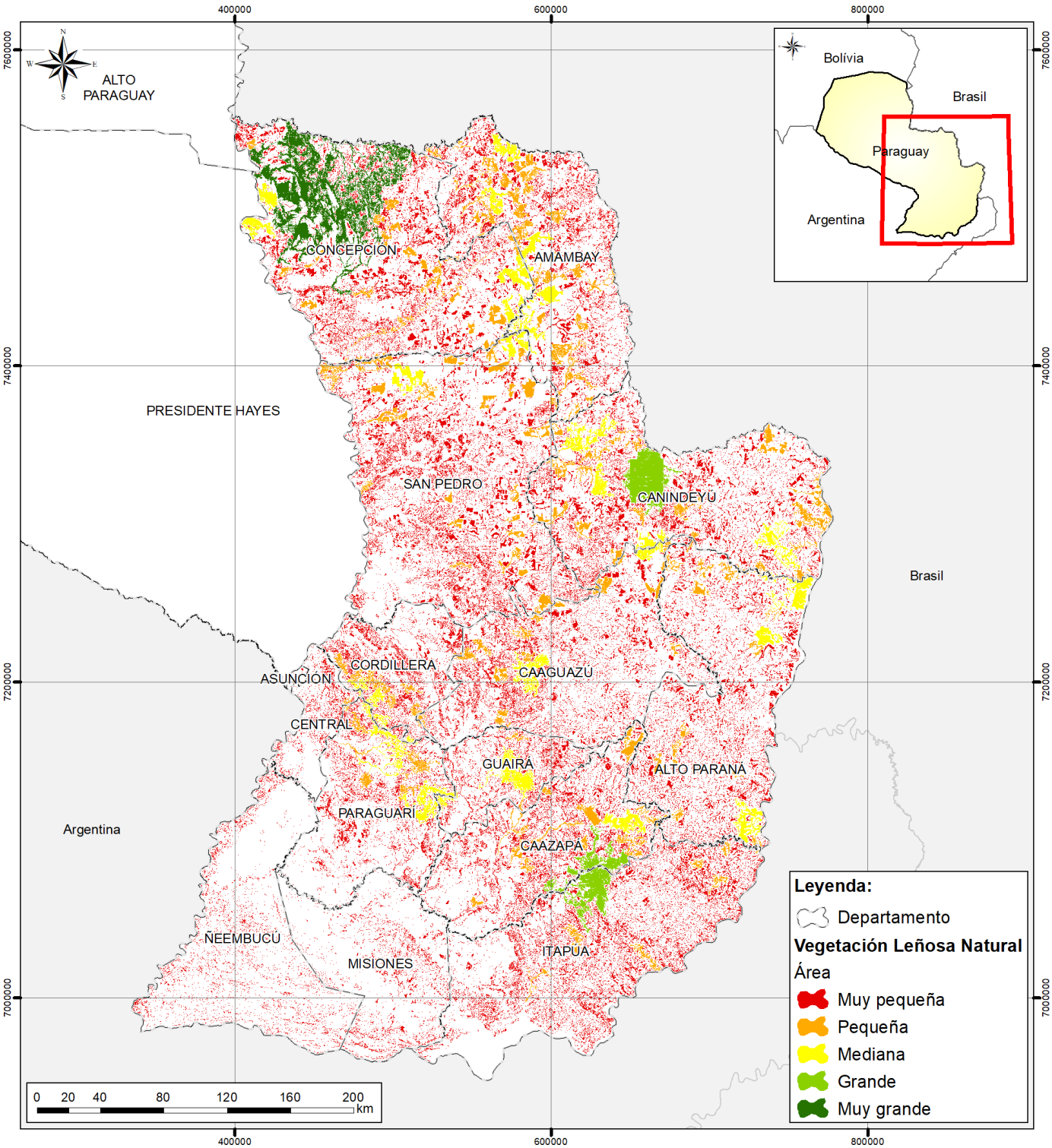
También hay áreas menores, dispersas en un gran mosaico, en varios departamentos de las porciones central, este y norte de la región Oriental de Paraguay. Sin embargo, en las porciones oeste y sur (especialmente en los departamentos de San Pedro, Central, Ñeembucú y Misiones, además de partes de Paraguarí, oeste de Caazapá y oeste de Itapúa), esta tipología está poco representada.

Los mayores remanentes de vegetación leñosa natural de la región Oriental de Paraguay conforman unidades de conservación gubernamentales, formando grandes bloques con poca fragmentación. Sin embargo, el mapa de distancias indica que, con excepción de la región de Concepción y de los dos mayores bloques ubicados en Canindeyú y entre Caazapá e Itapúa, las distancias entre los remanentes de esta tipología son elevadas, lo que denota una intensa fragmentación del paisaje en general.

Por lo tanto, la creación de nuevas áreas protegidas, especialmente en la región de Concepción, y la formación de corredores ecológicos que interconecten los mayores bloques de remanentes regionales son esenciales para la protección y conservación de la biodiversidad.

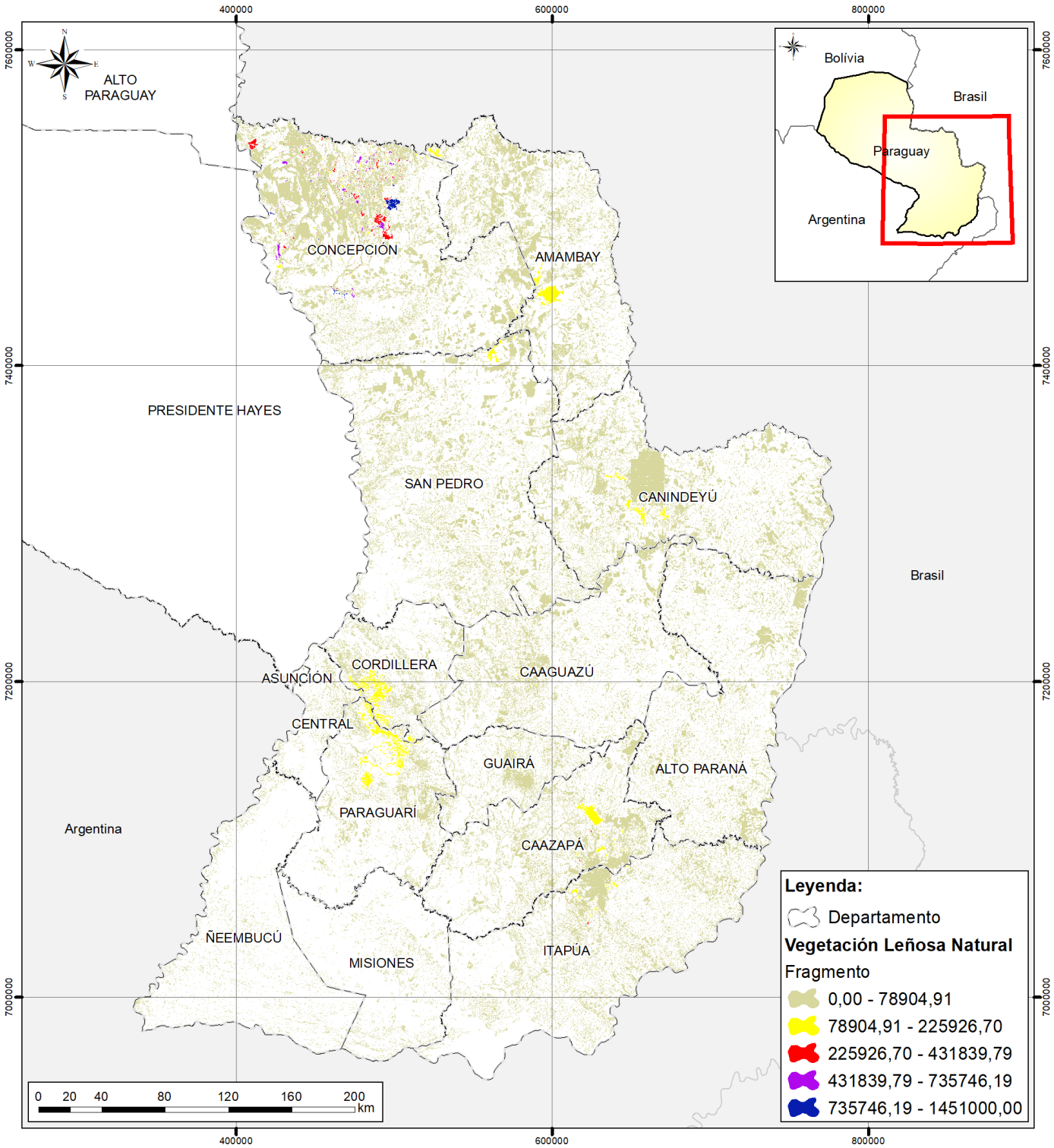
Los mapas de área, fragmentos y distancias de la vegetación leñosa natural se presentan en las siguientes figuras (Figura 14, 15 y 16).

Figura 14. Métrica de Área para Vegetación Leñosa Natural



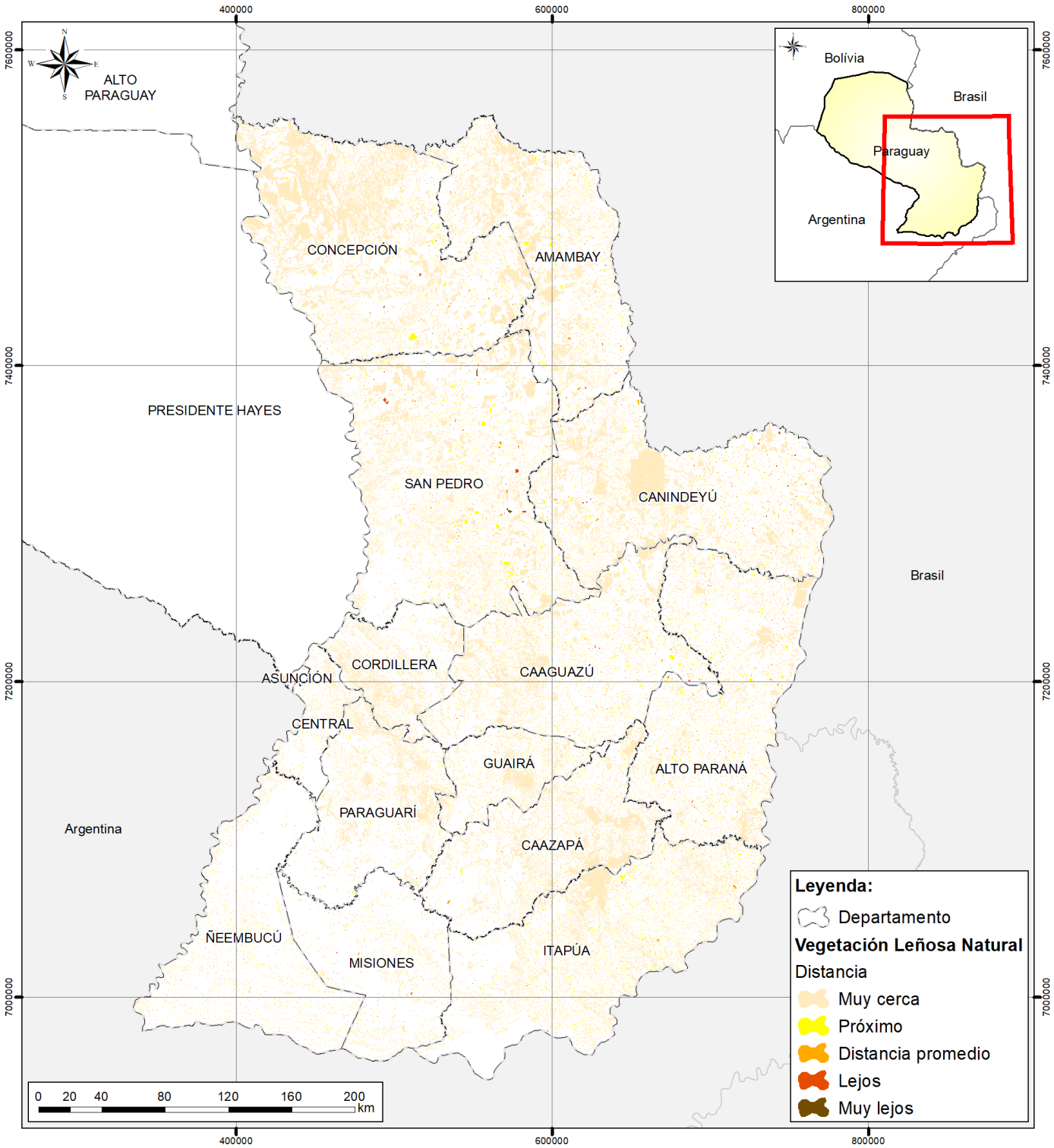
Fuente: Base de datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Figura 15. Métrica de Fragmento para Vegetación Leñosa Natural



Fuente: Base de datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Figura 16. Métrica de Distancia para Vegetación Leñosa Natural



Fuente: Base de datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

- ***Fauna***

La información sobre la fauna presente en la región oriental de Paraguay es esencial para el análisis y la evaluación de los impactos acumulativos, ya que permite comprender los patrones espaciales y la conectividad entre los diferentes hábitats. Con base en la diversidad y distribución de estas especies, es posible evaluar cómo los cambios en el paisaje, por la introducción de plantaciones de eucalipto, pueden afectar los ecosistemas nativos y la fauna local.

Por ejemplo, el análisis de la conectividad entre fragmentos de vegetación nativa puede revelar si la fragmentación del hábitat, producto de las nuevas plantaciones, afectará la dispersión de especies faunísticas, como mamíferos, aves y reptiles, que dependen de hábitats continuos para su supervivencia y reproducción.

Además, la heterogeneidad del paisaje, que involucra la diversidad de usos del suelo, es fundamental para evaluar cómo la expansión de monocultivos puede perjudicar la biodiversidad, especialmente para especies de alta sensibilidad ecológica, como las endémicas del Bosque Atlántico o aquellas que habitan el Cerrado y el Chaco Húmedo.

Este análisis proporciona bases para identificar áreas prioritarias para la conservación y para la formulación de estrategias que minimicen los impactos sobre la fauna y los ecosistemas locales.

Existe una amplia distribución de especies en el territorio paraguayo, potencialmente presentes en toda la extensión de la región Oriental del país. Este modelo incluye las especies faunísticas más conocidas, como los mamíferos: Jaguareté (*Panthera onca*), Mboreví (*Tapirus terrestris*), Mulita Grande (*Dasypus novemcinctus*), Zorro de monte (*Cerdocyon thous*), Pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*), Pecarí labiado (*Tayassu pecari*), venados (*Mazama americana* y *Subulo guazoubira*), Carpincho (*Hydrochaerus hydrochaeris),* Mapache (*Procyon cancrivorus*) y Coatí (*Nasua nasua*), entre otros. Y aves como el Biguá (*Nannopterum brasilianum*), Garza blanca grande (*Ardea alba*), Carancho (*Caracara plancus*), Yacupoí (*Penelope superciliaris*), Paloma picazuro (*Patagioenas picazuro*), Loro hablador (*Amazona aestiva*), Cuco ardilla (*Piaya cayana*), Benteveo (*Pitangus sulphuratus*) y Zorzal común (*Turdus leucomelas*), entre muchas otras. Especies de reptiles de amplia distribución en Paraguay incluyen el Yacaré ñato (*Caiman latirostris*), Yacaré negro (*Caiman yacare*), Teju guasu (*Dracaena paraguayensis*), Lagarto overo (*Salvator rufescens*), Boa arco iris chaqueña (*Epicrates alvarezi*) y las Anacondas verde (*Eunectes murinus*) y amarilla (*Eunectes notaeus*), entre otras. También hay especies de lagartijas, como *Tropidurus guarani* y *Tropidurus spinulosus*, que, aunque no son endémicas del país, tienen su distribución concentrada allí.

En términos generales de composición faunística, hay patrones bastante variables según las condiciones de sus hábitats naturales, con un gran rango de plasticidad ecológica, desde los representantes más sensibles hasta los taxones altamente resilientes (Alexandrino et al., 2016). Aunque no existe ningún estudio compilatorio sobre la fauna terrestre, se estima que en esta región estén presentes aproximadamente 500 especies de aves. Estos valores son supuestos con base en la suma de resultados obtenidos en inventarios, permitiendo un cálculo aproximado de 90 especies de mamíferos, 170 de reptiles y 85 de anfibios.

Esos números, aunque considerables, sirven meramente para una noción previa de la importancia filética de la región. Algunas áreas fueron sometidas a estudios más detallados, ofreciendo una mayor precisión sobre su diversidad y uniformidad (Jost, 2010). Es posible que taxones elusivos o raros y aves

migratorias de frecuencia irregular puedan ser agregados a esta estimación (Lesterhuis et al., 2018) con base en estudios futuros.

En la región Oriental, Sancha (2014) registró 19 especies de pequeños mamíferos, mientras Velázquez & Pinto (2014) confirmaron la presencia de 45 especies, incluyendo representantes de mayor porte. En la Reserva Natural Tapytá (Caazapá), se encontraron 375 especies de aves (FMB, 2015). Madroño & Esquivel (1995) registraron, hace casi 30 años, 314 especies de aves en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (Canindeyú), valor que actualmente se encuentra en el rango de 420 especies (FMB, 2019). Esta unidad de conservación cuenta también con al menos 12 especies de reptiles y 23 de anfibios (FMB, 2019), números similares a los observados en otras áreas investigadas (Hicks et al., 2022).

- **Fauna del Bosque Atlántico**

El Bosque Atlántico en Paraguay es, sin duda, la región más rica en especies faunísticas de todo el país, debido a los procesos de diversificación propios de este ecosistema y sus relaciones biogeográficas con la Amazonía (Costa, 2003). Entre los mamíferos se incluyen: la Comadreja cuatro ojos (*Metachirus nudicaudatus*), Marmosa gris grande (*Marmosa paraguayana*), Murciélago de ojos grandes (*Chiroderma doriae*), Murciélago de oreja amarilla (*Vampyressa pusilla*), Murciélago rojo (*Myotis ruber*), Mono aullador negro (*Alouatta caraya*), Mono capuchino (*Sapajus nigritus*), Venado mateiro (*Mazama nana*), Rata arborícola (*Juliomys pictipes*) y dos especies de ratones del género Akodon *(A. paranaensis* y *A. montensis*). Entre las aves se destacan el Águila harpía (*Harpia harpyja*) y el Cóndor de la selva (*Sarcoramphus papa*).

En este contexto, se citan también diversos taxones endémicos del Bosque Atlántico, como el Macuco (*Tinamus solitarius*), Urutaú coludo (*Nyctibius aethereus*), Gavilán palomero chico (*Accipiter poliogaster*), Búho barrado (*Pulsatrix koeniswaldiana*), Carpintero cara canela (*Celeus galeatus*), Loro de pecho vinoso (*Amazona vinacea*), Tangará (*Pyroderus scutatus*), Pato crestado (*Ramphotrigon megacephalum*) y, especialmente, el Campanero (*Procnias nudicollis*), considerado ave símbolo de Paraguay. Algunas de estas especies, aunque concentran sus poblaciones en áreas forestales, también ingresan marginalmente al Chaco, especialmente en las zonas más septentrionales, como el Perro vinagre (*Speothos venaticus*), Ocelote (*Leopardus guttulus*) y Gato montés (*Leopardus wiedii*).

Según Sancha (2014), la fauna de mamíferos de la región Oriental es única por agregar estas especies mencionadas, que encuentran su distribución en el sur del Bosque Atlántico en Paraguay. Además, hay una notable influencia de la mastofauna del Cerrado (ex. *Rhipidomys macrurus*, *Hylaeamys megacephalus* y *Gracilinanus agilis*) e incluso del Chaco (ex. *Cryptonanus chacoensis* y ratones del género *Calomys*). Otros estudios faunísticos fueron publicados por Velázquez & Pinto (2014) y Smith et al. (2016).

- **Fauna del Cerrado**

El Cerrado alberga una composición faunística similar a la encontrada en el bioma de Brasil, aunque menos rica y con influencias de los paisajes forestales del Bosque Atlántico. Gran parte de las especies está confinada a la porción norte del Paraguay Oriental, incluyendo el Oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*), el Venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus*) y la Rata arborícola del Cerrado (*Rhipidomys macrurus*). Lo mismo ocurre con los paseriformes típicos de sabanas, como el Capuchino pecho negro (*Coryphaspiza melanotis*), y de áreas abiertas, como la Viudita coluda

(*Culicivora caudacuta*), destacándose los grandes guacamayos: guacamayo jacinto (*Anodorhynchus hyacinthinus*), guacamayo azul y amarillo (*Ara ararauna*) y guacamayo rojo (*Ara chloropterus*) (Rodríguez et al., 2019). Un caso particular es la presencia de algunas especies propias de los bosques secos de Brasil que se encuentran marginalmente en estos Cerrados, como el Mosquero de Reiser (*Phyllomyias reiseri*).

Debido a la configuración de similitudes entre los paisajes vegetacionales, diversas especies presentes en las sabanas también se encuentran en las formaciones campestres del sur, como el Mono capuchino (*Sapajus cay*) y el Aguará guazú (*Chrysocyon brachyurus*), una especie emblemática registrada en áreas disjuntas abiertas y semi-forestadas. El mismo patrón se observa con el Capuchino pecho amarillo (*Sporophila palustris*) y la Viudita coluda común (*Alectrurus tricolor*).

- **Fauna del Chaco Húmedo**

La influencia fisiográfica de este dominio es notable, extendiéndose a lo largo de toda la margen izquierda del río Paraguay, desde la frontera con el estado brasileño de Mato Grosso del Sur hasta su desembocadura en el río Paraná, en la frontera con Argentina. A lo largo de la región Oriental, hay una significativa representación de elementos chaqueños que, por la proximidad geográfica, hacen contacto directo con las vegetaciones del Cerrado y del Bosque Atlántico.

El Chaco Húmedo alberga una gran e igualmente importante variedad de especies faunísticas, algunas de ellas con grandes exigencias ecológicas, dependientes de las particularidades del paisaje. Cabe recordar que Paraguay es considerado el séptimo país más importante del mundo para la conservación de aves de pastizales (Collar, 1996). Esta zona, específicamente, está clasificada como una unidad propia en el contexto sudamericano, denominada "Southern Paraguayan Grasslands" (Azpiroz et al., 2012).

Allí ocurren, por ejemplo, el Ciervo de los pantanos (*Blastoceros dichotomus*), el Ratón hocicudo rosado (*Bibimys chacoensis*) y el Tucotuco paraguayo (*Ctenomys paraguayensis*). Entre las aves, se destaca el recién descrito Capuchino de Iberá (*Sporophila iberaensis*), Cachirla dorada (*Anthus nattereri*), Viudita coluda común (*Culicivora caudacuta*), y los doraditos del género Pseudocolopteryx (P*. flaviventris, P. acutipennis* y *P. sclateri*). Además de estos, son raros la Viudita coluda mayor (*Alectrurus risora*) y el Tordo amarillo (*Xanthopsar flavus*).

Es importante destacar que diversas especies se encuentran confinadas a los ambientes naturales y rara vez o nunca hacen uso de hábitats abiertos del entorno. Entre ellas, destacan la Viudita parda (*Polystictus pectoralis*), la Viudita coluda común (*Alectrurus tricolor*) y el Capuchino pecho gris (*Sporophila plumbea*). Este ambiente también está sujeto a invasiones de especies, generalmente de la avifauna, que han estado expandiendo sus distribuciones hacia el sur, a partir de los frentes de modificación ambiental de Brasil, causando una gran desnaturalización de la comunidad faunística.

- ***Endemismo y Especies Amenazadas (Bioindicadores)***

La región Oriental es pobre en especies endémicas, ya que las formaciones vegetacionales presentes representan extensiones de biomas que encuentran su límite sur en esta área (Cracraft, 1985). Esto se observa tanto para las especies forestales del Bosque Atlántico, cuyas mayores tasas de endemismo están en la mitad norte de la franja costera de Brasil (Sancha et al., 2014), como para el Cerrado, que tiene casi todas las formas endémicas concentradas en su porción nuclear (Lucca et al., 2009).

Aunque prácticamente no existen taxones restringidos a la región, el área alberga notables representantes endémicos de estos biomas en su totalidad. Según Brooks et al. (1995), la región combina diversos y bien caracterizados ecosistemas, siendo uno de los centros de endemismo de aves más peculiares de América del Sur, con la presencia de ocho "Áreas de Endemismo de Aves" definidas por el ICPB (1992). Se destaca la importancia de las unidades de conservación para la protección de estos endemismos: según FMB (2015), las siete áreas protegidas de la región Oriental albergan aproximadamente 68 especies endémicas de aves del Bosque Atlántico.

Esta condición, asociada a la modificación de los ambientes naturales en todo el territorio paraguayo, hace necesario el examen de especies en peligro de extinción mientras aún están representadas en la parte oriental. Aunque el país cuenta con legislación específica para especies en peligro, como las Resoluciones 2242/2006, 2243/2006 y 214/2019 de MADES (anteriormente SEAM), específicamente para la avifauna, esos instrumentos aún son poco consistentes en cuanto a la regionalidad de las causas del declive y generalmente se basan en especies y sus categorías a nivel global (IUCN, 2024). Muchas especies de significativo interés para la conservación estuvieron (o están) presentes en la región Oriental, como la Comadreja lanosa (*Caluromys lanatus*), el Armadillo gigante (*Priodontes maximus*), el Jaguar (*Panthera onca*), el Lobo de río (*Pteronura brasiliensis*), el Pavo de monte (*Aburria jacutinga*), el Loro de pecho vinoso (*Amazona vinacea*), el Carpintero cara canela (*Celeus galeatus*), la Viudita coluda común (*Culicivora caudacuta*), el Mosquero del norte (*Platyrinchus leucoryphus*), la Viudita coluda común (*Alectrurus tricolor*), la Viudita coluda mayor (*Alectrurus risora*), el Campanero (*Procnias nudicollis*), la Cachirla dorada (*Anthus nattereri*), el Capuchino pecho blanco (*Sporophila palustris*), el Capuchino de corona canela (*Sporophila cinnamomea*), el Tordo amarillo (*Xanthopsar flavus*), entre muchos otros. Sin embargo, poco se ha examinado sobre sus poblaciones locales, como se hizo, en parte, para los mamíferos (APM/SA, 2017). En ese sentido, especies tratadas globalmente como taxones de bajo riesgo son comúnmente subestimadas en cuanto a su situación en Paraguay, que muchas veces es crítica; en este grupo se incluyen, por ejemplo, el Macuco (*Tinamus solitarius*), el Águila crestada (*Morphnus guianensis*) y varias otras.

Dada la situación actual de los ambientes naturales en la región Oriental, parece necesario indicar estudios futuros de naturaleza sistemática, con inventarios y monitoreos a largo plazo. Estos estudios deben no solo evaluar el estado poblacional de las especies, sino también sus requerimientos ecológicos, permitiendo así una mejor comprensión sobre la ocupación de ambientes y la selección de especies bioindicadoras.

Las especies objetivo para tales investigaciones deben comprender aquellas citadas como “en peligro crítico”, “en peligro” y “vulnerables”, según los criterios de la IUCN (IUCN, 2024). Las áreas sugeridas para estos estudios incluyen la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (incluyendo la Reserva Natural Privada Morombí) y el Parque Nacional San Rafael. Ambas ya tienen muchas actividades de

investigación realizadas durante varias décadas, sin embargo, es necesaria su continuidad, dado que aún albergan una rica fauna, incluidas poblaciones relictas de diversas especies en peligro de extinción.

En el futuro, las mismas prácticas deben aplicarse a otros remanentes, incluyendo los de pequeño tamaño, permitiendo una noción más precisa del efecto de la fragmentación sobre las comunidades naturales de esta región, destacándose aquí las reservas biológicas de la Itaipú Binacional: Mbaracayú, Limoy, Itabó y Tati Yupi.

El Cerrado y el Chaco Húmedo merecen un tratamiento idéntico, dada la magnitud de las modificaciones observadas en estos paisajes naturales y los impactos causados a su comunidad faunística. En Paraguay, se estima que, en los últimos 12 años, el 50% de las áreas campestres han sido transformadas en monocultivos de arroz, soja y eucalipto (Morales et al., 2010), además de los incendios forestales (Esquivel et al., 2007). En los campos del Chaco Húmedo, la expansión agrícola, las alteraciones de los paisajes naturales y la invasión de especies exóticas también son consideradas amenazas significativas a los hábitats naturales remanentes (Egea et al., 2012).

5.1.4 Servicios Ecosistémicos

La clasificación internacional propuesta por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) y la definición de servicios ecosistémicos en el Estándar Ambiental y Social 1 del Banco Mundial ofrecen una visión abarcante y complementaria de los servicios ecosistémicos, organizándolos en cuatro categorías principales:

1. Servicios de provisión: Productos obtenidos directamente de los ecosistemas, como alimentos, agua dulce, maderas, fibras, plantas medicinales y biomasa.
2. Servicios de regulación y mantenimiento: Beneficios provenientes del control de procesos naturales por parte de los ecosistemas, como la purificación del agua superficial, el almacenamiento y captura de carbono, la regulación del clima, la protección contra amenazas naturales y la regulación de plagas.
3. Servicios de apoyo: Procesos naturales que sustentan otros servicios ecosistémicos, como la formación del suelo, el ciclo de nutrientes y los ciclos biogeoquímicos.
4. Servicios culturales e informativos: Beneficios inmateriales, como valores espirituales y educativos, áreas naturales que son lugares sagrados, y áreas importantes para la recreación y el disfrute estético.

Esta organización de los servicios ecosistémicos destaca la importancia de comprender cómo los procesos naturales sostienen y regulan la provisión de beneficios directos e indirectos para las personas. Esto es esencial para la identificación de una línea de base de estos servicios, especialmente en el análisis de impactos acumulativos en situaciones de estrés, como la potencial afectación significativa sobre los ciclos de nutrientes debido a la expansión de plantaciones de eucalipto.

En la región oriental de Paraguay, el cultivo de eucalipto se integra en los sistemas económicos y sociales locales, en un entorno de clima subtropical. Las plantaciones pueden desempeñar un papel multifuncional en el paisaje, no solo en la producción de biomasa vegetal, sino también al actuar como corredores, interconectando masas boscosas fragmentada (proporcionando hábitat para la vida silvestre), almacenar carbono y fomentar prácticas culturales.

El cultivo de eucalipto, como cualquier otra actividad económica, contribuye a la producción de bienes necesarios para la sociedad, pero depende del uso de recursos naturales, genera residuos en sus procesos de producción y pérdidas en la calidad ambiental (Santarosa et al., 2014). Sin embargo, la silvicultura, dependiendo de las prácticas de manejo adoptadas, puede contribuir a mitigar los impactos ambientales y sociales a través de la provisión de servicios ecosistémicos o la reducción en el requerimiento de recursos naturales en sus procesos (Shvidenko et al., 2005; Farinaci et al., 2013; Campoe et al., 2014; Silva et al., 2019b). Así, los cambios en el entorno asociados con la silvicultura de eucalipto afectan a una amplia gama de servicios ecosistémicos, incluidos la producción de fibras, la calidad y disponibilidad del agua, la calidad del suelo, la captura y almacenamiento de carbono, los servicios de polinización, la dispersión de semillas, el control de plagas y enfermedades, la biodiversidad, el cambio y la degradación del hábitat y la protección contra disturbios (Vihervaara et al., 2012; Parron et al., 2015, Payn et al., 2015).

En este contexto, es fundamental explicar los factores que influyen en los impactos sobre los servicios ecosistémicos relacionados con el cultivo de eucalipto. Estos factores incluyen la escala e intensidad de las plantaciones, las prácticas de manejo implementadas, las condiciones ambientales locales y las estrategias de mitigación adoptadas para minimizar los efectos negativos. Cada uno de estos factores puede modificar la magnitud de los impactos tanto positivos como negativos en los servicios ecosistémicos, lo que debe ser considerado cuidadosamente en el diseño y gestión de las plantaciones.

En la Tabla 11 se presentan los principales servicios ecosistémicos asociados al cultivo de eucalipto, clasificados de acuerdo con la categorización de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), junto con los factores que los afectan:

Tabla 11. Servicios ecosistémicos que pueden ser asociados al cultivo del eucalipto

CATEGORÍA	CLASE	FACTOR
Provisión	Producción de Fibras	Producción, productividad, madera, crecimiento.
	Recursos Genéticos	Mejoramiento genético, germoplasma, genómica, génica, bioactivos.
	Provisión de Agua	Agua, humedad del suelo, agua en el suelo, evapotranspiración, recursos hídricos.
Regulación y Mantenimiento	Control de plagas y enfermedades	Plagas, enfermedades, control biológico, manejo integrado de plagas.
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo	Conservación del suelo, pérdida del suelo, prácticas de cultivo, erosión.
	Regulación del clima	Clima, calentamiento, regulación, sombra, microclima.
	Captura y almacenamiento de carbono y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	Almacenamiento de C, captura de C, gases de efecto invernadero (GEI), óxido nitroso (N_2O), gas carbónico (CO_2), deposición de nitrógeno (N).
	Control de residuos	Manejo de residuos, reciclaje.
Soporte	Ciclo de Nutrientes	Descomposición, hojarasca, leguminosas, fijación biológica de N.
	Conservación de la Biodiversidad	Fauna, flora, adecuación ambiental.
Culturales e Información	Servicios culturales	Cultura, tradición, participativo, social, agroecológica.

Fuente: MEA (2005), adaptado por STCP (2024).

Esta tabla proporciona una visión general de los servicios ecosistémicos que el cultivo de eucalipto puede influenciar, detallando los factores clave relacionados con cada clase de servicio. Estos factores deben ser tomados en cuenta para asegurar que las prácticas de manejo forestal promuevan un equilibrio entre la productividad económica y la sostenibilidad ambiental.

5.2 IMPACTOS DE LAS PLANTACIONES DE EUCALIPTO

Dependiendo de las condiciones locales previas a la plantación, se pueden generar algunos impactos (MOLEDO et al., 2016). Las plantaciones realizadas en áreas degradadas pueden generar impactos beneficiosos, como, por ejemplo, aumento de la biodiversidad, incremento de la fertilidad del suelo y reducción del proceso de erosión. Estos resultados beneficiosos generalmente ocurren cuando la silvicultura se lleva a cabo en suelos con baja fertilidad, áreas de pastizales, agrícolas o en lugares con presencia de procesos erosivos. Por otro lado, si la plantación se lleva a cabo en áreas de bosques nativos, es probable que se generen impactos adversos (VITAL, 2007). Sin embargo, se debe recordar que, en Paraguay, en la Región Oriental, conforme a la Ley N° 6676/20, están prohibidas las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques.

La realización de un análisis ambiental de los posibles impactos de una actividad debe cumplir con los siguientes requisitos:

I. Caracterización de las actividades inherentes a la implantación y operación de la actividad;
II. Definición de los factores y componentes a evaluar;
III. Identificación y calificación de los posibles impactos socioambientales; y

IV. Definición y caracterización de las medidas potenciadoras, mitigadoras y/o compensatorias.

En la Tabla 12 se presentan las actividades que se desarrollan para la implantación y operación de estos emprendimientos forestales.

Tabla 12. Actividades de implantación y operación de plantaciones de eucalipto

FASES	SUBFASES	ACTIVIDADES
		PLANIFICACIÓN
PLANEAMIENTO GENERAL	Planeamiento	- Elaboración de cronogramas preliminares; - Comunicación; - Negociación y adquisición de terrenos; - Formación de estructura de apoyo.
		IMPLANTACIÓN
FORMACIÓN FORESTAL	Infraestructura	- Implantación y mantenimiento de caminos y cortafuegos; Implantación de patio de obras; - Implantación de infraestructura; - Movimiento de maquinaria y equipos (todas las actividades).
	Limpieza del Terreno	- Limpieza del terreno; - Acumulación de residuos; - Sistematización de las áreas.
	Preparación del Suelo	- Terraplenado; - Gradación y subsolado; - Control de hormigas; - Aplicación de insumos agrícolas (cal, fosfato, fertilización).
	Plantación/Replantío (año 0)	- Transporte y distribución de plántulas; - Plantación y replantío; - Control de hormigas; - Limpieza (herbicidas, deshierbe manual y mecanizado); fertilización de cobertura.
	Mantenimiento (puede variar según el objetivo)	- Monitoreo y control de plagas (pesticidas); - Deshierbe de mantenimiento; - Fertilización de cobertura y prevención y control de incendios. - Podas y raleos.
		OPERACIÓN
COSECHA Y TRANSPORTE DE MADERA	Cosecha (Puede variar según objetivo)	- Corte; - Desrame; - Trozado; - Descortezado y - Apilado.
	Transporte	- Carga y transporte de troncos.
	Reformas y Residuos	- Mantenimiento de caminos y cortafuegos; - Patio de almacenamiento de madera; - Gestión de los residuos; - Desecho.

Fuente: Banco de Datos de STCP (2024).

La Tabla 13 presenta la relación de los factores y componentes, ya sean del medio ambiente o socioeconómicos, que pueden verse afectados por las actividades de la plantación de eucalipto.

Tabla 13. Componentes para la Evaluación de Impactos

COMPONENTES	FACTORES	ANÁLISIS Y DATOS
Ambiental (FÍSICO)	Aire	Cualitativo
	Aguas superficiales y subterráneas	Cualitativo y Cuantitativo
	Suelo	Estructura física, composición química y relieve/paisaje
Ambiental (BIÓTICO)	Flora	Fitofisonomía; diversidad; estructura comunitaria; dinámica; relaciones flora-fauna
	Fauna	Diversidad; estructura de la comunidad; dinámica; relaciones especie-ambiente
Socioeconómico	Paisaje	Uso y ocupación del suelo
	Economía	Empleo, Educación, Salud, Servicios básicos y Migración
	Bienestar	Transporte, Ruido, Seguridad
	Patrimonio Arqueológico y Cultural	Patrimonio arqueológico y cultural

Fuente: Banco de Datos de STCP (2024).

5.2.1 Potenciales Impactos Socioambientales de los plantíos de eucalipto

Actualmente, las plantaciones de eucalipto están presentes en diversas regiones del mundo, ubicadas en diferentes altitudes, tipos de suelo y regímenes pluviométricos. La actividad silvicultural, al igual que otras actividades económicas (industrial, agraria, ganadera, etc.), puede causar impactos tanto positivos como negativos, dependiendo del contexto en el que se desarrollen.

El objetivo de la evaluación de impactos es calificar los efectos sobre el medio ambiente, a través de la relación entre las actividades de cualquier emprendimiento forestal y los componentes ambientales asociados.

Por lo tanto, en las Tablas 14 y 15 se enumeran los posibles impactos ambientales negativos y positivos, respectivamente, que pueden generarse a partir de la implantación y operación de plantaciones de eucalipto.

Tabla 14. Potenciales impactos ambientales negativos del plantío de eucalipto

FASE	ACTIVIDADES	FACTORES	POTENCIAL IMPACTO AMBIENTAL
Implantación	Formación de nuevas granjas	Suelo	Exposición del suelo
			Pérdida de nutrientes por lixiviación
			Compactación
		Agua	Alteración por sólidos particulados
		Aire	Alteración por sólidos particulados (polvo)
			Alteración por emisión de vehículos

FASE	ACTIVIDADES	FACTORES	POTENCIAL IMPACTO AMBIENTAL
		Fauna	Fuga de especies nativas
		Flora	Supresión de vegetación nativa (nuevas áreas)
			Introducción de especies de gramíneas forrajeras en sistemas silvopastoriles
	Reforma en granjas en operación	Suelo	Consumo de nutrientes naturales
			Alteración por agroquímicos
			Contaminación por residuos sólidos
			Compactación
		Agua	Consumo para irrigación
			Alteración por agroquímicos y fertilizantes
		Aire	Alteración por emisión de vehículos
		Fauna	Evasión de especies nativas
		Flora	Supresión de especies nativas (no protegidas)
Operación	Conducción del Rebrote	Suelo	Consumo de nutrientes naturales
			Alteración por agroquímicos
			Contaminación por residuos sólidos
			Compactación
		Agua	Consumo para irrigación
			Alteración por agroquímicos y fertilizantes
		Aire	Alteración por emisión de vehículos
		Fauna	Evasión de especies nativas
		Flora	Supresión de especies nativas (no protegidas)
	Crecimiento de las plantas	Suelo	Consumo de nutrientes naturales
			Alteración por agroquímicos
			Contaminación por residuos sólidos
		Agua	Bloqueo de parte del agua de lluvia
			Pérdida de agua por evapotranspiración
			Alteración por agroquímicos
		Flora	Supresión de especies nativas (no protegidas)
	Cosecha y transporte de madera	Suelo	Compactación
			Contaminación por derrame (máquinas)
		Aire	Alteración por emisión de gases de vehículos
			Alteración por sólidos particulados (polvo)
		Fauna	Atropello de animales
			Evasión de especies nativas
		Flora	Supresión de vegetación (corte raso)
		Agua	Alteración por sólidos particulados (polvo)
			Contaminación por derrame (máquinas)

Fuente: Moledo et al. (2016), adaptado por STCP (2024).

Se puede observar que existen diversos impactos negativos potenciales relacionados con todas las etapas de la plantación de eucalipto, desde la formación de nuevas fincas hasta el transporte de la materia prima producida. Cabe destacar que estos impactos pueden ser minimizados o evitados si las actividades se llevan a cabo respetando las normativas ambientales y utilizando prácticas sostenibles, ya que la silvicultura puede afectar negativamente los cuerpos hídricos y los entornos terrestres adyacentes cuando los cultivos de eucalipto se realizan sin los debidos cuidados de manejo y monitoreo de los compartimentos ambientales (FARIAS, 2021).

En la Tabla 15 se enumeran los principales impactos ambientales positivos relacionados con la silvicultura del eucalipto.

Tabla 15. Potenciales impactos ambientales positivos del plantío de eucalipto

FASE	ACTIVIDADES	FACTORES	POTENCIAL IMPACTO AMBIENTAL
Implantación	Formación de nuevas granjas	Flora	Recuperación de áreas de preservación y adecuación de reserva legal (en áreas afectadas por otras actividades agropecuarias) Reducción de la presión al bosque nativo
Operación	Reforma en granjas en operación	Fauna	Inicio de la formación de flujo génico
		Flora	
	Conducción del brote	Suelo	Reposición de nutrientes (fertilización) Reducción de la fragilidad del suelo
		Fauna	Inicio de la formación de flujo génico
		Flora	
	Crecimiento de las plantas	Suelo	Reducción de la fragilidad del suelo
		Aire	Captación de carbono de la atmósfera
		Fauna	Consolidación del flujo génico
		Flora	Consolidación del flujo génico Mantenimiento de especies nativas (protegidas) Corredor entre masas fragmentadas de bosque

Fuente: Moledo et al. (2016), adaptado por STCP (2024).

Entre los impactos positivos, se destaca la captación de carbono de la atmósfera, dado que las plantaciones de eucalipto están asociadas con la captura de carbono de la atmósfera durante las etapas de crecimiento de los árboles y, en consecuencia, contribuyen al cumplimiento de metas de reducción de carbono vinculadas al cambio climático (JACOVINE et al., 2008).

Los efectos generados pueden ser negativos si las plantaciones de eucalipto sustituyen comunidades bien establecidas y productivas, como los bosques nativos; sin embargo, pueden ser positivos en los casos en que las plantaciones de eucalipto reemplazan vegetaciones ya alteradas y con un alto grado de degradación, como las áreas de pasturas o ganadería intensiva, áreas de cultivos agrícolas y suelos expuestos (DALE et al., 2013).

Además de esto, otros impactos relacionados con la silvicultura pueden ocurrir en el ámbito socioeconómico cuando la actividad se desarrolla con fines de exportación. Las actividades orientadas a la exportación disminuyen la empleabilidad local, ya que la materia prima exportada será procesada en otro país y, en consecuencia, no se crearán empleos en el país de origen (BUENO, 2014). Sin embargo, en Paraguay, existen etapas de industrialización de productos forestales, como el laminado, procesamiento y aserradero, que contribuyen a aumentar los flujos de caja y el empleo de mano de obra local. Estas etapas de procesamiento permiten que parte del valor agregado permanezca en el país, generando beneficios sociales y económicos a nivel local.

En la Tabla 16, adaptada de Moledo et al. (2016), se pueden visualizar las etapas del proceso de silvicultura y sus respectivos impactos socioeconómicos negativos potenciales.

Tabla 16. Potenciales impactos socioeconómicos negativos del plantío de eucalipto

FASE	ACTIVIDADES	FACTORES	POTENCIAL IMPACTO SOCIOECONÓMICO
Implantación	Formación de nuevas granjas	Paisaje	Impacto visual generado por la supresión de vegetación
		Comodidad	Ruido
			Cambio de hábito de la comunidad
	Reforma en granjas en operación	Comodidad	Ruido
			Cambio de hábito de la comunidad
Operación	Conducción del brote	Comodidad	Ruido
			Cambio de hábito de la comunidad
	Corte raso	Paisaje	Impacto visual (supresión de vegetación)
		Comodidad	Ruido
			Cambio de hábito de la comunidad
	Cosecha y transporte	Comodidad	Ruido
			Cambio de hábito de la comunidad

Fuente: Moledo et al. (2016), adaptado por STCP (2024).

Por otro lado, la presencia de grandes empresas involucradas en la plantación de eucalipto también puede generar diversos beneficios en los distritos donde se ubican. De manera directa o indirecta, las plantaciones de eucalipto favorecen el comercio local, crean empleos y generan impuestos, lo que permite realizar otras inversiones en recursos que mejoren la calidad de vida de la población, como en los sectores de seguridad, salud, educación y vivienda (BUENO, 2014).

A continuación, en la Tabla 17, se enumeran los posibles impactos socioeconómicos positivos de cada etapa productiva de la silvicultura.

Tabla 17. Potenciales impactos socioeconómicos positivos del plantío de eucalipto

FASES	ACTIVIDADES	FACTORES	POTENCIAL IMPACTO SOCIOECÔNOMICO
Implantación	Formación de nuevas granjas	Economía	Generación de empleo e ingresos
	Reforma en granjas en operación	Paisaje	Mejora del aspecto visual
		Economía	Generación de empleo e ingresos
	Conducción del brote	Paisaje	Mejora del aspecto visual
		Economía	Generación de empleo e ingresos
Operación	Crecimiento de las plantas	Paisaje	Mejora del aspecto visual
		Economía	Generación de empleo e ingresos
	Corte raso	Economía	Generación de empleo e ingresos
	Cosecha y transporte	Economía	Generación de empleo e ingresos

Fuente: Moledo et al. (2016), adaptado por STCP (2024).

A partir de lo expuesto, se infiere que la silvicultura de eucalipto, durante las fases de implantación y operación, genera mejoras en el aspecto visual, en comparación con áreas deforestadas y de pastizales, y además contribuye al desarrollo de la economía local a través de la generación de empleo e ingresos.

Sin embargo, no debemos considerar estos beneficios visuales y económicos de manera aislada. Están insertos en un contexto más amplio, donde los impactos ambientales resultantes de las actividades silviculturales del eucalipto se deben evaluar de manera integrada.

5.2.2 Evaluación de Impactos Socioambientales

El objetivo de la evaluación de impactos es calificar los efectos de un proyecto sobre el medio ambiente, a través del análisis y valoración de la relación entre las actividades, estructuras y residuos del proyecto y los componentes ambientales. En general, este análisis utiliza matrices de interacción, según la propuesta de Leopold et al. (1971).

La matriz de interacción permite una visión general de las actividades previstas, de los impactos derivados y de los factores ambientales afectados, destacando las actividades con mayor potencial para promover impactos ambientales de acuerdo con el análisis.

El cruce de uno de los componentes ambientales con una de las actividades del proyecto determina la unidad básica de la matriz, la cual se califica y posteriormente se cuantifica mediante la adopción de valores que permitan medir el efecto de la actividad sobre el componente ambiental.

Con los componentes ambientales definidos, se identifican los impactos derivados de las actividades previstas para el proyecto, y se estructuran en cuadros que permiten un análisis simultáneo de las actividades (causa) y de los impactos (identificación y calificación).

La calificación se realiza para dimensionar los impactos a partir de atributos (parámetros) establecidos en función del contexto en que se encuentran, considerando el factor ambiental y las operaciones a las que se refieren. El objetivo de la calificación es estandarizar el análisis a través de la base común factor/impacto, considerando las siguientes características y atributos:

- **Causas:** un impacto puede tener causas directas (originado directamente a partir de las actividades, estructuras o residuos del proyecto), indirectas (originado a partir de impactos directos) o ambas, evidenciando sinergias.
- **Naturaleza:** un impacto puede ser positivo o negativo.
- **Magnitud:** considera la intensidad o porcentaje del área donde ocurrirá el impacto.
- **Amplitud:** delimita el área donde se observará el impacto; puede estar restringida al área del proyecto o dispersa en otras regiones.
- **Horizonte de tiempo:** se refiere a la duración del impacto, que puede ser permanente (continúa incluso cuando cesa el efecto causal) o temporal (el impacto cesa junto con el efecto causal).
- **Plazo del efecto:** indica el momento del inicio del impacto, que puede ser inmediatamente después de iniciado el efecto causal o a corto, mediano o largo plazo.

La Tabla 18 presenta la matriz de evaluación y calificación de los impactos socioambientales.

Tabla 18. Evaluación de Impactos Socioambientales del plantío de eucalipto

			CAUSA		NATURALEZA		MAGNITUD			AMPLITUD		HORIZONTE		PLAZO DE EFECTO		
	SUBFASES DE ACTIVIDADES	POSIBLES IMPACTOS	DIRECTO	INDIRECTO	POSITIVO	NEGATIVO	BAJO	MODERADO	ALTO	REGIONAL	LOCAL	TEMPORAL	CONTINUO	CORTO	MEDIANO	LARGO
SUELO	Preparación del Suelo	Recuperación del suelo y control de la erosión														
		Compactación y erosión														
	Plantación/ Replantío	Recuperación del suelo														
		Compactación y reducción de la fertilidad														
	Mantenimiento	Reducción de la fertilidad del suelo														
		Contaminación del suelo														
	Cosecha	Compactación y erosión														
	Transporte	Compactación del suelo en carreteras														
	Reformas y Residuos	Contaminación por residuos														
AGUA	Preparación del Suelo	Demanda de agua, reducción hídrica														
	Plantación/Replantío	Alteración en la disponibilidad de agua														
	Mantenimiento	Contaminación de cuerpos de agua														
		Contaminación de fuentes hídricas														
	Cosecha	Impactos en la calidad del agua														
	Transporte	Contaminación hídrica por residuos														
	Reformas y Residuos	Contaminación de cuerpos hídricos														
FAUNA Y FLORA	Preparación del Suelo	Reducción y pérdida de hábitats nativos														
	Plantación/ Replantío	Fragmentación de hábitats														
	Mantenimiento	Contaminación del hábitat natural														

	SUBFASES DE ACTIVIDADES	POSIBLES IMPACTOS	CAUSA		NATURALEZA		MAGNITUD			AMPLITUD		HORIZONTE		PLAZO DE EFECTO		
			DIRECTO	INDIRECTO	POSITIVO	NEGATIVO	BAJO	MODERADO	ALTO	REGIONAL	LOCAL	TEMPORAL	CONTINUO	CORTO	MEDIANO	LARGO
		Impacto en la flora nativa														
		Toxicidad para especies locales														
	Cosecha	Alteración de hábitats														
	Transporte	Atropello de fauna local														
	Reformas y Residuos	Alteraciones ecológicas														
AIRE Y CLIMA	**Preparación del Suelo**	Sumidero de carbono														
		Emisiones de carbono														
	Plantación/Replantío	Sumidero de carbono														
		Emisiones asociadas al manejo														
	Mantenimiento	Emisiones de gases														
		Emisión de contaminantes														
	Cosecha	Captura de carbono														
		Emisiones temporales														
	Transporte	Emisiones de gases contaminantes														
	Reformas y Residuos	Emisión de gases contaminantes														
ECONÓMICO Y SOCIAL	**Preparación del Suelo**	Generación de empleos														
		Conflictos de uso de la tierra														
	Plantación/Replantío	Desarrollo económico														
	Mantenimiento	Impactos económicos negativos a largo plazo														
		Problemas de salud pública														
	Cosecha	Generación de ingresos y empleos														

	SUBFASES DE ACTIVIDADES	POSIBLES IMPACTOS	CAUSA		NATURALEZA		MAGNITUD			AMPLITUD		HORIZONTE		PLAZO DE EFECTO		
			DIRECTO	INDIRECTO	POSITIVO	NEGATIVO	BAJO	MODERADO	ALTO	REGIONAL	LOCAL	TEMPORAL	CONTINUO	CORTO	MEDIANO	LARGO
	Transporte	Impactos en el tráfico local														
	Reformas y Residuos	Costos de mitigación														

Fuente: Elaborado por STCP (2024).

En cuanto al balance hídrico en microcuencas cercanas a bosques plantados, la presencia de eucaliptos puede considerarse un punto negativo (MOLEDO et al., 2016). Las plantaciones de eucalipto pueden consumir volúmenes significativos de agua, valores mayores que otros tipos de vegetación y bosques naturales, debido a su elevada productividad. Sin embargo, este consumo no significa necesariamente que producirá el secado del suelo, ya que este proceso depende no solo del consumo de agua por parte de las plantas, sino también de los niveles de precipitación pluvial en la región donde se realizó la plantación.

Las técnicas de manejo empleadas también deben ser consideradas. Actualmente, debido al avance tecnológico y las investigaciones realizadas en el área de manejo forestal, las empresas de este sector pueden realizar plantaciones en forma de mosaicos, permitiendo el paso de animales a través de corredores ecológicos que conectan fragmentos de bosque natural. Todo esto es posible cuando las plantaciones se intercalan con franjas de bosques nativos (LIMA, 1993). Además, existen buenas prácticas que pueden adoptarse para generar resultados positivos, como la permanencia de hojas, cortezas y otros fragmentos de árboles en el mismo lugar después de la etapa de cosecha, ya que, de esta manera, se disminuye la pérdida de suelo y, en consecuencia, la pérdida de nutrientes, además de devolver parte de los nutrientes al suelo (FARIAS, 2021; VITAL, 2007).

5.2.3 Integración de los impactos por las plantaciones de eucalipto

Además de la evaluación general de los impactos ambientales presentada anteriormente, se realizó un análisis integrado de estos impactos sobre las principales características enumeradas al analizar los componentes ecosistémicos valiosos, como la vegetación nativa, la disponibilidad de agua, las áreas antropizadas, la agropecuaria, el tipo de manejo utilizado, los servicios ecosistémicos y el alcance socioeconómico.

• **Sobre áreas de bosques y vegetación nativa:** Si las plantaciones se implantan en áreas de bosques nativos, como los del Bosque Atlántico, pueden causar una reducción de la biodiversidad. Sin embargo, si se implantan en áreas abiertas o en áreas deforestadas del Bosque Atlántico, las plantaciones de eucalipto pueden aumentar la biodiversidad de la flora y fauna locales. No obstante, en Paraguay, existe la Ley N° 6676/20 que prohíbe las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques en la región Oriental. De esto se desprende que, en áreas que poseen fragmentos de bosques nativos, está prohibido establecer plantaciones de eucalipto, lo que significa que esta actividad solo es viable en áreas abiertas, áreas deforestadas, áreas antropizadas (sin vegetación, agricultura, ganadería, otros emprendimientos e infraestructuras) y áreas con suelo expuesto.

• **Sobre la disponibilidad hídrica y los ciclos hidrológicos:** El secado del suelo en bosques de eucalipto depende no solo del consumo de agua por parte de las plantas, sino también de la precipitación pluvial en la región de cultivo (Davidson, 1993). Solo en regiones con poca lluvia, por debajo de un rango de 400 mm/año, el eucalipto puede causar el secado del suelo (Vital, 2007). En regiones con mayor volumen pluvial, por lo tanto, las plantaciones de eucalipto, al recibir más agua de la que consumen, no llevarían al secado del suelo.

Los impactos sobre los acuíferos, pequeños cursos de agua y cuencas hidrográficas dependen de la región en que se encuentra la plantación, de la distancia entre las plantaciones y la cuenca hidrográfica,

y de la profundidad del acuífero. Si las plantaciones están situadas en lugares de mayor altitud, las raíces de los eucaliptos, al no superar los 2,5 metros, no alcanzarían los acuíferos subterráneos. Sin embargo, si los bosques se plantan cerca de las cuencas hidrográficas, los eucaliptos empiezan a consumir más agua, crecen más rápido y pueden generar impactos sobre los acuíferos tanto localmente como aguas abajo.

El equilibrio hídrico en ambientes de bosque de eucalipto en la región Oriental del Paraguay depende del volumen pluvial y de la evapotranspiración. En esta región, cuando las lluvias superan la cantidad de agua evapotranspirada por el bosque de eucalipto, se observa un aumento de la humedad del suelo y variaciones en el caudal de los ríos. Sin embargo, si el agua consumida por el bosque (evapotranspiración) es mayor que el volumen de lluvias, esto podría llevar a que el bosque "alimente" de las reservas de agua contenidas en el suelo, lo que podría generar una disminución en la disponibilidad de agua superficial y subterránea. Por eso, el clima de la región y su variabilidad son fundamentales en la evaluación de los impactos sobre los recursos hídricos en la región Oriental. En el caso de condiciones climáticas más secas o de cultivos intensivos, se esperaría una mayor presión sobre los recursos hídricos locales.

• **Sobre áreas antropizadas:** Las plantaciones desarrolladas en áreas antropizadas, con suelos de baja fertilidad, en presencia de erosión o en áreas de pastizales, por ejemplo, generan impactos positivos sobre diversas variables ambientales, tales como: aumento de la fertilidad del suelo (derivado de la caída de hojas y materia orgánica sobre el suelo), reducción del proceso erosivo y aumento de la biodiversidad (existen más especies de flora y fauna en bosques de eucalipto que en pastizales o monocultivos de caña de azúcar o soja).

• **Sobre áreas de producción agropecuaria:** Las plantaciones de eucalipto en áreas anteriormente utilizadas por monocultivos agrícolas o ganadería pueden tener varios impactos. Por ejemplo: el suelo puede sufrir erosión cuando se eliminan los cultivos agrícolas para plantar eucaliptos, los bosques de eucalipto generalmente presentan menor diversidad en comparación con los monocultivos agrícolas diversificados, y la conversión de tierras agrícolas a plantaciones de eucalipto puede desplazar la producción de alimentos, lo que afecta la seguridad alimentaria y hace que la economía dependa de un solo cultivo, aumentando la vulnerabilidad a las fluctuaciones del mercado.

Por otro lado, los eucaliptos pueden ayudar a recuperar áreas degradadas, controlar la erosión del suelo, generar empleos en las fases de plantación, manejo y cosecha, además de proporcionar una fuente adicional de ingresos para los propietarios de tierras a través de la venta de madera y productos derivados.

Adoptar prácticas de manejo forestal sostenible con planificación del uso del suelo, la implementación de sistemas de monitoreo del agua y sistemas que alternen plantaciones de eucalipto con áreas agropecuarias, como los Sistemas Agroforestales (SAF) puede ayudar a equilibrar los ecosistemas, traer beneficios socioeconómicos y promover un desarrollo sostenible a largo plazo.

• **Sobre los servicios ecosistémicos:**

Los impactos de los bosques de eucalipto sobre los servicios ecosistémicos pueden ser diversos, tanto negativos como positivos, como algunos mencionados anteriormente, y dependen de factores como el manejo forestal de estas plantaciones y las condiciones ambientales en las que se encuentran. Es importante considerar que la implementación de plantaciones de eucalipto puede conllevar la

fragmentación de hábitats, lo que podría afectar la disponibilidad de productos que las comunidades locales, incluidas las poblaciones indígenas, obtienen de los ecosistemas. Por ejemplo, la reducción de especies nativas de fauna, que son fuente de alimento para estas comunidades, es un impacto potencial para considerar. Además, la supresión de especies de flora nativa, incluso aquellas que no están protegidas, podría incidir en la provisión de plantas medicinales utilizadas en las prácticas tradicionales de las comunidades locales, campesinas e indígenas. Estos impactos podrían limitar significativamente el acceso a recursos naturales que son fundamentales para la subsistencia y el bienestar de estas poblaciones.

Por lo tanto, es crucial evaluar cómo estos cambios pueden repercutir en los servicios ecosistémicos, afectando no solo la biodiversidad, sino también la seguridad alimentaria y la salud de las poblaciones que dependen de estos recursos.

Para una evaluación más completa, la investigación debe integrar información sobre los impactos acumulativos de la silvicultura de eucalipto a gran escala, en combinación con otras actividades económicas y factores externos. La investigación debe considerar aspectos como la alteración de la biodiversidad, el uso del suelo, la calidad del suelo y del agua, así como el cambio climático, lo que permitirá un análisis más detallado de cómo estas actividades pueden influir en los servicios ecosistémicos a largo plazo, proporcionando una visión integrada de los posibles efectos positivos y negativos en el entorno natural y las comunidades locales.

• **Sobre el manejo forestal utilizado:** Los impactos del manejo forestal de los bosques de eucalipto son variados, afectando tanto al medio ambiente como a la economía local. Por un lado, el manejo inadecuado puede llevar al empobrecimiento y erosión del suelo, la reducción de la disponibilidad hídrica, y recibir el apodo de "desiertos verdes", pues tendrán baja biodiversidad en comparación con bosques nativos, resultando en la pérdida de hábitats y disminución de la diversidad biológica.

Por el contrario, cuando se manejan adecuadamente, los bosques de eucalipto mejoran la calidad del suelo y el ciclo de nutrientes y, en algunas situaciones, también pueden mejorar la calidad del agua en comparación con áreas de pastizales, reduciendo la erosión y el escurrimiento superficial.

Diferentes técnicas de manejo pueden tener impactos distintos. Por ejemplo: si, en el momento de la cosecha, ramas, hojas y cortezas se dejan en el lugar, parte de los nutrientes retirados por el árbol se devuelven al suelo. El mantenimiento de esta materia orgánica también ayuda a reducir el proceso erosivo. La mayoría de las empresas del sector forestal desarrollan plantaciones en forma de mosaicos, intercalando franjas de bosques nativos con las plantaciones (conocidas como "corredores ecológicos" o "corredores biológicos"). Estas plantaciones en mosaico permiten la interconexión entre el hábitat natural y el bosque plantado, constituyendo un corredor entre fragmentos de bosque natural y permitiendo el paso de animales, ampliando así el hábitat disponible para la fauna local.

• **Sobre el alcance socioeconómico:** La actividad silvicultural con eucaliptos también puede ayudar en la creación de servicios ecosistémicos, ya que la plantación no excluye la posibilidad de otras formas de producción asociadas en el lugar. Es posible no solo el cultivo de diferentes granos (maíz, girasol y cultivos de subsistencia) en los primeros años de plantación, sino también la cría de ganado (de carne y leche) entre las plantaciones, cuando los árboles ya están más crecidos. Esto amplía el espectro del alcance económico de las plantaciones, aumentando el número de productos obtenidos del bosque y el número de empleos generados, permitiendo un mejor aprovechamiento del suelo.

6 IMPACTOS ACUMULATIVOS DE PLANTACIONES DE EUCALIPTO

El análisis de los impactos acumulativos es esencial para una evaluación completa de la situación ambiental derivada de las plantaciones de eucalipto en la región Oriental de Paraguay. Este análisis no solo considera el escenario actual, sino también los escenarios futuros, teniendo en cuenta la evolución temporal de las plantaciones y su interacción con otras actividades agroforestales y el uso de los recursos hídricos.

Al incorporar diferentes horizontes temporales, se pueden identificar patrones de cambio en la disponibilidad de agua y en la salud de los ecosistemas a lo largo del tiempo, lo que amplía la comprensión sobre los efectos de las actividades de silvicultura en la región. Por ejemplo, en el mediano-largo plazo (hasta 10 años aproximadamente) las plantaciones de eucalipto pueden tener impactos inmediatos sobre el caudal de los ríos y la humedad del suelo, mientras que, a largo plazo (10-50 años), los efectos acumulativos podrían modificar la dinámica hídrica regional y alterar la biodiversidad, sea para mejor o para peor.

Por lo tanto, es crucial considerar cómo estas plantaciones, junto con otras actividades humanas, pueden afectar la disponibilidad de agua y la integridad de los ecosistemas naturales a medida que transcurre el tiempo.

6.1 ASPECTOS GENERALES

La evaluación de los impactos acumulativos va más allá del análisis de los impactos individuales de proyectos o emprendimientos únicos. Considera las interacciones entre diversas actividades y cómo estas interacciones pueden amplificar o mitigar los efectos sobre el medio ambiente. Este proceso implica la identificación de las fuentes probables de impacto, la evaluación de la sensibilidad de los receptores ambientales y el análisis de las tendencias y condiciones ambientales a lo largo del tiempo.

Los efectos acumulativos se refieren a las alteraciones ambientales resultantes de impactos pasados, presentes o previsibles, causados por múltiples plantaciones de eucalipto y/o otros emprendimientos. Los impactos identificados pueden dividirse en las categorías de: impactos acumulativos (o no), impactos inducidos e impactos sinérgicos, los que a continuación se describen:

- **Impactos acumulativos:** son el resultado de alteraciones generadas por otros emprendimientos en áreas productivas o no, junto con los impactos causados por las plantaciones de eucalipto, considerando los escenarios pasado, presente y futuro (en los próximos 10 años). Es decir, los impactos acumulativos representan la suma de los impactos causados por todas las plantaciones existentes en el área estudiada, tanto las que podrían ser financiadas por esta iniciativa como las que puedan surgir a partir de otros emprendimientos en el sector forestal, incluyendo las iniciativas privadas de plantaciones de eucalipto. En el escenario futuro, se incluyen las plantaciones de eucalipto que se podrían ejecutar dentro del marco de los esfuerzos promovidos por la AFD, que cubrirán un total de 172.000 hectáreas aproximadamente, además de las plantaciones que podrían ser financiadas por otras iniciativas o proyectos en la región.

- **Impactos inducidos:** no son resultados directos de las plantaciones de eucalipto. Son efectos derivados de redes complejas de interacciones que engloban los impactos de estas plantaciones, caracterizando, en ocasiones, impactos de segundo o tercer nivel o impactos secundarios.
- **Impactos sinérgicos:** se refieren a la capacidad de un efecto específico, como la alteración del ciclo hidrológico por la monocultura del eucalipto, de inducir la ocurrencia de nuevos impactos al interactuar con otras actividades en la región. Estos impactos sinérgicos afectan directamente a la biodiversidad y la disponibilidad de recursos hídricos.

Se analizaron los impactos previamente identificados en los medios físico y biótico y socioeconómico, considerando no solo las plantaciones de eucalipto dentro del proyecto[1], sino también otras posibles plantaciones fuera del alcance del proyecto, que podrían proliferar en la región. Este análisis incluyó las actividades agroforestales debido a los impactos potenciales sobre la biodiversidad y los recursos hídricos, tanto actuales como futuros, considerando cualquier inversión o emprendimiento que pueda surgir en el sector forestal y la expansión de las plantaciones de eucalipto.

Asimismo, se consideró la caracterización de la región y los impactos prospectados en los medios físico y biológico, así como los conflictos relacionados con el medio socioeconómico, y los potenciales conflictos derivados de los usos múltiples de los recursos hídricos, involucrando acciones antrópicas y escenarios de cambio climático.

Se utilizaron como referencia los impactos identificados para las plantaciones de eucalipto, junto con otros estudios realizados para la región Oriental de Paraguay. Estos estudios incluyen investigaciones realizadas por organismos ambientales locales, así como Estudios de Impacto Ambiental (EIA) de emprendimientos similares en la región. Para una mejor caracterización de la expansión de las plantaciones de eucalipto, se realizó una búsqueda de posibles emprendimientos futuros en el sector forestal que puedan tener impactos acumulativos en la biodiversidad y los recursos hídricos de la región.

El análisis de los impactos acumulativos se centró en la biodiversidad y los recursos hídricos en la región Oriental de Paraguay, evaluando tanto las plantaciones de eucalipto como las actividades agroforestales ubicadas en los departamentos de esta región. Como parte de esto, se realizaron entrevistas locales mediante visitas de campo a algunos emprendimientos forestales. Los resultados de estas visitas de campo incluyen la revisión de emprendimientos agroforestales existentes y potenciales que podrían generar impactos sinérgicos y acumulativos significativos sobre la biodiversidad y los recursos hídricos, así como las acciones que estos emprendimientos llevan a cabo para gestionar los posibles impactos sobre el medio ambiente.

[1] Proyecto deberá interpretarse como las plantaciones que podrían establecerse con el crédito que se espera el Banco Mundial otorgue a la AFD para este menester.

Con base en la información recolectada durante las entrevistas y visitas de campo, se identificaron las principales cuestiones relacionadas con los impactos acumulativos y sinérgicos, y las estrategias de gestión adoptadas por los emprendimientos entrevistados para mitigar estos impactos.

La Tabla 19 sintetiza los resultados de las entrevistas realizadas con empresas involucradas en plantaciones de eucalipto, destacando las percepciones sobre la gestión ambiental, los impactos en recursos hídricos y biodiversidad, y las medidas adoptadas para mitigar los posibles efectos negativos de sus operaciones. De los resultados obtenidos, se puede observar cómo cada empresa maneja cuestiones como la conservación de los recursos naturales, la interacción con las comunidades locales y el monitoreo de especies amenazadas y áreas protegidas. También es posible identificar diferencias en las prácticas de gestión, como la implementación de corredores ecológicos, la prevención de incendios forestales y las actividades de educación ambiental.

En términos generales, se observa que las empresas más avanzadas en términos de certificaciones ambientales tienden a implementar prácticas de manejo más robustas, a menudo para cumplir con los requisitos de sus certificaciones, mientras que otras se encuentran en etapas iniciales de desarrollo de sus estrategias de mitigación. Además, se puede notar la importancia de la planificación y del monitoreo continuo para evitar impactos negativos significativos, así como la relación entre las certificaciones internacionales y la adopción de mejores prácticas ambientales.

Tabla 19. Síntesis de los Resultados de las Entrevistas de Campo

CONSULTAS	COMENTARIOS			
	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D
¿Existe en la propiedad o en su entorno cursos superficiales de agua, nacientes o zonas bajas inundables?	Sí, identificados en las propiedades y alrededores	Sí, cursos de agua dentro y alrededor de la propiedad	Sí, áreas de campo bajo con pastizales	Sí, ambas propiedades con cursos de agua y una naciente
¿La empresa realiza monitoreos periódicos sobre el comportamiento de estas zonas o cursos de agua? Si es así, ¿cuáles son los resultados?	Sí, monitoreo regular para optimización de drenaje	Sí, análisis anuales de agua y quinquenales de aguas superficiales	No se reportaron informaciones sobre monitoreo	Sí, monitoreo continuo de las áreas buffer y cursos de agua
¿Se han realizado consultas con las comunidades aledañas sobre cómo ellas perciben las plantaciones de eucalipto y si afectan o no algún aspecto de sus intereses, como la calidad y disponibilidad de agua u otros usos?	Sí, consultas continuas con percepciones positivas	Sí, consultas regulares y apoyo continuo	Planeadas en el futuro, dentro del proceso de certificación FSC	Sí, consultas antes de la adquisición, con percepciones positivas
¿Existen en el entorno de la propiedad otras actividades o proyectos (agrícolas, ganaderos o forestales) que potencialmente puedan contribuir a los impactos ambientales acumulativos?	Sí, actividades agrícolas y pecuarias cercanas	Sí, actividades agrícolas, pecuarias y forestales cercanas	Sí, actividades agrícolas y otras plantaciones forestales cercanas	Sí, otras empresas agrícolas, pecuarias y forestales en la zona

CONSULTAS	COMENTARIOS			
	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D
¿Se han establecido en la propiedad áreas de conservación de la fauna y flora, como reservas de bosques nativos, áreas de protección/preservación permanente y corredores ecológicos/conectividad?	Sí, áreas de conservación legal y voluntaria	Sí, Reserva Natural Tapyta y otras áreas de conservación	Pequeña área de conservación de 50 ha	Sí, cerca de 2.400 ha de áreas protegidas
¿La empresa realiza monitoreos periódicos sobre estas áreas de conservación?	Sí, monitoreo anual de biodiversidad	Sí, monitoreo anual con la Fundación Moisés Bertoni	No se reportaron informaciones sobre monitoreo	Sí, monitoreo de biodiversidad con imágenes satelitales
¿Existen registros de especies vegetales y animales consideradas amenazadas de extinción en la propiedad? ¿Cuáles son estas especies?	Sí, 62 especies amenazadas	Sí, registros detallados de especies amenazadas	Aún no identificadas, pero planeadas para el futuro	Sí, registros de especies amenazadas
¿Qué presiones inciden sobre las especies amenazadas? Por ejemplo, caza, atropellos, enfermedades transmitidas por animales domésticos, muertes por uso abusivo de agrotóxicos, entre otros.	Incendios, atropellos, caza, contaminación por agroquímicos	Caza furtiva	Información aún no disponible	Caza ilegal e incendios
¿Se han establecido corredores ecológicos/conectividad entre las áreas de reserva de la empresa y otras áreas del entorno?	Sí, corredores conectando áreas de conservación	Sí, corredores conectando parques nacionales	Aún no establecidos	Proyectos en marcha para conectar fragmentos de bosque
¿Las especies raras y amenazadas y sus hábitats son protegidos, incluyendo a través de zonas de conservación, áreas de protección y de conectividad?	Sí, protección en áreas de alto valor de conservación	Sí, patrullaje y señalización educativa	Aún no identificadas	Sí, protección legal y voluntaria
¿La empresa tiene algún convenio o acuerdo firmado con instituciones de investigación u órganos gubernamentales para el desarrollo de acciones de conservación de la biodiversidad en sus propiedades? En caso afirmativo, citar.	No informado	Sí, Fundación Moisés Bertoni y Universidad Nacional de Asunción	Convenio con la CIF de la Universidad Nacional de Asunción	Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción
¿La empresa ha realizado trabajos de educación ambiental para sus funcionarios o para la comunidad del entorno de las propiedades? ¿Tiene registros de los resultados de estas acciones?	Sí, capacitación de contratistas y comunidades	Sí, campañas educativas sobre incendios	En proceso, dentro de la futura certificación FSC	Sí, campañas internas y con comunidades
¿La empresa realiza prácticas de conservación del suelo para evitar la erosión y mantener la fertilidad? ¿Cuáles y cómo son monitoreadas?	Sí, estudios hidrológicos y optimización de drenaje	Sí, prácticas de bajo impacto y monitoreo continuo	Prácticas mínimas de preparación y monitoreo de la fertilidad	Sí, prácticas ajustadas para minimizar la erosión

CONSULTAS	COMENTARIOS			
	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D
¿La empresa realiza gestión y control de incendios forestales? ¿Cuáles son las medidas preventivas? ¿Estas medidas se extienden a las comunidades vecinas? ¿Cómo?	Sí, capacitación y acuerdos con bomberos locales	Sí, plan integral de prevención y control de incendios	Sí, mantenimiento de cortafuegos y apoyo a comunidades	Sí, plan de prevención y control de incendios
Desde el inicio de las plantaciones, ¿ha notado la empresa cambios en las aguas superficiales o en la biodiversidad local que puedan ser atribuibles a las plantaciones de eucalipto?	Sin cambios atribuibles a las plantaciones de eucalipto	Aumento de biodiversidad sin impactos negativos atribuibles	Sin cambios significativos, aumento de abejas e insectos	Sin cambios significativos observados
¿Las grandes plantaciones de eucalipto tienen el potencial de causar efectos ambientales negativos de alcance y magnitud considerables? ¿Considera esto un hecho cierto o no? ¿Por qué?	Plantaciones sin planificación pueden causar impactos negativos	Plantaciones adecuadas y manejadas no causan impactos negativos	No se han reportado problemas en grandes plantaciones de eucalipto	Los impactos negativos pueden evitarse con una gestión ambiental integrada
¿La empresa posee algún tipo de certificación, por ejemplo, FSC, ISO u otra?	ISO 9001, FSC, VCS, CCB	FSC	CO_2 - Verra Carbon Standard, FSC (en proceso)	FSC, VCS

Fuente: Elaborado por STCP (2024).

*Los resultados de las entrevistas, inextenso, se presentan en el **ANEXO I.***

En el contexto del análisis de impactos acumulativos, es fundamental abordar los Componentes Ecosistémicos Valiosos (CVE) identificados para este estudio, que incluyen el suelo, los recursos hídricos, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Estos componentes representan los elementos del medio ambiente que son más susceptibles a los efectos de las plantaciones de eucalipto y de otras actividades agroforestales en la región Oriental de Paraguay. Evaluar cómo estos CVEs son impactados permite una comprensión de los desafíos ambientales que pueden surgir tanto en el presente como en el futuro, considerando las interacciones complejas entre diferentes actividades económicas y el uso de los recursos naturales sobre diferentes áreas definidas para la región Oriental de Paraguay.

A continuación, se describen los impactos acumulativos sobre el suelo, los recursos hídricos, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

6.2 SOBRE LOS SUELOS

El impacto acumulativo de las plantaciones de eucalipto sobre el suelo en la región Oriental de Paraguay depende tanto de las características específicas del suelo y de las técnicas de manejo forestal implementadas como de la interacción de estas plantaciones con otros usos del suelo en el área. En lugar de enfocarse solo en los impactos individuales y directos, el análisis acumulativo considera cómo la implantación y expansión de estas plantaciones, junto con otros emprendimientos forestales, puede amplificar ciertos efectos en el suelo a largo plazo.

Se reconoce que el eucalipto tiene un consumo de nutrientes comparable al de otros cultivos agrícolas. Sin embargo, el impacto acumulativo en el suelo surge cuando se considera la suma de nutrientes

extraídos a lo largo de varias rotaciones de cultivo y la posible reducción de nutrientes en el suelo, particularmente en áreas de monocultivo intensivo. La extracción de nutrientes del ecosistema se amplifica en cada cosecha y puede resultar en un empobrecimiento progresivo del suelo si las técnicas de manejo no son adecuadas para devolver una porción suficiente de la biomasa residual al suelo. Técnicas como la no remoción de raíces, y devolución de hojas y cortezas para formar una capa de hojarasca ayudan a mitigar este efecto acumulativo, pero su efectividad depende de prácticas consistentes y bien manejadas a lo largo del tiempo (Campos, 1998).

El impacto acumulativo en la erosión del suelo es otra preocupación relevante. La presencia de plantaciones de eucalipto en suelos desnudos o degradados puede tener efectos positivos, mejorando la densidad y aireación del suelo en ciertos contextos, como suelos de sabana. Sin embargo, la expansión de estas plantaciones en terrenos de pendiente o en suelos ya erosionados puede aumentar la susceptibilidad a la erosión, especialmente en la época de lluvias intensas. En este sentido, los efectos acumulativos pueden resultar en un aumento en la erosión del suelo debido a la insuficiente cobertura de residuos orgánicos generados por los bosques de eucalipto, que generalmente ofrecen menos protección contra la erosión que los bosques nativos.

Además, estudios como el de Davidson (1985) muestran que, al sustituir bosques nativos o áreas de vegetación diversa por plantaciones de eucalipto, se genera un impacto sinérgico sobre el ciclo hidrológico del suelo que puede influir en la capacidad de retención de agua y en la estabilidad estructural del suelo en la región. Para los suelos en la región Oriental de Paraguay, esto significa que los efectos acumulativos de la expansión de plantaciones de eucalipto, combinados con otros emprendimientos agroforestales, pueden afectar la calidad y la fertilidad de los suelos a largo plazo, influyendo directamente en su capacidad de soportar otras actividades económicas.

En conclusión, para reducir los impactos acumulativos negativos en el suelo, es esencial adoptar un enfoque de manejo forestal que considere tanto la restauración continua de nutrientes como el uso de técnicas de conservación de suelos y agua que minimicen los efectos de la erosión y del agotamiento de nutrientes a lo largo de varias rotaciones de cultivo.

6.3 SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS

El análisis de los impactos acumulativos de las plantaciones de eucalipto sobre los recursos hídricos en la región Oriental de Paraguay requiere una evaluación más allá de los efectos individuales. Este enfoque considera no solo las características hidrológicas y los efectos específicos de las plantaciones, sino también cómo la acumulación y expansión de estas áreas, junto con otros usos forestales y agrícolas, pueden afectar el balance hídrico y la sostenibilidad de los recursos acuíferos en un plazo mayor.

La eficiencia en el uso del agua es un factor clave para la productividad de estas plantaciones. Generalmente, los cultivos de eucalipto muestran una mayor eficiencia en comparación con pastizales, bosques nativos y otros tipos de cultivos forestales (Dvorak, 2012; Zalesny Junior et al., 2016). En áreas con mayor disponibilidad de agua, el consumo es naturalmente más alto, mientras que, en áreas más secas, el consumo tiende a ser menor (Stape et al., 2010). Además, el uso del agua por los eucaliptos puede variar entre clones, no siendo una característica constante de un genotipo específico. El uso eficiente del agua en una cuenca hidrográfica depende de la extensión y distribución de las plantaciones, de la productividad y de la diversidad de edades de los bosques (Dvorak, 2012). El relieve

de la región y el régimen de lluvias también influyen directamente en las tasas de transpiración de los árboles y en el balance hídrico general de las plantaciones (Facco et al., 2012; Caldato & Schumacher, 2013).

A lo largo del tiempo, la expansión de las plantaciones de eucalipto, especialmente en áreas de cuencas hidrográficas o zonas de recarga de acuíferos, puede intensificar el consumo de agua, ya que las tasas de evapotranspiración del eucalipto, combinadas con una cobertura forestal densa, tienden a reducir las reservas de agua subterránea, particularmente en períodos de sequía o en zonas con baja pluviosidad. Aunque cada plantación puede tener un consumo de agua similar al de otros tipos de cultivos, el efecto acumulativo de grandes extensiones de eucalipto puede llevar a una disminución gradual de los niveles de agua en el suelo y en los acuíferos.

Además, las variaciones en la interceptación de agua de lluvia por las plantaciones de eucalipto —que puede oscilar entre el 11% y el 20% de la precipitación— pueden afectar el escurrimiento y la recarga de los acuíferos en el tiempo. Cuando se plantan grandes extensiones en áreas de altitud elevada dentro de la cuenca hidrográfica, existe un riesgo acumulativo de reducción en el flujo de agua superficial hacia zonas de menor altitud, impactando tanto el caudal de los ríos locales como la disponibilidad de agua para las comunidades aguas abajo.

Asimismo, los efectos sinérgicos de las plantaciones de eucalipto y otras actividades agroforestales en el clima local pueden modificar el microclima, afectando la humedad del suelo y el equilibrio térmico de la región. En áreas de monocultivo prolongado, estos efectos pueden generar una disminución acumulativa de la humedad y afectar la estructura de los suelos, creando condiciones de estrés hídrico que impactan tanto la vegetación nativa como los sistemas agrícolas vecinos.

El impacto sobre los acuíferos depende de la ubicación de las plantaciones en relación con la cuenca hidrográfica. Como se mencionó previamente, si las plantaciones se establecen en lugares de mayor altitud, las raíces de los eucaliptos, que no superan los 2,5 metros de profundidad, no alcanzan los acuíferos subterráneos. Sin embargo, si los eucaliptos se plantan cerca de las cuencas hidrográficas, estos consumen más agua, crecen más rápidamente y pueden impactar los acuíferos tanto localmente como aguas abajo. La profundidad de los acuíferos varía según las características del suelo y las condiciones hídricas de cada región, por lo que el impacto de las plantaciones de eucalipto sobre los acuíferos debe analizarse caso por caso.

Estudios indican que el eucalipto no difiere significativamente de otros cultivos en cuanto al consumo de agua, pero es uno de los más eficientes en la producción de biomasa por litro de agua utilizado (Tabla 20).

Tabla 20. Consumo y Eficiencia en el Uso del Agua por Diferentes Cultivos

Consumo de Agua		Eficiencia en el uso del agua	
Cultivo	mm/ha/año	Cultivo	L/Kg
BATATA	300-800	EUCALIPTO	350
MAÍZ	400-800	CAÑA-DE-AZÚCAR	500
SOJA	500-800	MAIZ	1000
CAFÉ	800-1200	BATATA	2000

EUCALIPTO	**800-1200**
CAÑA-DE-AZÚCAR	**1000-2000**

Fuente: IPEF (2019), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Aunque el consumo absoluto de agua por el eucalipto es alto debido a su rápido crecimiento, el consumo relativo (litros de agua para formar 1 kg de biomasa) es bajo, lo que demuestra la eficiencia de la especie en la producción de biomasa. Esta eficiencia permite que el eucalipto crezca rápidamente, confiriendo un alto grado de competitividad para el sector industrial en el mercado nacional.

Para mitigar los impactos acumulativos en los recursos hídricos de la región Oriental de Paraguay, es necesario un manejo integrado de las plantaciones de eucalipto que contemple la conservación de áreas de recarga, la protección de los acuíferos y la planificación estratégica de la extensión y distribución de las plantaciones dentro de las cuencas hidrográficas, para reducir el riesgo de sobreexplotación y asegurar la sostenibilidad de los recursos hídricos a largo plazo.

6.4 SOBRE LA BIODIVERSIDAD

Los impactos acumulativos de las plantaciones de eucalipto en la biodiversidad de la región Oriental de Paraguay consideran no solo los efectos directos de cada plantación, sino también cómo la expansión y concentración de estos monocultivos puede modificar la composición y dinámica de los ecosistemas locales a lo largo del tiempo. Este impacto puede ocurrir debido a la sombra, competencia por agua y nutrientes, perturbaciones en el suelo, efectos alelopáticos (sustancias químicas liberadas por el eucalipto que afectan a otras formas de vegetación) y efectos acumulativos sobre el suelo (Poore & Fries, 1985).

A diferencia de los impactos individuales de cada plantación, el efecto acumulativo implica una transformación progresiva del hábitat, especialmente cuando se suman otros emprendimientos forestales en la misma región.

Dependen en gran medida de la ecorregión, las condiciones del suelo previas a la implantación y las técnicas de manejo silvicultural aplicadas. Si las plantaciones de eucalipto reemplazan ecosistemas naturales, es probable que se reduzca la variedad de flora y fauna en comparación con los bosques nativos originales. Sin embargo, en áreas degradadas o utilizadas previamente para cultivos agrícolas extensivos, la introducción de eucalipto puede proporcionar una mayor diversidad en comparación con otras formas de monocultivo agrícola, como soja o caña de azúcar.

La estructura homogénea de los bosques de eucalipto a gran escala tiende a limitar la variedad de especies de flora y fauna que pueden prosperar en estas áreas, dado que el monocultivo impide la diversidad de nichos y recursos presentes en los bosques nativos. Sin embargo, un monocultivo nunca será capaz de ofrecer la misma diversidad de productos y beneficios que los bosques nativos, pues la sustitución de la cobertura vegetal natural, que generalmente incluye varias especies de plantas, por un único cultivo, sea nativo o exótico, es generalmente perjudicial para la biodiversidad (Davidson, 1985).

Las plantaciones grandes y uniformes pueden ofrecer un entorno menos favorable para muchas especies de aves y mamíferos, especialmente en comparación con los bosques nativos o áreas con vegetación variada. Aunque la diversidad de fauna en bosques plantados sea menor que en bosques

nativos, el sotobosque presente en estos bosques homogéneos puede proporcionar alimentos, refugio y protección, creando un entorno favorable para el movimiento de los animales (Silveira, 2005).

Sin embargo, cuando las plantaciones de eucalipto están intercaladas con corredores de bosques nativos, se observa una mejora en la conectividad ecológica, permitiendo que la fauna local se mueva y acceda a recursos en ambos tipos de hábitats, mitigando en parte los efectos acumulativos negativos sobre la biodiversidad.

Por otro lado, los impactos sinérgicos de las plantaciones de eucalipto y otros usos de la tierra pueden generar cambios adicionales en los ecosistemas locales, como el aumento de competencia por nutrientes y agua, la alteración del microclima y el incremento de riesgos de plagas que afectan a especies nativas. Las técnicas de manejo, como el uso de alelopatía y la creación de áreas de conservación intercaladas, pueden influir en cómo se manifiestan estos impactos acumulativos.

Es esencial implementar estrategias de manejo que promuevan la coexistencia de plantaciones de eucalipto con áreas de bosque nativo, la creación de corredores ecológicos y el uso de técnicas sostenibles que favorezcan la regeneración de los suelos y la preservación de hábitats para la fauna y flora local.

6.5 SOBRE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Las plantaciones de eucalipto pueden tener un impacto acumulativo sobre los servicios ecosistémicos, afectando tanto positiva como negativamente distintos componentes del ecosistema en la región Oriental de Paraguay. Aunque estas plantaciones pueden proveer servicios de provisión valiosos, como madera y biocombustibles, también pueden generar efectos a largo plazo que modifican el entorno local. La magnitud y dirección de estos efectos acumulativos están muy relacionadas con las prácticas de manejo y técnicas de cultivo empleadas (Shvidenko et al., 2005; Farinaci et al., 2013; Campoe et al., 2014; Silva et al., 2019b).

La expansión de estas plantaciones puede influir en la oferta de servicios ecosistémicos clave, Entre estos servicios ecosistémicos que pueden verse afectados, destacan la producción de fibras, la calidad y disponibilidad de agua, la fertilidad del suelo, la captura y almacenamiento de carbono, la polinización, la dispersión de semillas, el control de plagas y enfermedades, la biodiversidad y la protección contra disturbios ambientales (Vihervaara et al., 2012; Parron et al., 2015; Payn et al., 2015).

A continuación, se detallan los principales servicios ecosistémicos y los impactos acumulativos que pueden ocurrir.

- **Servicios de Provisión**

Los servicios de provisión incluyen productos como alimentos, madera sólida, combustibles, recursos genéticos, bioquímicos y agua, fundamentales para la economía y el bienestar social. En la región Oriental de Paraguay, la expansión del cultivo de eucalipto desempeña un papel vital en la oferta de estos servicios, especialmente en relación con la producción de madera sólida y biocombustibles. Este aumento en la oferta puede lograrse mediante la expansión de las áreas de cultivo o la intensificación de la producción en las áreas ya existentes (MEA, 2005).

Técnicas de silvicultura intensiva, como el uso de especies de rápido crecimiento, la preparación adecuada del suelo, la fertilización y el control de plantas competidoras, son cruciales para optimizar la producción de biomasa en la región. Estas prácticas no solo aumentan la producción de fibras y biocombustibles, sino que también pueden contribuir a la preservación de los ecosistemas locales, promoviendo la sostenibilidad de la actividad forestal (Gonçalves et al., 2013; Silva et al., 2013; Binkley et al., 2017). Las mejoras en el rendimiento fisiológico del eucalipto, que resultan en un mayor acúmulo de biomasa, también contribuyen a la eficiencia en el uso de la tierra, reduciendo la necesidad de expansión de nuevas áreas de cultivo y protegiendo los bosques nativos, asegurando la conservación de los servicios ecosistémicos en esas áreas.

Sin embargo, es importante destacar que la expansión de las plantaciones de eucalipto también puede generar impactos negativos sobre los servicios ecosistémicos. La conversión de tierras agrícolas y bosques nativos para el cultivo de eucalipto puede llevar a la degradación del suelo, la reducción de la biodiversidad y la alteración de los ciclos hidrológicos locales. La competencia por recursos hídricos entre las plantaciones y las actividades agropecuarias, exacerbada por el cambio climático, podría afectar negativamente tanto a los sistemas agrícolas como forestales, aumentando la vulnerabilidad de la región (MEA, 2005).

Además, la homogeneización del paisaje resultante de grandes extensiones de monocultivos de eucalipto puede reducir la disponibilidad de recursos para las comunidades locales, incluyendo alimentos, agua y plantas medicinales. Esto puede tener un impacto directo sobre la seguridad alimentaria y el bienestar de las poblaciones rurales, especialmente en comunidades indígenas que dependen de estos recursos para su subsistencia.

El mantenimiento de la diversidad genética y de especies es esencial para garantizar la resiliencia de los ecosistemas locales, que están adaptados a las fluctuaciones ambientales y a los ciclos temporales de la región (Oliver et al., 2015). En el cultivo de eucalipto, el uso de plantaciones de especies mixtas, en contraste con los monocultivos agrícolas, puede aumentar la resiliencia de los sistemas forestales y mejorar la provisión de servicios ecosistémicos. Esta mayor resiliencia se atribuye a la heterogeneidad estructural, tanto espacial como temporal, observada en el desarrollo de las copas y en la estratificación de las raíces (Forrester et al., 2006). Sin embargo, esta heterogeneidad puede reducir la productividad de las plantaciones de eucalipto en hasta un 20% durante el ciclo de rotación de siete años (Soares et al., 2016). Aunque los genotipos más uniformes generalmente presentan mayor productividad, la diversidad estructural puede influir tanto positiva como negativamente en otros servicios ecosistémicos, como el uso eficiente del agua, la captura de carbono, el ciclo de nutrientes y la resistencia a condiciones climáticas adversas (Thompson et al., 2014).

Aunque las plantaciones de eucalipto aumentan la producción de madera y biocombustibles, su expansión puede llevar a la competencia por recursos como el agua y nutrientes del suelo, especialmente en áreas agrícolas y cercanas a fuentes hídricas. Las técnicas de manejo intensivo pueden optimizar el uso del terreno y disminuir la necesidad de expansión, protegiendo así ecosistemas locales y reduciendo el impacto sobre áreas nativas.

- **Servicios de Regulación y Mantenimiento**

Parásitos y herbívoros, que son parte integrante de los ecosistemas naturales, pueden transformarse en patógenos y plagas en monocultivos intensivos de eucalipto (Brockerhoff et al., 2017; Liebhold et

al., 2017). Aunque muchas enfermedades y plagas no causan daños significativos, es necesario comprender los procesos que regulan estas poblaciones y las condiciones que favorecen la aparición de plagas y enfermedades para mejorar el manejo forestal y prevenir grandes brotes (Boyd et al., 2013).

En la región Oriental de Paraguay, el monocultivo de eucalipto puede facilitar la propagación de plagas, lo que hace esencial prever y monitorear la expansión de estos agentes nocivos. A menudo, el control de plagas en grandes plantaciones de eucalipto demanda recursos significativos, incluido el uso de pesticidas, lo que puede tener impactos negativos sobre el medio ambiente (MEA, 2005). Además, el cambio climático puede agravar estos desafíos, ya que el calentamiento global favorece el aumento de la abundancia de insectos y acelera su desarrollo, migración y supervivencia durante el invierno (Lin, 2011).

El cultivo de eucalipto puede beneficiarse de los servicios ecosistémicos del suelo, como la fertilidad y la retención de sedimentos, al mismo tiempo que contribuye a la mejora de las condiciones del suelo a través de prácticas adecuadas de manejo. Estas prácticas pueden ayudar a restaurar suelos degradados, reducir la erosión y aumentar la infiltración de agua, haciendo que el eucalipto no sea solo un beneficiario, sino también un proveedor de servicios ecosistémicos en la región (Brancalion et al., 2017; Cerullo & Edwards, 2019).

Los procesos que promueven la mejora del suelo en los cultivos de eucalipto incluyen la protección del suelo contra el impacto de las lluvias y la reducción de la exposición directa a los rayos solares, contribuyendo a la moderación de la temperatura del suelo y del entorno. Estos efectos se potencian gracias a la copa de los árboles y al acúmulo de hojarasca, que en conjunto mejoran el ciclo de nutrientes y la estructura del suelo, promoviendo un sistema de raíces más eficiente que absorbe nutrientes de capas más profundas y mejora los atributos físicos del suelo (Laclau et al., 2010; Achat et al., 2015; Versini et al., 2016).

Además, cabe destacar el servicio de regulación por el almacenamiento y captura de carbono que las plantaciones de eucalipto pueden ofrecer. Este es un impacto positivo importante, ya que el eucalipto tiene la capacidad de capturar y almacenar grandes cantidades de carbono en su biomasa y en el suelo, lo que contribuye significativamente a mitigar los efectos del cambio climático. Este servicio ecosistémico refuerza el rol del eucalipto no solo como un componente productivo del paisaje, sino también como un aliado en la lucha contra el calentamiento global y en la promoción de la sostenibilidad ambiental.

El cultivo de eucalipto, especialmente en sistemas de monocultivo o integrados, contribuye significativamente a la remoción de CO_2 de la atmósfera, debido a su elevada producción de biomasa y eficiencia en la captura de recursos esenciales para el crecimiento (Carvalho et al., 2010). Este potencial de captura de carbono se observa tanto en la biomasa de los árboles, particularmente en la madera, como en el suelo, a través de las raíces y la materia orgánica (Ferez et al., 2015). La madera de eucalipto, cuando se utiliza en productos duraderos, como muebles y materiales de construcción, proporciona una inmovilización prolongada de carbono, desempeñando un papel crucial en la reducción del carbono atmosférico (Alves et al., 2015a).

Los monocultivos de eucalipto pueden generar un efecto acumulativo sobre la incidencia de plagas y enfermedades. Además, al reducir la heterogeneidad estructural del paisaje, podrían alterar la

dinámica natural de las poblaciones locales de insectos y microorganismos, elevando la dependencia en el control químico. La combinación de prácticas de manejo sostenible podría mitigar estos efectos, permitiendo que las plantaciones se beneficien de los servicios naturales del ecosistema, como la fertilidad y la retención de sedimentos.

- **Servicios de Apoyo**

Los servicios de apoyo desempeñan un papel esencial en el mantenimiento de la dinámica de los ecosistemas forestales, como las plantaciones de eucalipto, y en el sostenimiento de las actividades agropecuarias. Estos servicios son fundamentales no solo para el cultivo de eucalipto, sino también para la provisión de otros servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes.

En las plantaciones de eucalipto, el ciclo de nutrientes se refuerza mediante la descomposición de residuos forestales, como hojas y ramas, que retornan al suelo, enriqueciéndolo y promoviendo su fertilidad. La materia orgánica del suelo desempeña un papel crucial en el mantenimiento de la fertilidad, especialmente en suelos tropicales y subtropicales, como los encontrados en la región Oriental de Paraguay. Sin embargo, el ciclo de nutrientes puede verse afectado negativamente por prácticas de manejo inadecuadas, como la exportación excesiva de nutrientes o el uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos, que pueden llevar al agotamiento de la fertilidad del suelo o a la contaminación de cuerpos de agua.

Los efectos sobre el ciclo de nutrientes y la estructura del suelo pueden ser acumulativos, especialmente en suelos tropicales y subtropicales. Las prácticas de manejo que favorecen la regeneración natural del suelo, como el retorno de materia orgánica y la reducción del uso de fertilizantes sintéticos, pueden ayudar a mitigar los impactos negativos acumulados, mejorando la sostenibilidad a largo plazo de las plantaciones.

- **Servicios Culturales e Informativos**

Las plantaciones de eucalipto no solo ofrecen beneficios económicos, sino que también pueden proporcionar servicios culturales, que son fundamentales para la percepción y el bienestar de las comunidades locales. Los servicios culturales se refieren a los aspectos intangibles que contribuyen al bienestar humano, como el valor espiritual, estético, recreativo y educativo que las personas obtienen de los ecosistemas. La integración de estos servicios culturales en el manejo de las plantaciones de eucalipto puede contribuir significativamente al desarrollo sostenible. Esto se debe a la capacidad de estas plantaciones de equilibrar valores ecológicos, sociales y económicos, ofreciendo a las comunidades locales beneficios que van más allá de los tangibles.

Es importante considerar que la implementación de plantaciones de eucalipto puede afectar áreas o recursos naturales que son sagrados para las poblaciones indígenas, así como zonas de importancia para la recreación y el disfrute estético de las comunidades locales. Por ejemplo, si se establecen numerosas plantaciones de eucalipto en una región, esto podría alterar el paisaje natural que las comunidades sabanoides valoran positivamente. La fragmentación de hábitats y la predominancia de monocultivos pueden disminuir la diversidad visual y reducir el acceso a áreas de valor cultural y recreativo, impactando negativamente la calidad de vida y el bienestar cultural de las poblaciones locales.

La percepción de los cambios en el uso de la tierra, especialmente en áreas de cultivo de eucalipto, está influenciada por los beneficios que las personas obtienen tanto antes como después de la implementación de las plantaciones. Es esencial involucrar a las comunidades locales en el proceso de planificación y manejo de las plantaciones para asegurar que sus valores culturales y necesidades recreativas sean respetadas y preservadas. De esta manera, se puede mitigar el impacto negativo sobre los servicios culturales y promover una coexistencia armoniosa entre las actividades económicas y la preservación de los valores culturales y estéticos de la región.

A medida que las plantaciones de eucalipto se expanden en la región, los impactos sobre el valor estético y cultural del paisaje pueden ser profundos y acumulativos, afectando áreas sagradas o de recreación. La inclusión de las comunidades locales en la planificación es fundamental para preservar los valores culturales y asegurar un desarrollo sostenible que respete sus tradiciones y necesidades.

6.6 SOBRE OTRAS ACTIVIDADES Y FACTORES EXTERNOS

La evaluación de los impactos acumulativos de las plantaciones de eucalipto en la región Oriental de Paraguay no puede realizarse de manera aislada. Es esencial considerar la interacción con otras actividades humanas y factores externos que, al actuar conjuntamente, pueden amplificar o mitigar sus efectos en los CVEs (suelos, recursos hídricos, biodiversidad y servicios ecosistémicos). Cada uno de estos factores tiene una dinámica particular en el contexto ambiental de la región y requiere un análisis integral para comprender el impacto acumulativo de las plantaciones en el entorno.

La expansión urbana, por ejemplo, ejerce una presión adicional sobre el ambiente en términos de uso de suelo, recursos hídricos y emisiones contaminantes. El crecimiento de áreas urbanas implica la impermeabilización de suelos, reducción de áreas verdes y una mayor competencia por recursos naturales críticos como el agua y la tierra. Estas transformaciones afectan de manera acumulativa la resiliencia de las plantaciones de eucalipto y exacerban el cambio climático local, reduciendo su capacidad para ofrecer servicios ecosistémicos de manera sostenible.

En paralelo, las actividades agropecuarias que dominan la economía de la región, especialmente la producción de soja, maíz y la ganadería, aumentan la demanda de insumos y recursos naturales. La coexistencia de plantaciones de eucalipto y estos sistemas agrícolas genera una competencia por el agua y otros recursos que se intensifica en períodos de sequía y condiciones adversas de cambio climático. Esta competencia impacta acumulativamente sobre la disponibilidad de agua y nutrientes, afectando tanto la productividad de los cultivos como la sostenibilidad de las plantaciones de eucalipto en el largo plazo.

La conversión de tierras agrícolas para establecer plantaciones de eucalipto representa un cambio en el uso del suelo con implicancias acumulativas sobre la seguridad alimentaria y la economía local. Al reducir la disponibilidad de tierras para cultivos alimentarios básicos, la expansión de estas plantaciones podría contribuir a una escasez de alimentos locales y, potencialmente, a un aumento en sus precios. La dependencia creciente de un solo cultivo, como el eucalipto, incrementa también la vulnerabilidad económica de la región frente a fluctuaciones de mercado. Para mitigar estos efectos acumulativos, es crucial fomentar prácticas que promuevan la diversificación y la integración de las plantaciones con otras actividades económicas y agrícolas locales.

Los riesgos climáticos, como inundaciones, sequías y eventos meteorológicos extremos, también tienen un impacto acumulativo en las plantaciones de eucalipto. Estos eventos afectan el crecimiento y la salud de los árboles, aumentando su vulnerabilidad a plagas y enfermedades, y afectando en conjunto la biodiversidad y los recursos hídricos de la región. Además, el cambio climático contribuye a la proliferación de enfermedades endémicas en la región, lo que representa un riesgo adicional para las comunidades locales y los trabajadores de las plantaciones.

El cultivo de eucalipto también interactúa con factores como el uso de biomasa con fines energéticos, que puede contribuir a una reducción acumulativa de las emisiones de gases de efecto invernadero en la región (Gabrielle et al., 2013). Sin embargo, es importante considerar la dinámica de gases como el óxido nitroso (N_2O) y su emisión potencial durante ciertos períodos del ciclo del eucalipto. La incorporación de sistemas agroforestales y la integración de plantaciones de eucalipto con otros cultivos pueden ofrecer beneficios acumulativos en términos de captura de carbono y mitigación del cambio climático (Passos et al., 2014).

Aunque los ciclos de cultivo de eucalipto superiores a siete años no es práctica común en el país, extender o mantener las plantaciones por largos períodos puede aumentar el stock de carbono en el suelo (Ditt et al., 2010). Los sistemas agroforestales integrados, que combinan eucalipto con otras prácticas agrícolas, presentan un alto potencial para la neutralización de gases de efecto invernadero (Salton et al., 2014; Franchini et al., 2015). Los bosques plantados de eucalipto contribuyen a la sostenibilidad en la región y a la mitigación de las emisiones asociadas a otras actividades agrícolas, como la aplicación de fertilizantes nitrogenados y la cría de ganado (Kichel et al., 2014).

El análisis de estas interacciones entre plantaciones forestales, agropecuaria, biodiversidad y recursos hídricos en la región Oriental de Paraguay permite la creación de mapas que ilustran la distribución geográfica de la resiliencia y la fragilidad de los departamentos de esta región frente al cambio climático. Estos mapas ofrecen una comprensión detallada de las variaciones locales y regionales, permitiendo un análisis más preciso sobre cómo el cambio climático puede impactar de manera diferenciada cada área.

La elaboración de mapas de adaptación climática para la región Oriental de Paraguay puede ayudar a visualizar las zonas más vulnerables a los efectos acumulativos del cambio climático y de la interacción entre actividades como la urbanización, agropecuaria y plantaciones forestales. Estas representaciones permiten identificar áreas que necesitan estrategias específicas para mitigar los impactos acumulativos, promoviendo así la sostenibilidad a largo plazo de las plantaciones de eucalipto y la protección de los CVEs en la región.

Estos análisis, interrelacionados entre sí, ofrecen una visión integral de los desafíos y oportunidades que enfrenta la región en términos de adaptación climática. Además, pueden guiar la implementación de plantaciones de eucalipto y otras actividades económicas de manera que minimicen los impactos ambientales y maximicen los beneficios socioeconómicos en un contexto de cambio climático.

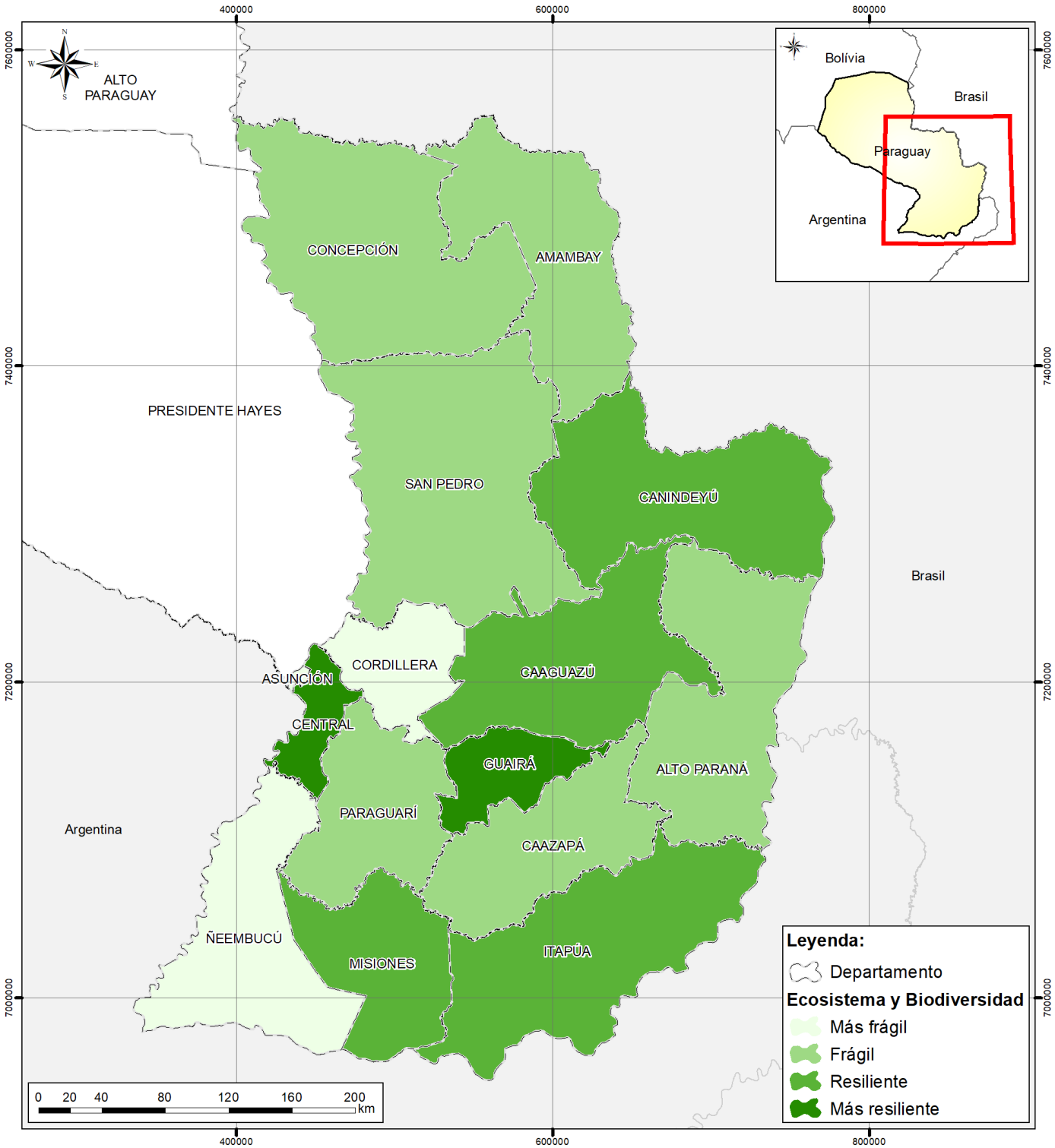
En las figuras 17, 18 y 19 se presentan un análisis macro de las adaptaciones climáticas y de la resiliencia de los departamentos en la región Oriental del Paraguay en tres aspectos fundamentales: ecosistemas y biodiversidad; producción agropecuaria, forestal y seguridad alimentaria; y recursos hídricos. Estos análisis sirven como una introducción para comprender cómo el cambio climático está

impactando las diferentes áreas de la región y cómo las prácticas actuales, incluidas las plantaciones de eucalipto, pueden influir en la capacidad de adaptación y sostenibilidad a largo plazo.

Cada figura destaca una interacción específica entre el cambio climático y los recursos naturales, ofreciendo información sobre la resiliencia o vulnerabilidad de los departamentos analizados:

- La Figura 17 aborda las adaptaciones climáticas en el contexto de los ecosistemas y la biodiversidad, revelando la variabilidad en la resiliencia ecológica entre los departamentos e identificando las áreas más vulnerables que requieren mayor atención.
- La Figura 18 aborda las adaptaciones climáticas en el contexto de la producción agropecuaria, forestal y de la seguridad alimentaria, mostrando cómo las prácticas agrícolas y forestales, junto con las políticas de desarrollo rural, influyen en la capacidad de los departamentos para mantener la productividad y la seguridad alimentaria frente a los cambios climáticos.
- La Figura 19 aborda las adaptaciones climáticas con en los recursos hídricos, evaluando la resiliencia hídrica de los departamentos y destacando las áreas donde la gestión del agua necesita ser reforzada para enfrentar los desafíos climáticos futuros.

Figura 17. Adaptaciones climáticas en el contexto de los ecosistemas y la biodiversidad



Fuente: Anuario 2021 – Territorio, Hidrografía y Climatología, Instituto Nacional de Estadística (INE) Paraguay (2022), adaptado y elaborado por STCP (2024).

En los departamentos de Guairá y Central, que presentan mayor resiliencia, existe un potencial considerable para la expansión de las plantaciones de eucalipto, siempre que se implementen con prácticas de manejo sostenible. La infraestructura y las políticas existentes facilitan la adaptación de las plantaciones a las condiciones climáticas futuras, garantizando la reducción de los impactos negativos y la maximización de los beneficios.

Guairá demuestra alta resiliencia al impacto del cambio climático, lo que puede atribuirse a su diversidad ecológica. La presencia de áreas protegidas e iniciativas de conservación contribuyen a la preservación de los hábitats naturales. Esto fortalece la capacidad del departamento para absorber el impacto climático sin sufrir una degradación significativa.

El departamento Central, siendo una de las áreas más urbanizadas de la región, ha invertido en infraestructuras que ayudan a mitigar los impactos del cambio climático, como sistemas de drenaje y la preservación de áreas verdes urbanas. Estas inversiones reducen la vulnerabilidad a las inundaciones y a la escasez de agua, además de mejorar la calidad del aire. La integración de plantaciones de eucalipto en las áreas periurbanas puede crear microclimas que moderan las temperaturas extremas y mejoran el confort térmico, beneficiando tanto a la población urbana como a la agropecuaria local.

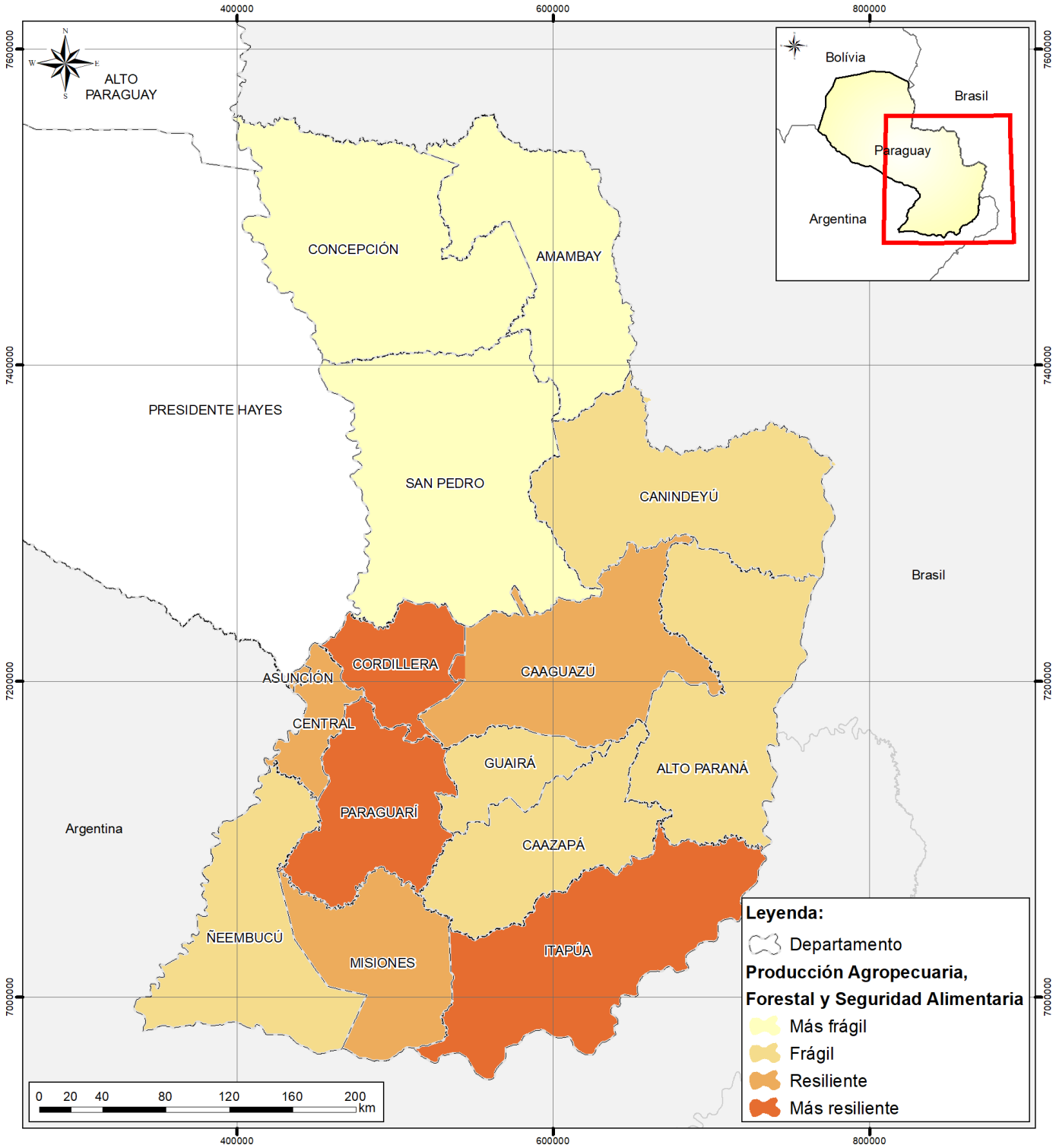
En Cordillera, se identifica alta vulnerabilidad, posiblemente debido a la significativa presión sobre sus ecosistemas naturales, resultante de la expansión agrícola y de la urbanización. La pérdida de cobertura vegetal nativa, la fragmentación de hábitats y la reducción de corredores ecológicos disminuyen la capacidad del departamento para resistir y adaptarse a los impactos climáticos. La competencia entre las actividades agrícolas, las plantaciones de eucalipto y las necesidades urbanas intensifica esta vulnerabilidad, dificultando la gestión sostenible de los recursos hídricos y aumentando el riesgo de degradación ambiental.

La situación en Ñeembucú se ve agravada por la ausencia de infraestructura adecuada para enfrentar los impactos climáticos, como sistemas de drenaje y represas. La falta de áreas de conservación y de políticas ambientales robustas también contribuye a la disminución de la resiliencia del departamento, dejándolo más expuesto a las consecuencias adversas del cambio climático.

Es esencial realizar estudios detallados de impacto ambiental y adoptar prácticas específicas de mitigación, como la restauración de corredores ecológicos y la gestión eficiente del agua, para reducir los riesgos asociados al cambio climático.

En los departamentos más resilientes, como Guairá y Central, las condiciones son más favorables para la expansión de las plantaciones de eucalipto, con menores riesgos y mayor potencial de beneficios. Por otro lado, en los departamentos más vulnerables, como Cordillera y Ñeembucú, es esencial adoptar un enfoque cauteloso, priorizando la planificación, la mitigación de riesgos y la implementación de prácticas sostenibles para garantizar que las plantaciones de eucalipto puedan contribuir de manera positiva a la sostenibilidad regional a largo plazo.

Figura 18. Adaptaciones climáticas en el contexto de la producción agropecuaria, forestal y la seguridad alimentaria



Fuente: Anuario 2021 – Territorio, Hidrografía y Climatología, Instituto Nacional de Estadística (INE) Paraguay (2022), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Posiblemente debido a la diversificación de sus actividades económicas, la buena gestión de los recursos hídricos y la conservación del suelo, Paraguarí se destaca por su resiliencia. Prácticas como el terraceo y el manejo integrado de plagas fortalecen la capacidad del departamento para soportar variaciones climáticas y mantener la productividad agrícola.

En gran parte, la resiliencia de la producción agropecuaria y forestal en el departamento de Itapúa puede atribuirse a su infraestructura agrícola avanzada y a la adopción de innovaciones tecnológicas, como sistemas de riego eficientes, variedades de cultivos resistentes a la sequía y tecnologías de precisión en el manejo agrícola.

Aunque Cordillera ha sido identificado como frágil en términos de ecosistemas y biodiversidad, su resiliencia en la producción agropecuaria y forestal es notable. Esto puede atribuirse a la capacidad de adaptación de las comunidades locales, que han desarrollado métodos para enfrentar los desafíos climáticos, como la rotación de cultivos y la diversificación de fuentes de ingresos, reduciendo la dependencia de monocultivos y fortaleciendo la seguridad alimentaria.

Por otro lado, San Pedro es identificado como uno de los departamentos más frágiles, posiblemente debido a la fuerte actividad de monocultivo, como la soja. La falta de diversificación y la posible sobreexplotación de los recursos hídricos pueden llevar a la degradación del suelo y a la disminución de la productividad agrícola, impactando negativamente la seguridad alimentaria.

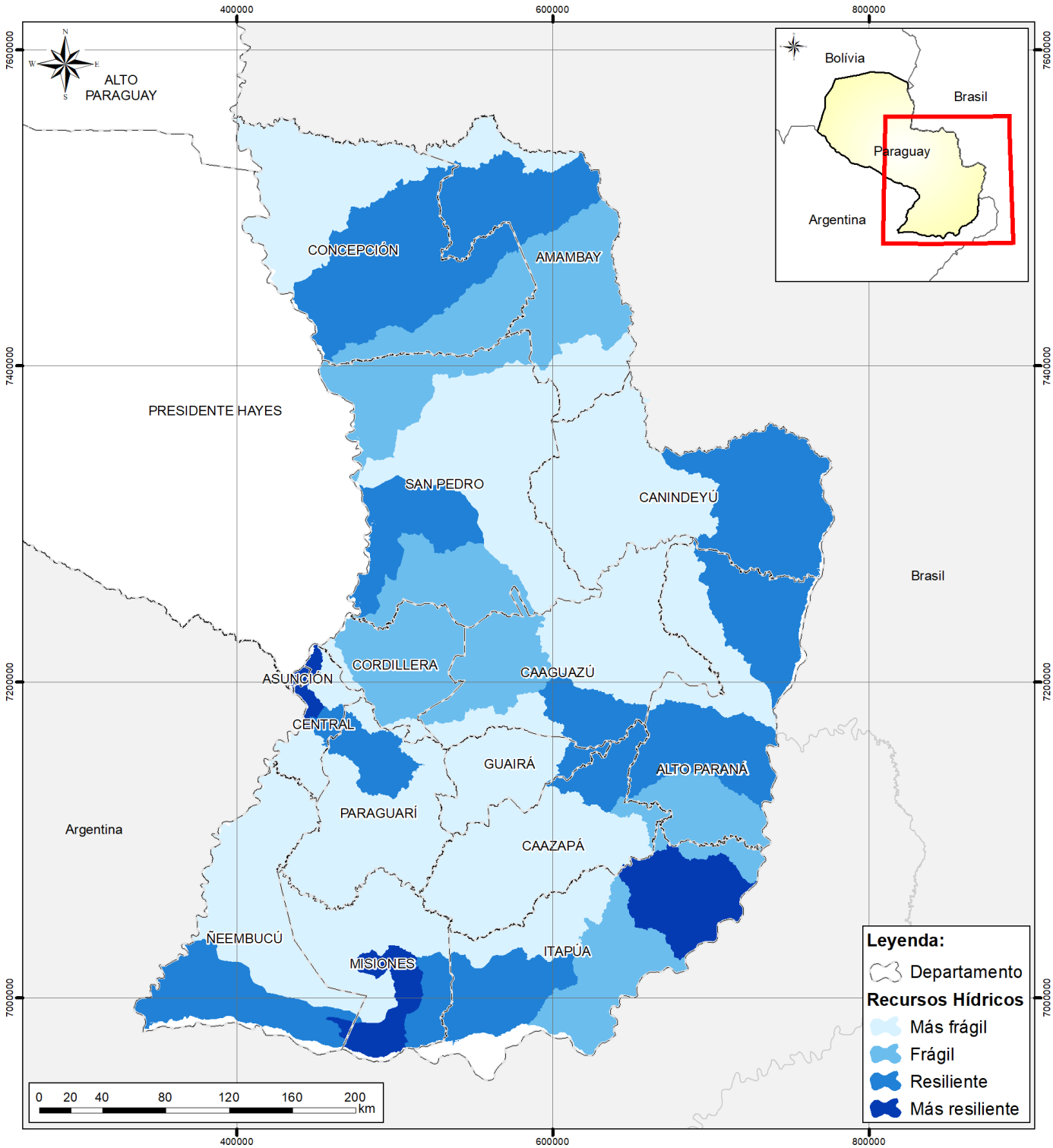
La vulnerabilidad de Amambay se ve agravada por la falta de infraestructura adecuada para mitigar los impactos climáticos, como sistemas eficientes de riego y drenaje. Sin esta infraestructura adaptativa, el departamento enfrenta dificultades para sostener la producción agrícola durante eventos climáticos extremos, principalmente de sequías.

Concepción, otro departamento vulnerable, enfrenta desafíos socioeconómicos que incluyen pobreza rural, falta de acceso a tecnologías agrícolas modernas y baja capacidad de adaptación al cambio climático. La erosión del suelo, por ejemplo, es resultado de prácticas agrícolas inadecuadas y de la falta de medidas de conservación.

Paraguarí, Itapúa y Cordillera son vistos como los departamentos más resilientes, con una oportunidad significativa para expandir la producción agropecuaria y forestal de manera sostenible. La adopción continua de innovaciones tecnológicas y prácticas de manejo sostenible en estos departamentos puede servir como un modelo para otras regiones, promoviendo una producción resiliente y sostenible que mitigue los impactos del cambio climático.

Por otro lado, en los departamentos más frágiles, como San Pedro, Amambay y Concepción, son necesarias intervenciones específicas para mejorar la resiliencia de la producción agropecuaria y forestal. Esto incluye la diversificación de cultivos, la adopción de prácticas de conservación del suelo y del agua, y el fortalecimiento de la infraestructura para enfrentar eventos climáticos extremos. Además, es esencial capacitar a los agricultores y proporcionar apoyo gubernamental a través de políticas públicas para revertir la fragilidad de estos departamentos. Sin estos esfuerzos, la producción agropecuaria y forestal continuará siendo vulnerable, amenazando la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible.

Figura 19. Adaptaciones climáticas con relación a los recursos hídricos



Fuente: Anuario 2021 – Territorio, Hidrografía y Climatología, Instituto Nacional de Estadística (INE) Paraguay (2022), adaptado y elaborado por STCP (2024).

La situación que se observa en la Figura 19 sugiere que, aunque existen estructuras y prácticas para la gestión de los recursos hídricos, aún son insuficientes para enfrentar plenamente los desafíos que impone el cambio climático.

El mantenimiento de la calidad del agua es especialmente crítico en contextos donde la contaminación agrícola, el escurrimiento urbano y la falta de saneamiento básico son problemas persistentes. La agricultura intensiva, las plantaciones de eucalipto y el crecimiento urbano pueden ejercer presión adicional sobre los recursos hídricos, exigiendo una gestión cuidadosa para evitar conflictos de uso y garantizar un abastecimiento sostenible. Sin embargo, la eficacia de estas prácticas está limitada por factores como la falta de recursos, conocimiento técnico inadecuado o implementación desigual entre los departamentos.

Además, el cambio climático altera los patrones de precipitación, intensificando las sequías y aumentando la frecuencia de eventos climáticos extremos, como inundaciones. Es necesario fortalecer la capacidad de adaptación a estos impactos mediante mejoras en la infraestructura y en la gestión de los recursos hídricos.

Las plantaciones de eucalipto deben ser gestionadas de manera que se minimice la presión sobre los recursos hídricos. Esto incluye prácticas como el espaciamiento adecuado de los árboles, la selección de variedades menos exigentes en agua y la utilización de sistemas de riego eficientes. La compatibilidad de las plantaciones de eucalipto con otras actividades económicas, como la agricultura y la ganadería, debe ser cuidadosamente planificada para evitar conflictos de uso de los recursos.

La adopción de tecnologías innovadoras para el monitoreo y la gestión de los recursos hídricos es crucial. Esto incluye el uso de sensores para el monitoreo en tiempo real de los niveles de agua, técnicas de recarga de acuíferos y la creación de zonas de retención de agua que ayuden a mitigar los impactos de las sequías y las inundaciones. Además, capacitar a las comunidades locales con programas de educación que promuevan el uso eficiente del agua y la protección de las cuencas hidrográficas puede generar un impacto significativo en la gestión de los recursos hídricos a largo plazo.

En particular, las plantaciones de eucalipto deben ser gestionadas de manera que se minimice la presión sobre los recursos hídricos, fomentando el ahorro de agua y asegurando su devolución al medio ambiente en buen estado, y que la adaptación al cambio climático sea eficaz. Con estas acciones, la resiliencia de los recursos hídricos puede verse fortalecida, proporcionando una base sólida para el desarrollo sostenible de la región.

6.7 EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

Con base en lo expuesto anteriormente, que incluye un breve detalle de los impactos acumulativos que se pueden esperar por el establecimiento de nuevas plantaciones de eucalipto sobre cada uno de los CVEs definidos (Suelos, Recursos Hídricos, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos), a continuación, en la Tabla 21, se presenta una síntesis de estos impactos acumulativos.

Tabla 21. Síntesis de impactos acumulativos que serán considerados en la evaluación

IMPACTOS ACUMULATIVOS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD	
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna
	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Posibilidad de efecto alelopático	Alteración en la diversidad faunística
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Alteración en la diversidad florística	Fragmentación de hábitats animales
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Variación en la profundidad de los acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales	
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua	Alteración en el régimen del flujo de los cuerpos de agua			
	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO	
	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales		
	Variación en el uso de los recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social	
	Mantenimiento de la diversidad genética	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades	Mantenimiento y gestión de actividades agropecuarias	Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico	
	Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles					

Fuente: Elaborado por STCP (2024).

Para el análisis de los impactos acumulativos, se definieron los efectos en tres escenarios: el escenario actual (2024), el mediano plazo (de 5 a 10 años) y el largo plazo (más de 10 años). En este contexto, los impactos derivados de la implementación de plantaciones de eucalipto se estudiarán considerando que, actualmente, estas plantaciones están en una fase inicial de expansión. En una región con más de 15 millones de hectáreas, que es la región Oriental de Paraguay, apenas un poco más de 200 mil hectáreas están actualmente destinadas a plantaciones de eucalipto.

Esta diferenciación temporal permite observar los posibles efectos acumulativos resultantes de la interacción sinérgica entre las plantaciones de eucalipto y otras actividades económicas o ambientales en la región, a medida que se desarrollan en áreas con potencial para futuras inversiones.

Con base en la identificación de los impactos acumulativos potenciales en la región, la Tabla 21 presenta una matriz de análisis que abarca toda la región Oriental de Paraguay, incluyendo plantaciones futuras de eucalipto que podrían desarrollarse en diversas áreas previamente identificadas, tanto productivas como no productivas. Para esta evaluación, se empleó un criterio de probabilidad de ocurrencia de efectos acumulativos en los aspectos evaluados.

La clasificación de esta evaluación se divide de la siguiente manera:

- **Interacción explícita (extremadamente positiva o negativa):** cuando el impacto acumulativo de la actividad o emprendimiento tiene una influencia directa y claramente identificable en el entorno socioambiental, sea favorable o perjudicial.
- **Interacción inferida del emprendimiento (positiva o negativa):** cuando el impacto acumulativo no es completamente directo, pero se deduce que podría generar un efecto positivo o negativo en el entorno socioambiental en función de la naturaleza de la actividad.
- **Interacción casi inexistente o con eventos limitados para impactos acumulativos (limitada o muy baja):** cuando la actividad o el emprendimiento no muestra indicios significativos de causar impactos acumulativos relevantes en el entorno evaluado.
- **Actividad causante de impacto con efecto socioambiental, sin asociación verificada:** en casos donde no se encuentran evidencias de efectos acumulativos derivados de los impactos del emprendimiento o actividad analizada sobre el aspecto socioambiental en cuestión.

Es importante señalar que el análisis de los impactos acumulativos se podrá detallar aún más en las proyecciones a corto, mediano y largo plazo mencionadas, teniendo en cuenta las simulaciones de emprendimientos y actividades económicas o ambientales futuras en la región. La matriz de evaluación (Tabla 22) considera los componentes valiosos del ecosistema (CVEs) de este estudio, como suelos, recursos hídricos, biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Tabla 22. Impactos acumulativos del plantío de eucalipto sobre las diferentes áreas

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
Urbanas y Periurbanas	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua			Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos					Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Próximas a zonas de conservación hídrica	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Posibilidad de efecto alelopático	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Alteración en la diversidad florística	Fragmentación de hábitats animales	Mantenimiento de la diversidad genética	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Variación en la profundidad de los acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales						
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
Protegidas y de Interés Ecológico	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Posibilidad de efecto alelopático	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Alteración en la diversidad florística	Fragmentación de hábitats animales	Mantenimiento de la diversidad genética	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Variación en la profundidad de los acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales						
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
Degradadas (sin vegetación natural)	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Posibilidad de efecto alelopático	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la inámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Alteración en la diversidad florística	Fragmentación de hábitats animales	Mantenimiento de la diversidad genética	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades	Mantenimiento y gestión de actividades agropecuarias	Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Variación en la profundidad de los acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales		Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles				
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
Reforestación o	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua	Mantenimiento de las propiedades de	Posibilidad de efecto alelopático	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y	Variación en la dinámica social

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
Recuperación Ambiental			y disponibilidad hídrica	los cuerpos de agua						beneficios culturales	
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Alteración en la diversidad florística	Fragmentación de hábitats animales	Mantenimiento de la diversidad genética			Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Variación en la profundidad de los acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales		Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles				
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
Recarga de Acuíferos	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Posibilidad de efecto alelopático	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Alteración en la diversidad florística	Fragmentación de hábitats animales					
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua	Variación en la profundidad de los acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales						
			Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
Ganadería y producción animal	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de Erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua			Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de Acuíferos						Mantenimiento y gestión de		Alteración en el desarrollo económico

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
									actividades agropecuarias		
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Interés para actividades educativas e investigaciones científicas	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua			Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos				Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades	Mantenimiento y gestión de actividades agropecuarias		
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Integración Agricultura-Ganadería-Silvicultura (ILPF)	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Alteración en la diversidad florística	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos				Mantenimiento de la diversidad genética	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades	Mantenimiento y gestión de actividades agropecuarias	Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de	Alteración en el régimen de flujo				Alteración en la producción de				

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
		la nutrición y fertilidad	de los cuerpos de agua				fibras, biomasa y biocombustibles				
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Importancia Cultural o Patrimonial	Modificaciones visuales y estructurales		Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Alteración en la diversidad florística	Alteración en la diversidad faunística	Mantenimiento de la diversidad genética	Regulación del clima y microclima		Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	
			Alteración en la recarga de acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales	Fragmentación de hábitats animales				Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	
			Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
Bosques Nativos	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Posibilidad de efecto alelopático	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Alteración en la diversidad florística	Fragmentación de hábitats animales	Mantenimiento de la diversidad genética	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades	Mantenimiento y gestión de actividades agropecuarias	Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Variación en la profundidad de los acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales		Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles				
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
Comunidades Indígenas	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Alteración en la diversidad florística	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales	Fragmentación de hábitats animales	Mantenimiento de la diversidad genética	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Acuicultura y Pesca	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Alteración en la diversidad florística	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales	Fragmentación de hábitats animales	Mantenimiento de la diversidad genética	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua	Variación en la profundidad de los acuíferos								
			Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
Agricultura Familiar y/o	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua	Mantenimiento de las propiedades de	Posibilidad de efecto alelopático	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y	Variación en la dinámica social

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
Pequeños Productores			y disponibilidad hídrica	los cuerpos de agua						beneficios culturales	
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Alteración en la diversidad florística	Fragmentación de hábitats animales	Mantenimiento de la diversidad genética	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades	Mantenimiento y gestión de actividades agropecuarias	Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua		Fragmentación de hábitats vegetales		Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles				
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Cultivos Agrícolas (soja, maíz, etc.)	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Posibilidad de efecto alelopático		Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos				Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Vulnerabilidad a Cambios Climáticos		Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Posibilidad de efecto alelopático	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Alteración en la diversidad florística	Fragmentación de hábitats animales	Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua		Fragmentación de hábitats vegetales						
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Suelos Marginales o Arenosos		Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Posibilidad de efecto alelopático	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Alteración en la diversidad florística		Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Suelos Contaminados	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua			Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos				Alteración en la producción de	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos,	Alteración en el desarrollo económico

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
							fibras, biomasa y biocombustibles			sociales y económicos	
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Explotación Minera	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Alteración en la diversidad florística	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos				Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades			Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Variación en la profundidad de los acuíferos								
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								
Generación de Energía Renovable	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Alteración en la diversidad florística	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos				Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de	Alteración en el régimen de flujo								

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
		la nutrición y fertilidad	de los cuerpos de agua								
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Conflicto de Uso de la Tierra	Modificaciones visuales y estructurales	Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua	Alteración en la diversidad florística	Alteración en la diversidad faunística	Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos		Fragmentación de hábitats vegetales	Fragmentación de hábitats animales	Mantenimiento de la diversidad genética	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades		Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	alteración en el Desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua				Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles				
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									
Plantaciones Forestales de Eucalipto (Expansión)		Variación en el control de erosión	Variación en el consumo de agua y disponibilidad hídrica	Mantenimiento de las propiedades de los cuerpos de agua			Variación en el uso de recursos naturales	Regulación del clima y microclima	Alteración en el ciclo de nutrientes	Variación en la percepción de la comunidad y beneficios culturales	Variación en la dinámica social
		Alteración en la estructura y densidad	Alteración en la recarga de acuíferos				Alteración en la producción de fibras, biomasa y biocombustibles	Mantenimiento y gestión de plagas y enfermedades	Mantenimiento y gestión de actividades agropecuarias	Mantenimiento de valores ecológicos, sociales y económicos	Alteración en el desarrollo económico
		Variación en la conservación de la nutrición y fertilidad	Alteración en el régimen de flujo de los cuerpos de agua								

ÁREAS	SUELO		RECURSOS HÍDRICOS		BIODIVERSIDAD		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS				SOCIAL Y ECONÓMICO
	Paisaje	Calidad	Disponibilidad	Calidad	Flora	Fauna	Provisión	Regulación	Soporte	Culturales	
		Alteración en la porosidad y capacidad de absorción de agua									

Fuente: Elaborado por STCP (2024).

LEYENDA: **Interacción** Extremamente Positiva Extremamente Negativa Positiva Negativa Limitada o muy baja

Se utilizó como criterio la probabilidad de ocurrencia de efecto acumulativo en el aspecto relativo analizado. La clasificación de esta evaluación se puede dividir de la siguiente manera:

- **Interacción explícita (extremadamente positiva o negativa):** cuando el impacto acumulativo de la actividad o emprendimiento tiene una influencia directa y claramente identificable en el entorno socioambiental, sea favorable o perjudicial.
- **Interacción inferida del emprendimiento (positiva o negativa):** cuando el impacto acumulativo no es completamente directo, pero se deduce que podría generar un efecto positivo o negativo en el entorno socioambiental en función de la naturaleza de la actividad.
- **Interacción casi inexistente o con eventos limitados para impactos acumulativos (limitada o muy baja):** cuando la actividad o el emprendimiento no muestra indicios significativos de causar impactos acumulativos relevantes en el entorno evaluado.
- **Actividad causante de impacto con efecto socioambiental, sin asociación verificada:** en casos donde no se encuentran evidencias de efectos acumulativos derivados de los impactos del emprendimiento o actividad analizada sobre el aspecto socioambiental en cuestión.

El detalle de los impactos acumulativos resultantes de la interacción sinérgica entre las plantaciones de eucalipto y otras actividades económicas o ambientales de la región, en sus diferentes áreas de potencial implementación, se pueden ver en el **ANEXO II.**

6.8 FRAGILIDAD AMBIENTAL

La fragilidad ambiental se refiere a la susceptibilidad de un ecosistema a sufrir daños debido a intervenciones externas, como cambios en el uso del suelo, prácticas agrícolas, actividades industriales y desastres naturales. La expansión de las plantaciones de eucalipto en la región Oriental de Paraguay trae consigo una serie de desafíos ambientales y sociales que deben ser gestionados para garantizar la sostenibilidad a largo plazo. Es necesario evaluar cómo la introducción y expansión de estas plantaciones pueden afectar la biodiversidad y los recursos hídricos, considerando la delicada interacción entre los diferentes componentes ambientales.

6.8.1 Sobre la Biodiversidad

Comprender las afinidades biogeográficas de las ecorregiones que cubren la región Oriental de Paraguay es esencial para definir el alcance y la magnitud de los impactos de las actividades humanas sobre la biodiversidad. Esto se debe a las diferencias en los requisitos ecológicos de las especies que componen cada ecorregión, con especial énfasis en las especies endémicas y en peligro de extinción. Por ejemplo, las especies estrictamente forestales dependen de la estructura de la cobertura arbórea para proporcionar refugio contra variaciones climáticas severas y sequía, ya que el interior del entorno forestal tiende a tener mayor estabilidad en temperatura y humedad del aire.

Las especies de hábitos arbóreos tienden a desaparecer en caso de pérdida de la estructura forestal. Muchas especies asociadas al Cerrado dependen de la mayor tasa de insolación del suelo, soportando mejor las variaciones diarias de temperatura y mayor estrés hídrico. El Chaco Húmedo posee una mayor riqueza de especies de hábitos acuáticos y semiacuáticos, que dependen en gran medida de los pulsos hidrológicos para la dinámica de sus poblaciones.

El Bosque Atlántico se caracteriza por árboles de gran porte asociados a bambusales y pteridófitas arborescentes, presentando numerosos endemismos, algunos de los cuales tienen gran afinidad con la Mata Atlántica del este de Brasil. El Cerrado y el Chaco Húmedo tienen afinidades con la región central de América del Sur, siendo ambas ecorregiones partes del corredor de áreas abiertas que se extienden desde el noreste de Brasil hasta Argentina, presentando endemismos asociados a ambientes abiertos.

La introducción de plantaciones de eucalipto puede tener impactos significativos sobre la biodiversidad, ya que altera los hábitats naturales y modifica la estructura ecológica de las áreas afectadas. Las plantaciones de eucalipto, si reemplazan la vegetación nativa-, pueden llevar a la pérdida de hábitats esenciales para muchas especies endémicas y amenazadas. La conversión de bosques y áreas de cerrado en monocultivos de eucalipto reduce la diversidad de plantas y animales, afectando especialmente a las especies que dependen de una vegetación específica para su supervivencia.

El eucalipto, siendo una especie exótica de rápido crecimiento, puede competir con las especies nativas por recursos como agua, nutrientes y luz solar. Esto puede resultar en la disminución de las

poblaciones de plantas y animales nativos, alterando las dinámicas ecológicas y los ciclos biogeoquímicos.

La fauna puede verse directamente impactada por el cambio de hábitat y la disponibilidad reducida de recursos. Las especies que dependen de árboles nativos para alimentación y nidificación son particularmente vulnerables, y el desplazamiento de estas especies puede llevar a desequilibrios ecológicos.

Por otro lado, las plantaciones de eucalipto también pueden traer beneficios a la biodiversidad cuando se manejan de forma sostenible. En áreas degradadas, la siembra de eucalipto puede contribuir a la recuperación del suelo y la restauración de la cobertura vegetal. Estas plantaciones pueden servir como zonas de amortiguación alrededor de áreas protegidas, reduciendo la presión sobre los bosques nativos remanentes. Además, las plantaciones bien manejadas pueden proporcionar hábitats temporales para algunas especies de fauna y flora. La presencia de eucaliptos puede ayudar a estabilizar el suelo y reducir la erosión, creando un ambiente más favorable para la regeneración natural de la vegetación nativa en las áreas adyacentes.

Aunque las plantaciones de eucalipto ofrecen varias ventajas económicas, es necesario equilibrar estos beneficios con la necesidad de conservar la biodiversidad. La implementación de prácticas de manejo sostenible y la adhesión a estándares de certificación, como los establecidos por el FSC, son pasos esenciales para garantizar que el desarrollo forestal en Paraguay sea sostenible y beneficioso tanto para la economía como para el medio ambiente.

- **Del Bosque Atlántico**

La estabilidad del Bosque Atlántico depende en gran medida de la alta diversidad de organismos asociados, dada la interacción entre elementos que ocurren desde el suelo hasta el dosel del bosque (Chiarello, 1999). El entorno forestal funciona como un elemento estabilizador de los recursos hídricos que abarcan los ambientes terrestres. Los bosques ribereños, por ejemplo, sostienen el suelo marginal a los ríos y funcionan como filtros para elementos contaminantes. Estas condiciones mantienen la calidad del agua local, que, a su vez, es esencial para la propia biodiversidad.

Pequeños cambios específicos tienden a ser tolerados en los grandes entornos forestales tropicales y subtropicales. La pérdida de unos pocos elementos de la biodiversidad no genera cambios en los parámetros generales de los ecosistemas. Sin embargo, la tala de vegetación, especialmente cuando ocurre a gran escala, puede llevar a un proceso de extinción masiva de especies, así como a la pérdida de muchos servicios ecosistémicos, como la protección de los recursos hídricos y la estabilidad climática (Borma, 2023).

Entre las especies esencialmente forestales, pocas están adaptadas para sobrevivir en ambientes artificialmente abiertos (como pastizales o zonas agrícolas). En esos casos, tales áreas comienzan a ser ocupadas por especies con mayor valencia ecológica (es decir, especies que soportan mayores variaciones ambientales, incluidas las condiciones modificadas impuestas por el hombre), provocando así un proceso de sustitución de comunidades bióticas locales por otras adaptadas a condiciones artificialmente establecidas.

En el caso de las plantaciones de eucalipto, se espera, dependiendo de la condición arbórea del ambiente, que puedan mantener gran parte de la biodiversidad asociada a los sistemas forestales naturales. Sin embargo, en esos casos, no es posible conservar la totalidad del contingente biótico original, considerando lo siguiente:

- Si el establecimiento de plantaciones de eucalipto requiere la supresión de la vegetación natural existente, ya ocurre una pérdida de vegetación autóctona por la tala y dispersión inducida de la fauna asociada, pero las áreas con bosques nativos, que están protegidos por la Ley Nº 6676/20, que prohíbe las actividades de transformación y conversión de áreas con cobertura boscosa en la región Oriental.

- Si las plantaciones de eucalipto, incluso con los árboles ya establecidos, provocan cambios en la estructura del bosque, con pérdida de recursos desde el nivel del suelo hasta el dosel.

- Si hay cambios en los patrones fisicoquímicos de las capas del suelo, provocando la pérdida de especies más sensibles que funcionan como base de las cadenas alimentarias, especialmente los invertebrados.

- Y si, en las plantaciones de eucalipto, la propia estructura de los árboles y su rápido ciclo de manejo impiden la formación de refugios o la provisión de recursos alimentarios para la fauna arbórea.

Un aspecto mitigante de las plantaciones de eucalipto en el Bosque Atlántico se refiere a la posibilidad de su uso como áreas de paso de grandes vertebrados al desplazarse entre los remanentes de ecosistemas forestales (Felfili, 2003). Especies de mamíferos carnívoros, venados, jabalíes e incluso primates, así como aves como halcones, guacamayos y loros, pueden utilizar las plantaciones como puentes entre fragmentos de vegetación nativa. Esta condición es difícil en zonas agrícolas de la región del Bosque Atlántico, ya que raramente se encuentran fragmentos forestales. En ese sentido, las plantaciones forestales funcionarán como corredores ecológicos. Esta condición solo se observará si las áreas ocupadas por plantaciones están intercaladas con remanentes de vegetación nativa y no cubren grandes extensiones territoriales.

Para nuevos emprendimientos de plantaciones forestales de eucalipto, la elección de los sitios de plantación debe priorizar áreas alteradas por actividades antrópicas, como la agropecuaria, para que puedan funcionar como corredores ecológicos en algunas ocasiones y para que no haya más pérdidas de biodiversidad en la región, pérdidas éstas debidas a otras actividades y factores externos.

- **Del Cerrado**

Siendo un sistema forestal artificial, las plantaciones de eucalipto generan impactos muy diferentes sobre la biodiversidad del Cerrado en relación con los descritos para el Bosque Atlántico.

Durante los primeros períodos de desarrollo de las plantaciones, cuando el eucalipto no alcanza más de 4 a 5 metros de altura, es probable que se puedan encontrar, entre los árboles, muchas de las mismas especies que se encuentran entre las plantaciones de granos. Sin embargo, a diferencia de los sistemas agrícolas, habrá poca oferta de recursos alimentarios para esas especies (como los propios cereales o las especies que se alimentan de ellos y que forman la base de las cadenas alimentarias, como los insectos y los roedores). De esa manera, en medio del Cerrado, las plantaciones de eucalipto tenderán a reducir aún más la biodiversidad regional. Cuando alcanzan mayores alturas, los bosques de eucalipto pueden proporcionar refugio temporal para algunas especies de mamíferos más grandes,

dada la similitud de la cobertura vegetal con los sistemas forestales estacionales (Ronquim, 2021). Sin embargo, en esos casos no se espera la formación de poblaciones de esas especies, dada la ausencia de recursos alimentarios.

Para la fauna menor y más especializada en ambientes del Cerrado, la formación de plantaciones de eucalipto tenderá a formar barreras a su dispersión, tanto por cambios en las condiciones del suelo como por una reducción en la tasa de luz solar. Para esas especies, en particular, cuanto mayor sea el área ocupada por plantaciones, menor será la disponibilidad de hábitat o el mantenimiento de conexiones entre las poblaciones que permanecen aisladas en los remanentes del Cerrado. Esta condición requiere que las plantaciones se establezcan en mosaicos a lo largo del paisaje, permitiendo así la formación de microcorredores ecológicos que garanticen conexiones genéticas entre poblaciones (Felfili, 2003).

Sin embargo, la regeneración del sotobosque puede garantizar que bajo las plantaciones se mantenga una gran riqueza de especies de ciclo corto, manteniendo así al menos parte de la biodiversidad regional (Ronquim, 2021).

Para la implementación de plantaciones en el Cerrado, lo más indicado es realizar la organización territorial en pequeños mosaicos de plantaciones de eucalipto, para que no haya formación de barreras biológicas ni grandes densidades de posibles focos de incendios forestales.

- **Del Chaco Húmedo**

A diferencia del entorno forestal denso del Bosque Atlántico y de aquel más seco del Cerrado, la fauna del Chaco Húmedo depende totalmente de los pulsos hidrológicos que ocurren en la cuenca del río Paraguay.

Así como en el Cerrado, las formaciones forestales del Chaco Húmedo funcionan como refugio para la fauna durante períodos de estrés climático. Este estrés, en el Cerrado, se presenta en periodos secos, mientras que, en el Chaco Húmedo, son consecuencia de inundaciones. Hay, por lo tanto, una posible alternancia en la ocupación de los entornos forestales por parte de la fauna a lo largo de la estacionalidad de la región Oriental de Paraguay, siendo que, Una misma especie que habita tanto en el Cerrado como en el Chaco Húmedo puede desarrollar adaptaciones distintas para enfrentar las condiciones climáticas de cada región. En el Cerrado, las especies deben adaptarse a la sequía, mientras que, en el Chaco Húmedo, las adaptaciones son necesarias para enfrentar las inundaciones.

Las principales fragilidades de la biodiversidad asociada al Chaco Húmedo, entonces, pueden definirse como asociadas a dos condiciones básicas: una a los pulsos hidrológicos que, en caso de ser alterados, podrían causar impactos significativos en toda la cadena trófica (Contreras, 2007), y otra asociada a los remanentes forestales de las áreas elevadas que están libres de inundaciones durante los períodos de crecidas, en la medida en que esos remanentes constituyen los principales refugios de la fauna en esos períodos, así como son poseedores de la mayor diversidad vegetal de la región (Acevedo et al., 1990; Bartrina, 2007).

En el caso de establecimiento de plantaciones de eucaliptos en el Chaco Húmedo, es razonable suponer que las mismas se establecerán en áreas más elevadas y libres de inundaciones periódicas, teniendo en cuenta las exigencias ecológicas de la especie. En ese sentido, los impactos podrán ser

intensos sobre la biodiversidad cuando esas plantaciones afecten a los remanentes forestales existentes en esas áreas. A su vez, también podrían considerase drenajes para el secado del suelo en áreas más bajas. En estos casos, existe el riesgo de que las plantaciones afecten áreas relevantes para la reproducción de peces.

La elección de los lugares de plantación deberá priorizar áreas alteradas, preferentemente en regiones más altas, formando mosaicos con los sistemas forestales remanentes, garantizando así la heterogeneidad espacial.

6.8.2 Sobre los Recursos Hídricos

Los recursos hídricos en la región Oriental de Paraguay son esenciales tanto para el medio ambiente como para las actividades humanas. Ríos, lagos y acuíferos proporcionan agua para consumo, agricultura, industria y preservación de la biodiversidad. Las plantaciones de eucalipto pueden impactar estos recursos de diversas maneras.

Las plantaciones de eucalipto tienen su demanda de agua, lo que puede reducir la disponibilidad hídrica en áreas donde las plantaciones son extensas. El cambio en la cobertura vegetal altera la regulación del ciclo hidrológico local. El eucalipto, con su sistema radicular profundo, puede modificar los patrones de infiltración y escorrentía, alterando los regímenes de flujo de los ríos y la dinámica de los acuíferos. La alta tasa de evapotranspiración de estos árboles puede disminuir el flujo de agua superficial y subterránea, lo que podría afectar la disponibilidad hídrica para otros usos, incluido el suministro de agua para las comunidades locales y el mantenimiento de ecosistemas acuáticos saludables.

Las actividades asociadas a las plantaciones de eucalipto, como el uso de fertilizantes y pesticidas, pueden llevar a la contaminación de los recursos hídricos. Los productos químicos utilizados pueden escurrir hacia ríos y lagos, causando eutrofización y daños a los ecosistemas acuáticos. La remoción de la vegetación nativa para la plantación de eucalipto puede aumentar la erosión del suelo, resultando en mayor sedimentación en los cuerpos de agua. Esto puede reducir la calidad del agua, afectando tanto a los ecosistemas acuáticos como a las comunidades humanas que dependen de esa agua para sus necesidades diarias.

La integración de las plantaciones de eucalipto en el suministro de leña es una estrategia importante para reducir la presión sobre los bosques nativos y garantizar la disponibilidad de leña de manera sostenible. La mayoría de la leña utilizada en Paraguay proviene de bosques nativos, lo que contribuye a la degradación de esas áreas. Promover el uso de leña proveniente de plantaciones de eucalipto puede ayudar a conservar los bosques nativos y proporcionar una fuente de energía renovable para las comunidades locales.

La gestión sostenible de los recursos hídricos es esencial para equilibrar los beneficios económicos de las plantaciones de eucalipto con la necesidad de proteger los ecosistemas acuáticos y garantizar la disponibilidad de agua para otros usos. La adopción de prácticas de manejo sostenible, como la implementación de franjas de protección ribereña, el uso eficiente del agua y la restauración de cuencas hidrográficas, puede ayudar a mitigar los impactos negativos y promover la sostenibilidad a largo plazo.

7 PROYECCIONES

El análisis de las proyecciones contempla la situación ambiental de la región Oriental del Paraguay, considerando el estado de los recursos hídricos y la biodiversidad en función de la cobertura y el uso del suelo, moldeados por acciones humanas y eventos naturales durante los últimos 30 años, con un enfoque particular en los cambios ocurridos desde los años 90.

Para una mejor comprensión de la proyección del posible crecimiento del sector forestal con plantaciones de eucalipto en la región Oriental del Paraguay, se realizó una clasificación basada en los datos disponibles, recolectados y analizados, junto con la evaluación de los impactos acumulativos en cada una de esas áreas para el desarrollo del estudio.

Para evaluar las proyecciones de nuevas plantaciones de eucalipto, se consideraron los impactos acumulativos, utilizando datos georreferenciados de MapBiomas Paraguay (2023). Estos datos, empleados a lo largo de todo el estudio, fueron clave para identificar las áreas potenciales de intervención. El enfoque de este análisis se centró en la sostenibilidad a largo plazo, teniendo en cuenta el estado de los recursos hídricos y la biodiversidad, en función de la cobertura del suelo y su uso actual.

Las proyecciones realizadas a corto y mediano plazo, que abarcan los próximos 10 años, consideran los impactos derivados de la implementación y operación de las plantaciones de eucalipto, junto con el desarrollo socioeconómico previsto en la región. Para el largo plazo, se proyectó un período de 50 años para comprender los posibles efectos de las plantaciones de eucalipto en conjunto con el desarrollo económico regional sobre los recursos hídricos y la biodiversidad, así como los servicios ecosistémicos en toda la región Oriental del Paraguay.

Se destaca que, en la región Oriental del Paraguay, existe un potencial total de 8,66 millones de hectáreas para las plantaciones de eucalipto (véase Figura 20). Sin embargo, según el análisis de los impactos acumulativos realizado, se ha establecido un orden de priorización para las nuevas inversiones en plantaciones de eucalipto. La clasificación presentada en el mapa de este estudio integra el análisis de los impactos acumulativos con un enfoque estratégico, priorizando futuras inversiones en función de criterios de sostenibilidad ambiental, los beneficios socioeconómicos y los posibles impactos negativos en la biodiversidad y otros aspectos ambientales. Este enfoque clasifica las áreas en:

Áreas con Impactos Acumulativos (IA) bajo/moderado: 2,44 millones de hectáreas

Son áreas donde las plantaciones de eucalipto pueden generar más impactos acumulativos positivos. Las áreas con IA BAJO/MODERADO incluyen: áreas degradadas, áreas con actividades de ganadería y áreas alteradas por otras actividades humanas.

Áreas con Impactos Acumulativos (IA) significativos: 3,26 millones de hectáreas

Son áreas donde las plantaciones de eucalipto lograrían establecer un equilibrio entre impactos acumulativos positivos y negativos. Para eso, las plantaciones tendrán que invertir en gestión ambiental y social para ser viables. Las áreas con IA SIGNIFICATIVOS incluyen: áreas con actividades agrícolas y áreas alteradas por otras actividades humanas.

Áreas con Impactos Acumulativos (IA) alto: 2,96 millones de hectáreas

Son áreas donde el cultivo es viable, pero que requieren un monitoreo y seguimiento más riguroso debido a los posibles impactos acumulativos negativos derivados de la implantación de plantaciones de eucalipto. Estos impactos pueden incluir efectos sobre los ecosistemas naturales presentes y riesgos de aislamiento para comunidades indígenas y campesinas, especialmente aquellas que se encuentran cerca de áreas de expansión forestal o agropecuaria. Las áreas con IA ALTO incluyen principalmente zonas naturales que, aunque ya han sido alteradas por actividades humanas, podrían ser susceptibles de intervención si se gestionan adecuadamente para minimizar los impactos sociales y ambientales negativos.

Áreas protegidas, urbano y excluidas por ley: 7,24 millones de hectáreas

Son áreas establecidas en la legislación nacional que no pueden utilizarse para la expansión forestal de eucalipto, ya que están vedadas por ley para otro uso que sea el establecido propiamente. Las áreas protegidas, urbano y excluidas por ley incluyen: zonas urbanas, Áreas Silvestres Protegidas (ASP), recursos hídricos superficiales (ríos, lagos, manantiales, etc.) y áreas con bosques nativos, que están protegidos por la Ley Nº 6676/20, que prohíbe las actividades de transformación y conversión de áreas con cobertura boscosa en la región Oriental.

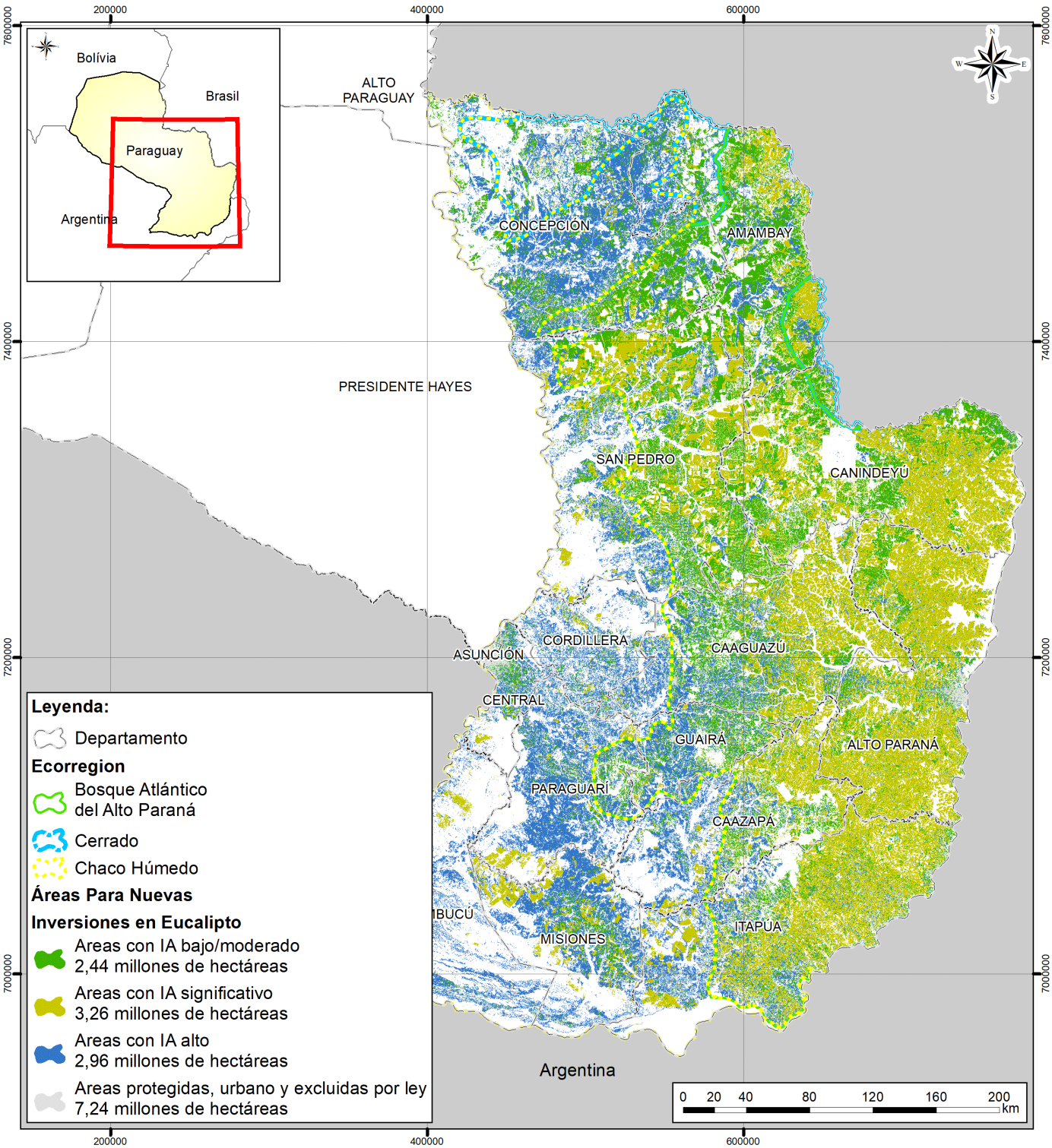
En las Figuras 21, 22 y 23 se presentan mapas con la clasificación resultante de este estudio, distribuyendo las áreas de manera preferencial para nuevas plantaciones de eucalipto en diferentes ecorregiones. Estos mapas ilustran las variaciones y oportunidades en cada una de esas áreas según el estudio.

La Figura 21 se centra en la Ecorregión del Bosque Atlántico, una zona de alta biodiversidad con desafíos específicos para el manejo forestal. Los resultados del estudio realizado revelan que, en esta ecorregión, existen 5,53 millones de hectáreas aprovechables para el establecimiento de nuevas plantaciones de Eucalipto.

La Figura 22 examina la Ecorregión del Cerrado, destacando las características únicas de esta sabana tropical y su idoneidad para el cultivo de eucalipto. Los resultados del estudio realizado revelan que, en esta ecorregión, existen 0,46 millones de hectáreas aprovechables para el establecimiento de nuevas plantaciones de Eucalipto.

Finalmente, la Figura 23 analiza la Ecorregión del Chaco Húmedo, que presenta diferentes condiciones de suelo y clima, siendo un área con diversos sitios de transición y áreas húmedas, lo que influye directamente en la expansión forestal en esta zona marginal. Los resultados del estudio realizado revelan que, en esta ecorregión, existen 2,67 millones de hectáreas aprovechables para el establecimiento de nuevas plantaciones de Eucalipto.

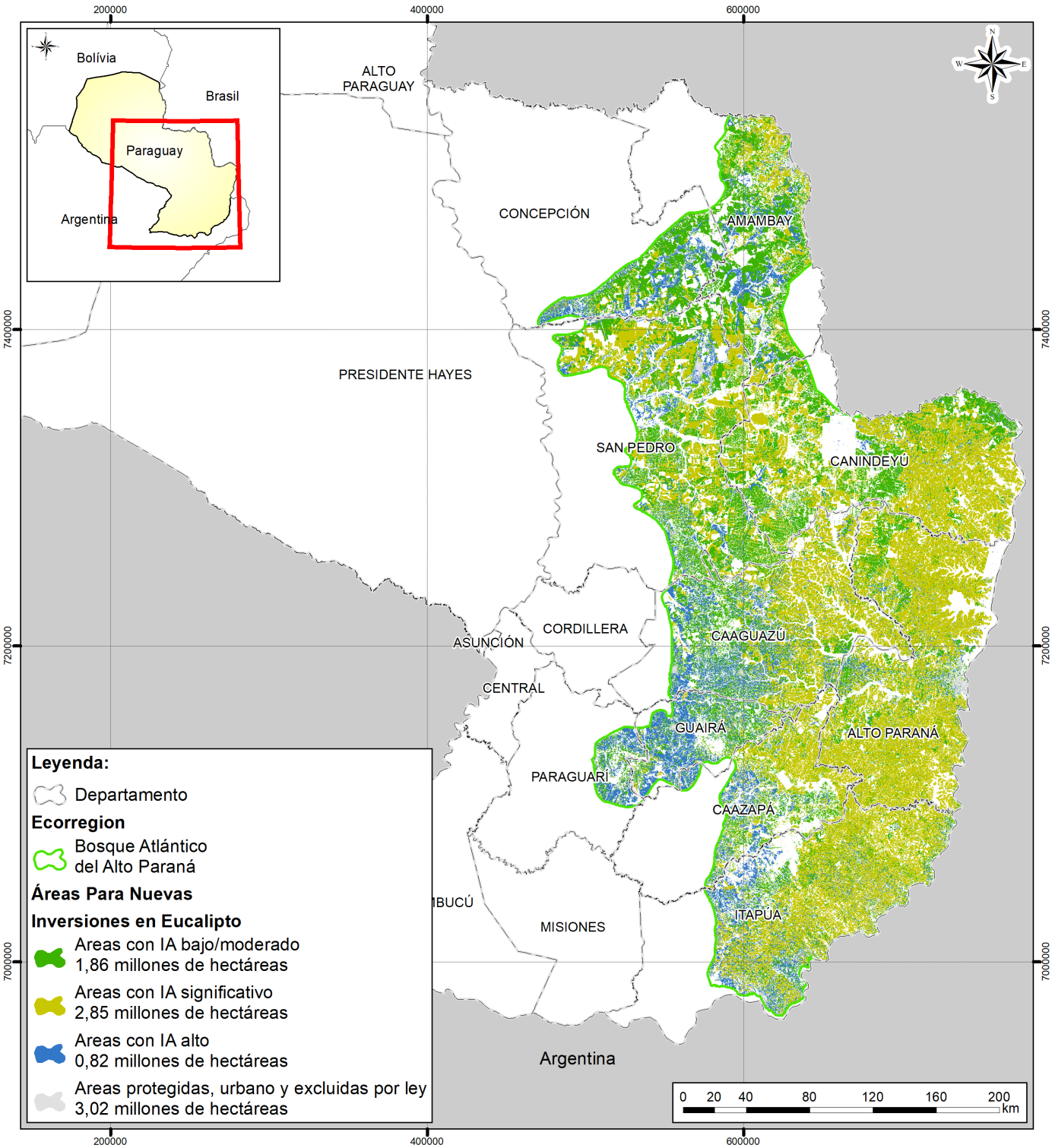
Figura 20. Áreas para nuevas Inversiones en Eucalipto en la región Oriental del Paraguay



*** Áreas protegidas, urbano y excluidas por ley: Son áreas establecidas en la legislación nacional que no pueden utilizarse para la expansión forestal de eucalipto, ya que están vedadas por ley para otro uso que sea el establecido propiamente.

Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023). Adaptado y elaborado por STCP (2024).

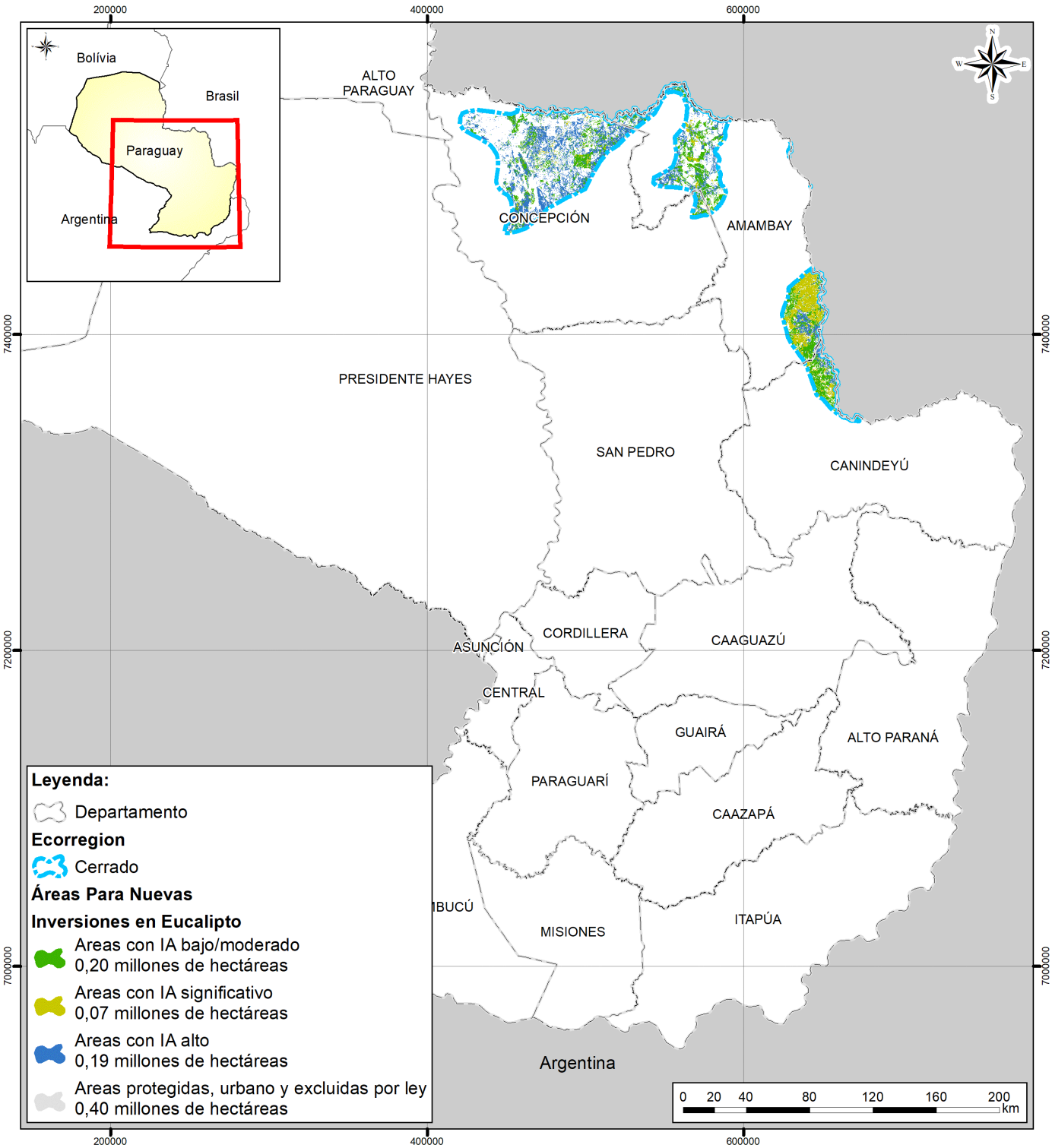
Figura 21. Áreas para nuevas inversiones en Eucalipto en la Ecorregión del Bosque Atlántico



*** Áreas protegidas, urbano y excluidas por ley: Son áreas establecidas en la legislación nacional que no pueden utilizarse para la expansión forestal de eucalipto, ya que están vedadas por ley para otro uso que sea el establecido propiamente.

Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

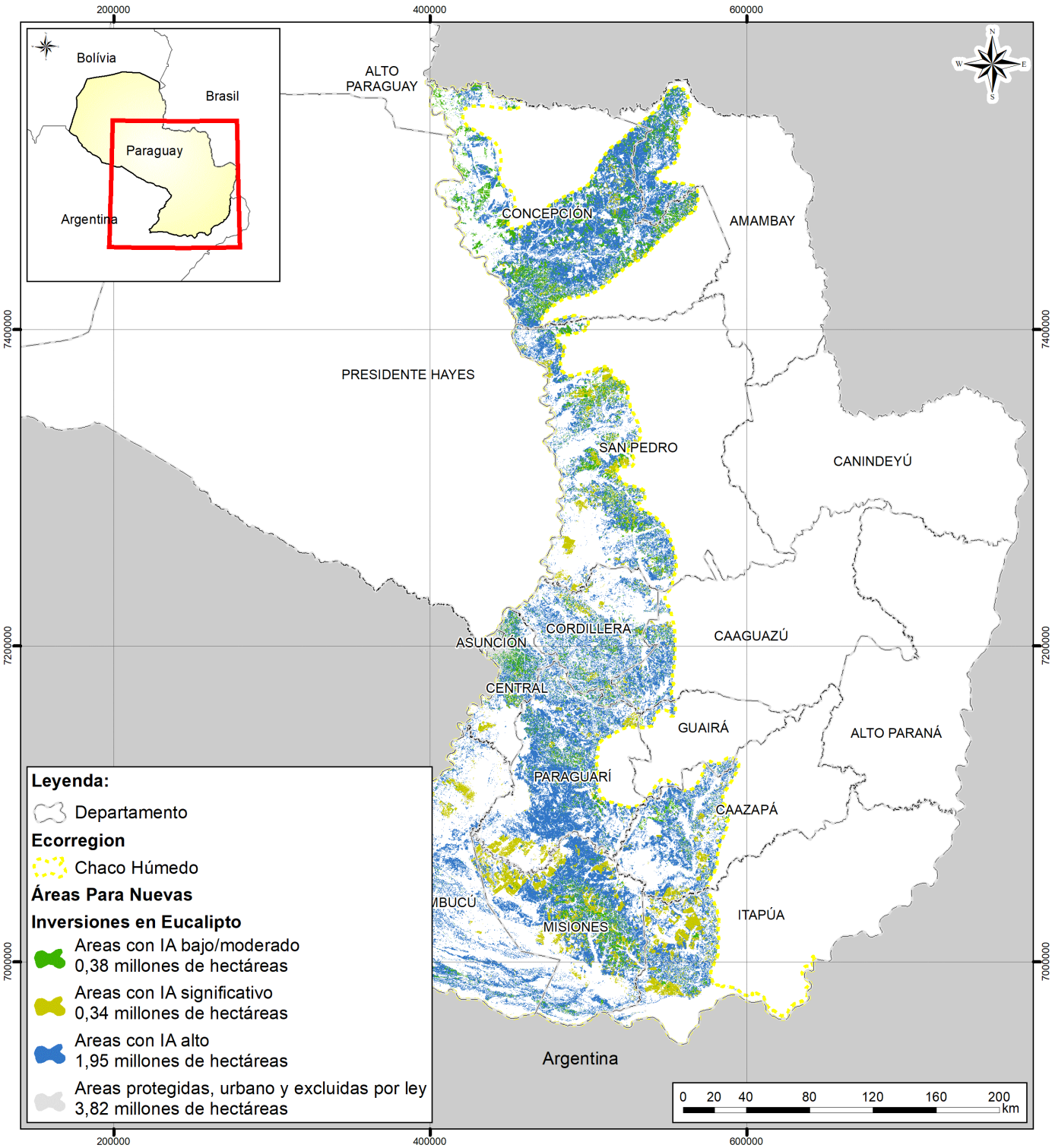
Figura 22. Áreas para nuevas inversiones en Eucalipto en la Ecorregión del Cerrado



*** Áreas protegidas, urbano y excluidas por ley: Son áreas establecidas en la legislación nacional que no pueden utilizarse para la expansión forestal de eucalipto, ya que están vedadas por ley para otro uso que sea el establecido propiamente.

Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Figura 23. Áreas para nuevas inversiones en Eucalipto en la Ecorregión del Chaco Húmedo



*** Áreas protegidas, urbano y excluidas por ley: Son áreas establecidas en la legislación nacional que no pueden utilizarse para la expansión forestal de eucalipto, ya que están vedadas por ley para otro uso que sea el establecido propiamente.

Fuente: Banco de Datos MapBiomas Paraguay (2023), adaptado y elaborado por STCP (2024).

Considerando la escala de trabajo del análisis, la cartografía de base y los resultados de los mapas de Áreas con Impactos Acumulativos, los resultados son fiables para ser utilizados a escalas regionales. Para su utilización en análisis a nivel de unidades de manejo agroforestales (fincas o parcelas), se recomienda sean trabajados a mayor detalle y complementados con bases de datos adicionales.

Con base en los análisis, entrevistas y medidas de mitigación discutidas para la región Oriental de Paraguay, se puede llegar a una conclusión fundamentada sobre las nuevas instalaciones de plantaciones de eucalipto, especialmente cuando estas se establecen en áreas degradadas, áreas con actividades agrícolas y de ganadería, o áreas alteradas por otras actividades humanas. Es importante considerar los posibles impactos acumulativos a lo largo del tiempo, lo que exige un enfoque cuidadoso y una gestión adecuada para minimizar cualquier efecto negativo que pueda surgir y maximizar los beneficios en los aspectos sociales, económicos y ambientales.

Las nuevas plantaciones de eucalipto en la región presentan un potencial significativo para ofrecer beneficios ambientales y socioeconómicos, especialmente cuando son planificadas y gestionadas de forma estratégica. Al priorizar áreas degradadas para la plantación, estas pueden contribuir a la recuperación de suelos, la restauración de paisajes y la revitalización de recursos hídricos que han sido comprometidos por actividades anteriores, como la agricultura intensiva o el pastoreo descontrolado.

En áreas con actividades agropecuarias, el cultivo de eucalipto puede promover la integración de sistemas agroforestales, donde este cultivo se combina con la producción agrícola y ganadera. Este modelo de uso del suelo puede aumentar la productividad de las áreas rurales, mejorar la calidad del suelo, proporcionar sombra y abrigo para los animales, además de diversificar las fuentes de ingresos para los productores. La presencia del eucalipto también favorece la conservación del suelo y la gestión hídrica, reduciendo la erosión y aumentando la infiltración de agua, beneficiando tanto a las plantaciones como a las actividades ganaderas. De esta manera, las plantaciones de eucalipto en áreas agropecuarias no solo contribuyen a la sostenibilidad económica y ambiental de las propiedades rurales, sino que también promueven un uso más eficiente y resiliente de los recursos naturales.

En cuanto al aspecto ambiental, la expansión de las plantaciones de eucalipto en las áreas previamente identificadas a lo largo del estudio, como las regiones del Bosque Atlántico, Cerrado y Chaco Húmedo, donde se ha determinado que son apropiadas para la reforestación debido a sus características ecológicas, puede revertir procesos de erosión, mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la cobertura vegetal, promoviendo la restauración ecológica. Con la adopción de prácticas de manejo sostenible, estas plantaciones también pueden regular el ciclo hidrológico local, reduciendo la erosión y mejorando la infiltración de agua, lo que beneficia la recarga de acuíferos y la conservación de la calidad del agua. Además, la ampliación de la cobertura forestal proporcionada por el eucalipto es fundamental para la captura de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y al cumplimiento de los compromisos ambientales tanto nacionales como globales.

En el ámbito socioeconómico, las nuevas plantaciones de eucalipto crearán oportunidades de empleo, tanto directas como indirectas, especialmente en regiones rurales donde las opciones económicas son limitadas, promoviendo el desarrollo económico local y mejorando la calidad de vida de las comunidades.

El crecimiento del sector forestal puede atraer inversiones en infraestructura, como carreteras, sistemas de energía y servicios básicos, beneficiando no solo al sector, sino también a las poblaciones

locales. La diversificación de las actividades económicas mediante la silvicultura puede fortalecer la resiliencia de las comunidades rurales, proporcionando una fuente de ingresos estable y sostenible, menos vulnerable a las fluctuaciones del mercado en comparación con otras actividades agrícolas.

Tomando en consideración los datos secundarios disponibles, se verificó que la tasa anual de crecimiento de las plantaciones forestales de eucalipto en la región, desde los años 90, fue de aproximadamente 13%. Sin embargo, esta tasa no puede utilizarse como único parámetro para proyecciones futuras.

La expansión de los bosques plantados de eucalipto puede verse impulsada por grandes proyectos, como el de Paracel, que pretende expandir sus plantaciones de aproximadamente 45 mil a 180 mil hectáreas para su futura fábrica de papel y celulosa, y el de Silvipar, que busca ampliar sus plantaciones de 25 mil a 60 mil hectáreas. Además, en las reuniones de la Mesa Forestal (REDIEX - Ministerio de Industria y Comercio), se discutió un pronóstico de necesidades futuras de plantaciones que alcanza 1.200.000 hectáreas, aunque este escenario no indica un plazo definido, lo que puede ser útil para futuras evaluaciones y planificaciones del sector forestal.

Considerando que el área actual de bosques plantados es de aproximadamente 202 mil hectáreas (INFONA, 2023), las proyecciones, basadas principalmente en datos secundarios, como revisiones bibliográficas, investigaciones e infografías realizadas para el desarrollo de este estudio, indican que, en los próximos diez años, el área total plantada de eucalipto podría superar las 350 mil hectáreas. Asimismo, cabe destacar que esta proyección podría verse influenciada e impulsada por los grandes proyectos mencionados previamente, que deberían completarse en los próximos 5-10 años.

Sin embargo, el sector forestal enfrenta desafíos y limitaciones que pueden restringir esta expansión, como, por ejemplo, la disponibilidad limitada de tierras, en gran parte ya ocupadas por actividades agrícolas que actualmente son económicamente más rentables. De esta manera, se estima que la capacidad actual de la región Oriental del Paraguay permita una expansión de alrededor de 20 mil hectáreas de bosques de eucalipto por año. Si, en los próximos diez años, las nuevas plantaciones de eucalipto son gestionadas con responsabilidad y visión estratégica, la región podrá experimentar un desarrollo sostenible que equilibre la expansión económica con la preservación ambiental. La integración de estas plantaciones con políticas públicas, certificaciones ambientales y prácticas innovadoras de manejo garantizará que los beneficios superen los impactos, creando un modelo de desarrollo replicable en otras áreas con desafíos ambientales y socioeconómicos similares.

Para maximizar los beneficios y minimizar los impactos negativos, es esencial implementar prácticas de manejo sostenible y un monitoreo continuo de los impactos ambientales y sociales, incluyendo la gestión de los recursos hídricos, la protección de la biodiversidad y la integración de las plantaciones con la planificación territorial. El éxito de estas nuevas plantaciones también dependerá del compromiso efectivo de las comunidades locales, para lograr que los beneficios se distribuyan de manera equitativa y que las preocupaciones sociales y ambientales sean abordadas adecuadamente.

En los próximos 50 años, la expansión y el desarrollo de las plantaciones de eucalipto en la región presentan una oportunidad significativa para promover el desarrollo sostenible, siempre que se implementen con un enfoque estratégico y responsable. Estas plantaciones pueden desempeñar un papel fundamental en la recuperación ambiental de la región, estabilizando suelos, mejorando la infiltración de agua y capturando carbono, contribuyendo a la restauración de ecosistemas

previamente comprometidos por prácticas agrícolas intensivas y otras actividades humanas. A largo plazo, la integración de estas plantaciones con prácticas de manejo sostenible y la creación de corredores ecológicos contribuirán a la preservación de la biodiversidad y al mantenimiento de los servicios ecosistémicos, asegurando que los impactos positivos superen los negativos, incluso en un escenario de expansión significativa.

A pesar de los beneficios potenciales, es necesario reconocer los desafíos que deben enfrentarse relacionados con el consumo de agua, la posible homogeneización del paisaje y el riesgo de impactos negativos en la biodiversidad. Para mitigar estos desafíos, será esencial implementar un monitoreo continuo, adaptar las prácticas de manejo y cumplir rigurosamente con las certificaciones ambientales. La coordinación con políticas públicas y el cumplimiento irrestricto de las regulaciones ambientales serán necesarios para asegurar que el desarrollo de las plantaciones de eucalipto contribuya a objetivos de sostenibilidad más amplios, sin comprometer los recursos naturales y el bienestar de las comunidades.

Además, las plantaciones de eucalipto tienen el potencial de contribuir significativamente a los esfuerzos globales de mitigación del cambio climático, principalmente a través de la captura de carbono y la producción de biocombustibles. El desarrollo de las plantaciones puede alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, especialmente en relación con la acción climática y la promoción de energía limpia y asequible. El papel de las plantaciones de eucalipto como parte de una estrategia más amplia de bioeconomía también debe destacarse, con la producción sostenible de madera, papel y otros productos forestales contribuyendo a una economía más circular y menos dependiente de recursos fósiles.

Es de esperar que, si las nuevas plantaciones se planifican y gestionan adecuadamente, la región podría verse sustancialmente beneficiada en los aspectos medioambientales, económicos y sociales a lo largo de los próximos 50 años. Sin embargo, estos beneficios solo se realizarán plenamente si se implementan prácticas sostenibles, si existe además un compromiso con la innovación tecnológica y las comunidades locales participan de manera activa e inclusiva. Este enfoque equilibrado garantizará que el crecimiento de las plantaciones de eucalipto sea no solo económicamente viable, sino también ambientalmente responsable y socialmente justo.

De cierta forma es posible verificar, a partir de las evaluaciones de este estudio, que la región Oriental de Paraguay, con condiciones climáticas favorables, alberga un potencial significativo en el sector de las plantaciones forestales.

8 ESCENARIOS Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

La previsión de escenarios en una región determinada requiere un conocimiento profundo de cómo se ejercerán las presiones sobre los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos. En el contexto específico de la región Oriental del Paraguay, donde se prevé ocurrirá la reiterada expansión de las plantaciones de eucalipto, el análisis de los escenarios debe tener en cuenta tanto las fuerzas exógenas, como la coyuntura económica del mercado de madera y celulosa, políticas y leyes ambientales, y posible cambio climático, así como las fuerzas endógenas, como las condiciones regionales de cobertura y uso del suelo, biodiversidad, recursos hídricos y la visión de la sociedad sobre estos emprendimientos.

A partir del análisis conjunto de todas estas condiciones, es posible prever algunos escenarios, además de evaluar el acúmulo de los impactos y riesgos a los cuales los CVEs pueden estar sujetos.

Las proyecciones a corto, mediano y largo plazo fueron definidas con base en análisis y entrevistas, que indican un escenario de crecimiento de las plantaciones de eucalipto con potencial significativo para ofrecer beneficios ambientales y socioeconómicos, siempre que se implementen prácticas de manejo sostenible.

8.1 ESCENARIO BASE

El escenario base abarca esencialmente el mantenimiento de las condiciones ambientales vigentes en la región, con un pequeño incremento de las plantaciones de eucalipto. Según Davis et al. (2024), en el año 2022, se estimaba que existían, en toda la región, 13.498 fincas con plantaciones forestales. Se prevé un crecimiento de la actividad, ya que estudios realizados por el Instituto Forestal Nacional del Paraguay (INFONA, 2023) definieron una viabilidad potencialmente alta a muy alta para la implementación de plantaciones forestales en todas las ecorregiones. Este estudio podría impulsar la actividad en un futuro próximo. Sin embargo, deben considerarse muchas limitaciones ambientales y sociales, especialmente en lo que respecta a la protección de los remanentes de vegetación nativa y los modos de vida de las comunidades tradicionales de la región, especialmente indígenas (Davis et al., 2024). En el escenario base, por lo tanto, se estima una condición modesta de crecimiento de las plantaciones forestales en la región Oriental del Paraguay, con una expansión entre 5% y 10% por año, que dependerá esencialmente de la fluctuación del mercado de madera y celulosa.

Otro aspecto inherente al escenario actual consiste en el desarrollo de acciones de conservación y monitoreo ambiental que están siendo llevadas a cabo por algunas empresas y fincas que contemplan plantaciones en sus propiedades (p. ej., SILVIPAR, POMERA, FELBER, FAP etc.). En esas propiedades, hay esfuerzos para mantener los remanentes de vegetación nativa y su biodiversidad asociada, así como para proteger manantiales y recursos hídricos, generalmente cumpliendo con directrices de instituciones certificadoras internacionales como el FSC. En el escenario actual, tales acciones aún parecen estar poco difundidas en el sector, así como en las actividades agrícolas y pastoriles, siendo imperativo definir estrategias para la conservación y el uso sostenible desde la concepción de los proyectos (Davis et al., 2024).

Se puede concluir que, en el escenario base, se debe lograr el mantenimiento de las condiciones ambientales vigentes en la región, con un crecimiento modesto de las plantaciones de eucalipto. Este

escenario contempla la ejecución de proyectos actuales y potenciales en el sector forestal, incluidos los nuevos emprendimientos de plantaciones de eucalipto, pero prevé una expansión limitada debido a las actuales condiciones del mercado y a las restricciones ambientales y sociales. En particular, se enfoca en la protección de los remanentes de vegetación nativa y en la preservación de los modos de vida de las comunidades tradicionales. Las proyecciones indican que, sin un cambio significativo en las políticas de incentivo o en las prácticas de manejo, la expansión de las plantaciones será gradual y limitada.

Las principales características de este escenario incluyen:

- Se proyecta una expansión moderada de las plantaciones, basada en los análisis realizados y en el interés mostrado por los inversores. Además, esta expansión se apoya en esfuerzos puntuales de conservación, liderados principalmente por grandes empresas que siguen estándares internacionales, como los del FSC. Aunque no se puede determinar con exactitud la extensión de las nuevas plantaciones, esta expansión moderada dependerá de las tendencias actuales del mercado y de las políticas ambientales vigentes.
- Mantenimiento de la fragmentación de los ecosistemas naturales, especialmente en el Bosque Atlántico, debido a la expansión de las actividades agrícolas y forestales. Incluso con la aplicación de medidas de conservación, es probable que los ecosistemas permanezcan fragmentados en áreas donde se desarrollen plantaciones de eucalipto u otras actividades económicas.
- Impactos progresivos debido al cambio climático, como el aumento de los procesos erosivos y la pérdida de productividad agrícola. Estos impactos pueden ocurrir, aunque se tomen medidas de mitigación, ya que los efectos acumulativos del cambio climático sobre los ecosistemas y las actividades productivas son difíciles de prever y pueden intensificarse con el tiempo.

En conclusión, este escenario base sugiere que, aunque se apliquen buenas prácticas de manejo, los efectos acumulativos y sinérgicos de las plantaciones a gran escala probablemente continuarán provocando transformaciones en el paisaje y los ecosistemas locales. Con buenas prácticas de manejo, los efectos acumulativos y sinérgicos de las plantaciones a gran escala pueden seguir generando cambios en el paisaje y los ecosistemas locales.

8.2 ESCENARIO PESIMISTA

El escenario aquí analizado se refiere esencialmente a la pérdida de la calidad ambiental debido a la acumulación de impactos que podrían ocurrir por el aumento significativo de las plantaciones forestales sin los debidos controles y acciones de mitigación. No se refiere necesariamente a la pérdida de la productividad, aunque esto podría conllevar a un incremento de tales impactos.

Así, si hay un aumento de la producción forestal sin las debidas acciones de gestión ambiental, se esperan situaciones distintas para cada una de las ecorregiones de la región Oriental del Paraguay. Para la región del Bosque Atlántico, la ampliación de las plantaciones de eucalipto implicará una pérdida de áreas agrícolas y pastoriles ya consolidadas, considerando que las plantaciones ocurrirán inicialmente en áreas previamente alteradas. En esta condición, no se esperan pérdidas significativas de biodiversidad, ya que esas áreas ya se encuentran empobrecidas en relación con su condición

original. Al alterar pequeños remanentes, la pérdida será poco significativa, ya que los mismos están condicionados por efectos de borde e invasión de especies exóticas. Aun así, muchas áreas funcionan como refugios para la fauna de mayor tamaño en desplazamiento, además de poder contener germoplasma de especies vegetales de interés conservacionista.

Por otro lado, muchas áreas remanentes acompañan manantiales y pequeños cursos de agua. Aunque el eucalipto no implique en la pérdida de la disponibilidad hídrica, el manejo silvicultural requiere el uso de pesticidas, los cuales podrían comprometer la calidad de las aguas locales y generar la pérdida de la biodiversidad acuática.

Con relación al Cerrado y al Chaco Húmedo, la ampliación de las plantaciones forestales sin la observación de medidas de control implicará un cambio del paisaje, que pasará de esencialmente abierto a arbóreo. Las modificaciones en las tasas de incidencia de luz solar serán significativas para gran parte de la biodiversidad asociada al Cerrado. Además, extensas áreas de eucalipto sin el establecimiento de corredores ecológicos abiertos y el mantenimiento de áreas núcleo de Cerrado o Pastizales podrían dificultar la dispersión de especies de grandes animales campestres (especialmente mamíferos y aves), generando así la fragmentación de sus poblaciones.

El establecimiento de drenajes en áreas húmedas del Chaco Húmedo, para la implementación de plantaciones, podría ocasionar cambios en los parámetros hidrológicos, con efectos sobre la biodiversidad acuática. La magnitud y el alcance de estos efectos dependerán de la intensidad del drenaje realizado.

Las condiciones descritas anteriormente son específicas para cada una de las tres ecorregiones discutidas en este estudio. Otros aspectos negativos asociados a la ampliación de las plantaciones de eucalipto sin los debidos controles ambientales incluyen:

- En la región Oriental en su conjunto, la expansión de las plantaciones de eucalipto cerca de los cursos de agua podría reducir la calidad hídrica y afectar a la biota asociada. Durante la preparación del terreno, es probable que ocurra erosión del suelo, lo que aumentaría la turbidez del agua y reduciría los niveles de oxígeno disuelto. Además, durante el mantenimiento de las plantaciones, el uso de pesticidas podría contaminar las aguas locales, lo que pondría en riesgo tanto a las especies acuáticas como a las terrestres que dependen de estos cuerpos de agua para beber o alimentarse. Esta contaminación podría generar bioacumulación de contaminantes a lo largo de las cadenas tróficas.
- Por otro lado, la implementación de plantaciones de eucalipto en territorios geográficos con presencia de comunidades indígenas y campesinas podría interferir con los remanentes de vegetación nativa, afectando especies que esas comunidades utilizan con frecuencia, como plantas medicinales y frutales. También podría afectar el uso de pastizales para el pastoreo y la pesca. En el caso de territorios indígenas, es importante señalar que el aprovechamiento comercial de estos no está permitido por la ley, por lo que las plantaciones de eucalipto no deben ocupar áreas de uso y propiedad indígena, aunque puedan encontrarse cercanas a estas.

Las principales características de este escenario incluyen:

- Pérdida intensa de biodiversidad, especialmente en los remanentes forestales.

- Fragmentación de los hábitats en el Cerrado y el Chaco Húmedo, con la consecuente pérdida de conectividad ecológica.
- Contaminación de los recursos hídricos debido al uso intensivo de pesticidas y fertilizantes.
- Impactos sobre grupos vulnerables por la restricción de acceso a recursos naturales y consecuentes afectaciones para sus medios de vida y sus pautas culturales.

En el escenario pesimista, aún no se espera el establecimiento de nuevas directrices gubernamentales para la regulación del uso del suelo para la realización de plantaciones forestales a gran escala. Este escenario considera que no habría nuevos requerimientos de regulación de uso del suelo para las plantaciones de eucalipto, lo que resultaría en una expansión sin un control adecuado.

La intensidad y acumulación de los impactos será una condición directamente relacionada con la extensión del área ocupada por las plantaciones y de las condiciones de la cobertura del suelo de esta. Cuanto mayor sea el área ocupada, más intensos serán los efectos negativos sobre la biodiversidad y sobre los recursos hídricos, así como sobre las comunidades tradicionales de la región. El ápice del acumulado de los impactos ocurrirá en el caso de homogeneización del paisaje por la formación de plantaciones en grandes extensiones territoriales sin la observancia de protección de remanentes de vegetación nativa, formación de corredores ecológicos o protección de manantiales y cursos de agua.

8.3 ESCENARIO DESEADO

El escenario deseado para el desarrollo de los proyectos forestales en la región Oriental del Paraguay se analiza considerando la gestión ambiental asociada a las plantaciones. Este escenario solo podrá ocurrir si hay un compromiso firme de los productores, empresas y gobierno en la ejecución de las acciones indicadas en este estudio y en la implementación de estrategias claras para el sector.

El escenario deseado implica, inicialmente, que las plantaciones forestales sean desarrolladas en áreas previamente alteradas por otros usos (no necesariamente agrícolas y ganaderías). Áreas degradadas por procesos erosivos, contaminadas y/o con baja productividad agrícola, por ejemplo, son las más deseables para el establecimiento de estos emprendimientos. En estas condiciones, las primeras actividades abarcarán la nivelación del suelo, el control de la erosión y la corrección de los procesos de fertilidad mediante la aplicación de correctivos agrícolas. Solo estos procedimientos ya garantizarán una dinamización de la economía de la región en su conjunto, mediante la mejora de los procesos productivos.

En este escenario, se proyecta un incremento controlado del 10% al 15% por año en las plantaciones forestales, desarrollándose principalmente en áreas previamente alteradas que son más adecuadas para nuevas plantaciones, ya que permitirían una recuperación económica y productiva de la región, mejorando las condiciones del suelo y reduciendo la erosión.

Si hay interés en sustituir áreas agropecuarias para el desarrollo de la actividad forestal, en este escenario, las plantaciones se establecerán en mosaico combinados con remanentes de vegetación nativa. Este enfoque favorecerá la heterogeneidad ambiental, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad al crear espacios propicios para el desplazamiento de las especies y garantizar la protección de los remanentes. Además, se prevé que las actividades silvopastoriles sean promovidas en paralelo a las plantaciones forestales, mejorando el manejo ambiental y social de la ganadería y

aportando así mayor sustentabilidad al escenario. Este modelo no solo fortalecería la protección de los remanentes nativos al minimizar los efectos de borde, sino también proporcionaría mayor resiliencia a las áreas agropecuarias ante eventos climáticos severos.

Otro aspecto por destacar en el escenario deseado consiste en la rotación de la cosecha del eucalipto y en el mantenimiento de la vegetación de sotobosque, aunque sea herbácea. Además, es deseable que, en medio de las plantaciones, se mantengan algunas pequeñas islas con vegetación nativa. Dado que las plantaciones pueden ser ocupadas por algunas especies en desplazamiento o como refugios temporales, la rotación y la presencia de las islas de vegetación significarán la protección de estos individuos, así como la preservación del acervo genético de plantas regionales.

Con relación a las áreas abiertas (Cerrado y Chaco Húmedo), en el escenario deseado se espera que las plantaciones mantengan corredores ecológicos amplios que permitan el libre tránsito de la fauna de mayor porte, así como el mantenimiento de poblaciones de especies vegetales y de pequeños animales asociados a ambientes campestres o de sabana.

Otro aspecto inherente al escenario deseado consiste en la no utilización de áreas húmedas para la implantación de la actividad, priorizando las áreas más elevadas. Esta condición reducirá significativamente la necesidad de realizar drenajes, evitando impactos de mayor intensidad sobre la biota acuática. Además, también se espera que las plantaciones sean establecidas lejos de los cursos de agua, manteniendo la franja de vegetación ribereña para que la calidad hídrica y la biodiversidad acuática sean protegidas.

Con relación a la utilización de los recursos naturales por las comunidades tradicionales de la región, el escenario deseado prevé el resguardo tanto de los territorios que ocupan estas comunidades como de su acceso y relación con los servicios ecosistémicos esenciales para su bienestar. Esto busca evitar la restricción de acceso a los recursos naturales necesarios para su subsistencia, lo cual, en caso de producirse, deberá ser adecuadamente compensado.

En cuanto a la conectividad entre los ambientes naturales y los territorios de uso y ocupación tradicional de poblaciones campesinas e indígenas, el modelo de mosaico debe garantizar un diseño que mantenga esa relación de forma continua, preservando la conectividad ecológica. Para ello, la planificación y desarrollo de los proyectos forestales deberán ser discutidos previamente y de manera transparente con las comunidades, asegurando la creación de pautas de planificación del uso del suelo que permitan anticipar y minimizar los impactos acumulativos y eviten el aislamiento de las comunidades.

Además, se propone la incorporación de prácticas de uso consorciado en las plantaciones, tales como la producción de miel por abejas nativas y plantaciones en sotobosque de plantas medicinales. Este modelo de manejo tiene el potencial de robustecer la propuesta de mitigación social y ambiental, abordando más integralmente los riesgos e impactos identificados para las comunidades indígenas y campesinas.

En el escenario deseado, se espera que las propiedades rurales mantengan áreas naturales en parte de sus territorios (áreas de conservación) y que implementen programas sólidos de monitoreo de la biodiversidad y de la calidad hídrica, junto con acciones de educación ambiental dirigidas a empleados y comunidades vecinas.

Las principales características de este escenario incluyen:

- Protección de la biodiversidad en los remanentes de vegetación nativa dentro de cada ecorregión, mediante la implantación de los proyectos forestales en áreas previamente degradadas o en la conversión de áreas agrícolas, asegurando la conservación de los remanentes y la formación de un paisaje diverso y equilibrado.
- Conservación de la biodiversidad y calidad hídrica mediante la protección de los manantiales y la vegetación ribereña que rodea los cursos de agua regionales, minimizando impactos sobre estos ecosistemas clave.
- Protección de la fauna acuática en áreas húmedas mediante la restricción de proyectos forestales en esas zonas y evitando el establecimiento de drenajes que puedan afectar la biodiversidad acuática.
- Aseguramiento de acceso a especies tradicionalmente utilizadas por las comunidades indígenas y campesinas, resguardando no solo el territorio sino también el acceso a los servicios ecosistémicos y recursos clave para sus modos de vida y prácticas culturales.
- Desarrollo de actividades productivas sustentables para mejorar los medios de vida de las comunidades, como sistemas silvopastoriles, fortalecimiento de cadenas de producción y comercialización de fibras y tejidos, así como oportunidades de generación de empleos verdes que contribuyan al desarrollo económico local.
- Oportunidades para el uso consorciado de las plantaciones mediante la producción de miel de abejas nativas y el cultivo de especies de interés medicinal, proporcionando una mayor protección a estas especies y promoviendo una diversificación productiva que complemente los beneficios de la actividad forestal.

Por último, en el escenario deseado, se considera una regulación tanto en la cantidad como en la calidad de la expansión del sector productivo, y de la gestión ambiental y social para alcanzar un desarrollo integrado del sector forestal con las plantaciones de eucalipto, o sea, proyecta un equilibrio entre la expansión económica y la conservación ambiental, promoviendo beneficios a largo plazo para toda la región Oriental do Paraguay.

Por las características mencionadas anteriormente, en resumen, los escenarios son:

- **Escenario Base:** engloba esencialmente el mantenimiento de las condiciones ambientales vigentes en la región, con un pequeño incremento de las plantaciones de eucalipto, cerca de 5 a 10% por año. En este escenario, el crecimiento de las plantaciones es modesto y está condicionado por las actuales limitaciones de mercado y por las restricciones ambientales y sociales. El desarrollo de acciones de conservación y monitoreo ambiental está presente, pero de forma puntual y concentrada en propiedades que siguen directrices internacionales, como las normas del FSC.
- **Escenario Pesimista:** considera la posibilidad de un aumento significativo de las plantaciones forestales sin los debidos controles y acciones de mitigación, resultando en la pérdida de calidad ambiental debido al acúmulo de impactos negativos. Entonces, el escenario pesimista considera una expansión del sector productivo sin consideración de la sustentabilidad ambiental y social. Este escenario proyecta un deterioro de la calidad ambiental debido a la

acumulación de impactos negativos, como pérdida de biodiversidad, contaminación de recursos hídricos, y fragmentación de los hábitats naturales, además de la restricción de acceso a los recursos naturales por parte de grupos vulnerables de la población.

- **Escenario Deseado:** representa el desarrollo ideal de las plantaciones forestales en la región Oriental del Paraguay, con un moderado incremento de las plantaciones de eucalipto, cerca de 10 a 15% por año. El escenario deseado considera una expansión controlada de las plantaciones de eucalipto integrada con una gestión ambiental y social sólida, donde las prácticas de manejo sostenible se apliquen de manera rigurosa. Este enfoque es el más favorable, pues proyecta un equilibrio entre el crecimiento económico y la conservación ambiental, promoviendo beneficios a largo plazo para la región y para las comunidades locales.

8.4 GESTIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

Dado el escenario deseado descrito anteriormente, en el cual se busca un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación ambiental en la región Oriental del Paraguay, se torna imprescindible la implementación de estrategias eficaces de gestión y mitigación de impactos. La sostenibilidad de las plantaciones de eucalipto, conforme proyectada en el escenario deseado, depende directamente de la capacidad de mitigar los impactos acumulativos que pueden afectar la biodiversidad, los recursos hídricos y los servicios ecosistémicos.

Para asegurar que los objetivos del escenario deseado sean alcanzados, es necesario un conjunto robusto de medidas de gestión que aborden de forma sistemática e integrada los desafíos ambientales identificados. A continuación, se presentan las directrices y programas propuestos para la mitigación de los impactos acumulativos, enfocándose en la conservación de los recursos naturales y en la promoción de prácticas de manejo sostenible en las diversas ecorregiones de la región Oriental del Paraguay.

Desde la perspectiva del análisis de las debilidades asociadas a cada ecorregión y los recursos hídricos, se han definido los bioindicadores, así como también los principales elementos de gestión y desarrollo de nuevos emprendimientos forestales de eucalipto bajo una perspectiva ecosistémica.

La gestión de los impactos acumulativos tiene como objetivo establecer medidas y programas para el control y mitigación de los impactos acumulativos sobre la biodiversidad, la disponibilidad y calidad hídrica y los servicios ecosistémicos, derivados de la posible implementación de plantaciones de eucalipto en la región Oriental del Paraguay. Las medidas mitigatorias y programas de gestión indicados en este documento se basan en el análisis de los impactos de los emprendimientos forestales y en las características de las ecorregiones evaluadas, que, desde el punto de vista de la biodiversidad, abarcan el Bosque Atlántico, el Cerrado y el Chaco Húmedo. Con relación a los recursos hídricos, la evaluación considera todas las cuencas hidrográficas existentes en la región. Asimismo, se definen procesos específicos de gestión y mitigación para los Componentes Valiosos del Entorno (CVE), que incluyen los suelos, los recursos hídricos, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Estas medidas están orientadas a minimizar los impactos negativos que puedan surgir con la implementación de las plantaciones de eucalipto, garantizando una gestión ambientalmente responsable de los recursos naturales.

Dadas estas condiciones generales, los procesos de gestión y mitigación de impactos acumulativos por nuevos emprendimientos de bosques plantados de eucalipto sobre la cobertura y uso del suelo, la biodiversidad y los recursos hídricos, se pueden definir de la siguiente manera:

8.4.1 Sobre la cobertura y uso del suelo

Los suelos de la región Oriental del Paraguay proporcionan la base para la producción agrícola y forestal, desempeñando un papel fundamental en la regulación de los ciclos hidrológicos y biogeoquímicos, reciclaje de materiales orgánicos y mitigación del cambio climático. Además, el suelo actúa como un reservorio de biodiversidad y sirve como soporte para la infraestructura y preservación del patrimonio natural y cultural (FAO & ITPS, 2015).

La seguridad del suelo, que involucra la preservación y mejora de sus funciones, es esencial para garantizar la producción continua de alimentos, fibras y agua potable en la región, contribuyendo a la sostenibilidad climática y mantenimiento de la biodiversidad. La eficiencia de las funciones del suelo depende de un manejo adecuado que prevenga amenazas como erosión, compactación y declinación de la materia orgánica (McBratney et al., 2014; CEC, 2006).

En el contexto de las plantaciones de eucalipto en la región Oriental del Paraguay, el manejo sostenible del suelo es un factor clave para garantizar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas forestales. Prácticas de manejo que incorporen técnicas de conservación del suelo, aliadas al manejo adecuado de la materia orgánica, pueden promover la estabilidad de los agregados del suelo, reducir la escorrentía superficial y aumentar la infiltración de agua, contribuyendo a la conservación de los recursos hídricos locales (Hunink et al., 2012; Ferraz et al., 2013).

La agricultura y la ganadería son las principales actividades económicas establecidas en la región del Bosque Atlántico, ocupando más del 50% del territorio de esta ecorregión. Las áreas de bosque nativo ocupan cerca del 24%, en un paisaje profundamente fragmentado. Las plantaciones forestales cubren poco más del 2% de esta ecorregión.

En el Cerrado, las áreas cubiertas por agricultura, pastizales y aquellas sin vegetación abierta representan poco más del 28% de la región. Las plantaciones forestales aún son incipientes, y el ecosistema presenta extensas áreas naturales, abarcando más del 71% de la región.

En el Chaco Húmedo, las áreas abiertas para la agricultura, pastizales artificiales y aquellas con vegetación representan poco más del 11% de la región, mientras que las plantaciones forestales abarcan apenas el 0,15%. Se destaca que los campos también son utilizados como áreas de pastoreo, inclusive con la introducción de especies exóticas de gramíneas.

Considerando que los principales CVEs de la región se definen desde una perspectiva ecosistémica, la gestión y mitigación de los impactos acumulativos de las plantaciones de eucalipto en términos de cobertura y uso del suelo considera las propuestas de las siguientes acciones:

I. Establecer plantaciones forestales únicamente en áreas previamente alteradas, evitando la eliminación de remanentes de vegetación nativa.
II. Organizar plantaciones en mosaico con otros usos del suelo, alternando con áreas agrícolas y pastoriles para reducir la homogeneización del paisaje y minimizar el uso de defensivos agrícolas.

III. Priorizar plantaciones en áreas marginales a remanentes forestales nativos para mitigar los efectos de borde.
IV. Recuperar áreas degradadas como medida de conservación del paisaje y protección del suelo.
V. Asegurar la conectividad entre ambientes naturales y territorios de uso y ocupación tradicional de comunidades campesinas e indígenas, de modo que el diseño del mosaico garantice una relación continua y conserve la conectividad ecológica.
VI. Monitorear la calidad del suelo para identificar cambios en su composición y estructura, adaptando las prácticas de manejo para prevenir su degradación.
VII. Dejar hojas, ramas y cortezas en el sitio tras la cosecha, lo que ayuda a prevenir la erosión, mantener la fertilidad y devolver nutrientes al suelo.

- **Acciones Específicas por Ecorregión**

  - **Bosque Atlántico:** Mantenimiento de micro corredores ecológicos entre remanentes forestales nativos en grandes extensiones territoriales, especialmente a lo largo de cursos de agua.
  - **Cerrado:** Mantener áreas núcleos en medio de las plantaciones, con dimensiones que garanticen los parámetros fisiológicos de la vegetación y la fauna edáfica.
  - **Chaco Húmedo:** Evitar el drenaje de áreas sujetas a inundaciones periódicas y no realizar plantaciones forestales en áreas cubiertas por pastizales húmedos.

8.4.2 Sobre los Recursos Hídricos

Los recursos hídricos son esenciales para el mantenimiento de los ecosistemas naturales y el bienestar de las comunidades humanas. Estos influyen directamente en la biodiversidad acuática y terrestre, en las actividades agrícolas y ganaderas, y en la disponibilidad de agua para consumo humano.

Los impactos acumulativos pueden alterar los regímenes de flujo de los ríos, reducir la calidad del agua debido al uso de fertilizantes y pesticidas, causar la pérdida de hábitats acuáticos y ribereños, y disminuir la disponibilidad de agua debido al alto consumo hídrico por las actividades agropecuarias.

Para gestionar y mitigar los impactos acumulativos de las plantaciones de eucalipto sobre los recursos hídricos, se proponen las siguientes medidas:

I. Crear zonas de protección con un mínimo de 50 metros a lo largo de los cursos de agua, o la distancia que establezca la legislación, manteniendo o restaurando la vegetación nativa.
II. Mantener corredores ecológicos a lo largo de los cursos de agua para conectar fragmentos de hábitat y fomentar la biodiversidad.
III. Implementar prácticas de manejo del suelo que minimicen la erosión, como la construcción de terrazas, curvas de nivel y el uso de coberturas vegetales.
IV. Desarrollar planes de gestión integrada de cuencas hidrográficas que consideren las actividades humanas y sus impactos sobre los recursos hídricos.
V. Monitorear parámetros como turbidez, pH, nutrientes, metales pesados y pesticidas para identificar y mitigar fuentes de contaminación.
VI. Promover técnicas de irrigación eficiente y prácticas de conservación del agua para reducir la demanda sobre los recursos hídricos, incentivando la recarga de acuíferos y la conservación en áreas críticas.

VII. Controlar el uso de fertilizantes y pesticidas en las plantaciones de eucalipto para evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
VIII. Incentivar la reutilización de agua tratada para riego y otras actividades agrícolas mediante sistemas de tratamiento de efluentes, evitando la descarga de aguas residuales no tratadas en cuerpos de agua.
IX. Capacitar a agricultores y trabajadores forestales en prácticas de manejo sostenible del agua y del suelo.
X. Preservar las áreas húmedas y los manantiales para proteger la calidad y el flujo de los cursos de agua.
XI. Controlar la calidad del agua para prevenir la contaminación derivada del uso de fertilizantes y pesticidas.

- **Acciones Específicas por Ecorregión**
  - **Bosque Atlántico:** Protección de bosques ribereños a lo largo de los cursos de agua para garantizar la filtración de contaminantes y la protección contra la erosión.
  - **Cerrado:** Mantenimiento de áreas abiertas y vegetación nativa en torno a los cursos de agua para garantizar la infiltración de agua y la recarga de acuíferos.
  - **Chaco Húmedo:** Preservación de áreas de inundación periódica y evitar el drenaje de zonas húmedas para garantizar la no-perpetuación de la biodiversidad acuática.

8.4.3 Sobre la Biodiversidad

Cada una de las tres ecorregiones de la región Oriental del Paraguay presenta una biodiversidad específica, aunque muchas especies se comparten entre dos o todas las ecorregiones.

En el Bosque Atlántico, los elementos estructurales de gran importancia para la biodiversidad asociada son la capa de hojas del suelo, el sotobosque y el dosel, incluyendo la presencia de plantas epífitas. Esta estructura del bosque puede considerarse el principal CVE de esta ecorregión. La alteración de cualquiera de estos componentes estructurales puede implicar una pérdida significativa de la flora y la fauna locales. Efectos de borde, por ejemplo, pueden inducir la pérdida de humedad del aire por el aumento de la incidencia solar y de los vientos, generando el aumento de especies más rústicas y la introducción de especies invasoras. Para esta ecorregión, puede preverse que las plantaciones forestales pueden contribuir a la reducción de este efecto cuando se establecen inmediatamente al lado de los remanentes nativos.

En el Cerrado, la estructura del suelo y la tasa de luz solar son elementos esenciales para la estructuración de las comunidades bióticas de esta ecorregión. Cambios en esta estructura y en la composición química, así como el aumento de la sombra, pueden desencadenar alteraciones en las comunidades locales. Áreas con bosques estacionales funcionan como refugios para la fauna de mayor tamaño, especialmente en períodos de sequía. El establecimiento de plantaciones de eucalipto en las proximidades puede ampliar estas áreas de refugio, aunque sea momentáneamente.

En el Chaco Húmedo, los pulsos hidrológicos y las áreas sujetas a inundaciones durante períodos lluviosos son esenciales para la perpetuación de la biodiversidad asociada. Los peces, en especial, constituyen una de las bases de las cadenas tróficas locales. Alteraciones en esta dinámica, derivadas de drenajes, por ejemplo, pueden ocasionar pérdidas significativas de especies. Los sistemas forestales

de áreas elevadas funcionan como elementos de refugio de la fauna durante períodos de crecidas, siendo así uno de los principales CVE de esta ecorregión. El establecimiento de plantaciones de eucalipto en estas áreas puede preverse en las proximidades de estos ambientes, sin alterarlos.

La mejor estrategia para gestionar y mitigar los impactos acumulativos en la biodiversidad es la creación de corredores ecológicos. Estos corredores, formados por franjas de vegetación que conectan diferentes hábitats, permiten la movilidad de las especies y aumentan la conectividad genética entre fragmentos de bosque. Otras acciones de gestión y mitigación de los impactos acumulativos sobre la biodiversidad asociadas a las plantaciones de eucalipto se presentan a continuación:

I. Mantener un sotobosque mínimamente arbustivo bajo las plantaciones para garantizar la perpetuación del stock genético vegetal y la creación de refugios para la fauna en desplazamiento.
II. Desarrollar actividades de cría de abejas nativas sin aguijón en consorcio con las plantaciones.
III. Rescatar flora y fauna durante las actividades de supresión vegetal, en caso de que se realicen.
IV. Impartir educación ambiental para empleados y comunidades locales.
V. Monitorear grupos faunísticos como aves, mamíferos, anfibios y reptiles en diferentes ambientes.
VI. Monitorear la diversidad de especies para ajustar prácticas que eviten la invasión de especies no nativas, como el eucalipto, protegiendo la flora y fauna locales.
VII. Asegurar la preservación de hábitats naturales esenciales para muchas especies, manteniendo la diversidad biológica en las áreas húmedas.
VIII. Mantener corredores ecológicos que faciliten el movimiento y la dispersión de especies, reduciendo los riesgos de aislamiento genético y pérdida de hábitats.
IX. Realizar plantaciones en mosaico con áreas nativas para proporcionar ambientes variados y refugio para la fauna local.
X. Priorizar áreas antropizadas para evitar la pérdida adicional de hábitats nativos y proteger la biodiversidad.

- **Acciones Específicas por Ecorregión**

  - **Bosque Atlántico:** Creación de pequeños núcleos de vegetación nativa formando islas en medio de las plantaciones y densificación de especies vegetales nativas utilizadas como recursos alimentarios.
  - **Cerrado:** Mantenimiento de remanentes del bosque cerrado y de bosques estacionales formando núcleos en medio de las plantaciones.
  - **Chaco Húmedo:** Mantenimiento de los pastizales húmedos y preservación de las áreas inundadas en general.

8.4.4 Para preservación y conservación de los Servicios Ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la salud ambiental, social y económica de la región Oriental del Paraguay. Las plantaciones de eucalipto, aunque pueden ofrecer beneficios como la provisión de biomasa y la mitigación del cambio climático, también tienen el potencial de impactar negativamente los servicios ecosistémicos si no son manejadas de manera correcta y de forma sostenible.

Para garantizar que las plantaciones de eucalipto contribuyan positivamente al mantenimiento y mejora de los servicios ecosistémicos, es necesario adoptar una serie de medidas de gestión que minimicen los impactos acumulativos negativos y potencien sus beneficios. Para gestionar los impactos acumulativos de las plantaciones de eucalipto sobre los servicios ecosistémicos, se proponen las siguientes medidas:

I. Promover la plantación de árboles nativos en consorcio con eucaliptos para mejorar la capacidad de captura de carbono y la regulación del microclima.
II. Mantener la cobertura del suelo con vegetación nativa y residuos forestales para protegerlo de la erosión hídrica y eólica.
III. Preservar y restaurar zonas y bosques ribereños para proteger los recursos hídricos y garantizar la infiltración de agua en los acuíferos.
IV. Mantener la materia orgánica en el suelo mediante prácticas de manejo sostenible, como el reciclaje de residuos forestales.
V. Implementar prácticas de manejo que eviten la introducción de especies invasoras y preserven las especies nativas.
VI. Promover la rotación de cultivos y la integración con sistemas agroforestales para aumentar la resiliencia del ecosistema y mejorar el ciclo de nutrientes.
VII. Incentivar la adopción de prácticas agrícolas sostenibles que complementen el manejo forestal, como la agricultura de bajo impacto y el pastoreo rotativo.
VIII. Proteger áreas de importancia cultural y patrimonial, integrándolas en los planes de manejo de las plantaciones.
IX. Desarrollar programas de educación ambiental que involucren a las comunidades locales en la gestión sostenible de los recursos naturales y la preservación de los valores culturales.
X. Garantizar que la cosecha de madera se realice de forma sostenible, respetando los ciclos naturales de crecimiento y recuperación de los bosques.
XI. Implementar el manejo integrado de plagas (MIP) para minimizar el uso de pesticidas y preservar los depredadores naturales.
XII. Monitorear regularmente las plantaciones para identificar y controlar brotes de plagas y enfermedades de forma precoz, evitando la propagación y el impacto negativo en los servicios ecosistémicos.
XIII. Utilizar áreas alteradas para preservar los ecosistemas naturales, manteniendo los servicios esenciales como la regulación del agua y la polinización.
XIV. Mantener la materia orgánica en el suelo para protegerlo contra la degradación y apoyar los ciclos de nutrientes, esenciales para la productividad y resiliencia de los ecosistemas.
XV. Establecer mosaicos de plantaciones con vegetación nativa para reducir el riesgo de incendios de gran escala, permitiendo espacios que actúen como barreras naturales.
XVI. Proteger áreas húmedas para regular el ciclo hidrológico y filtrar contaminantes, esenciales para el abastecimiento hídrico y la calidad ambiental.
XVII. Monitorear continuamente para prevenir la pérdida de nutrientes y polinizadores, fundamentales para la integridad de los servicios ecosistémicos.

Es notable que algunas acciones enumeradas se repitan, cuando tratamos servicios ecosistémicos y también suelos, agua y biodiversidad, ya que estos factores forman parte de todo el complejo que son los servicios ecosistémicos, sean estos de provisión, regulación, soporte e incluso culturales. Por estas

acciones, se espera que los impactos acumulativos sean mitigados, contribuyendo a la sostenibilidad de los emprendimientos forestales y la preservación de la integridad ecológica de la región Oriental del Paraguay.

8.4.5 Para el control de los Incendios Forestales

Otro desafío ambiental significativo es el riesgo de incendios forestales. Estos incendios pueden tener efectos devastadores en la biodiversidad, los recursos hídricos y las comunidades humanas. Para mitigar estos impactos, se debe implementar un enfoque integral de gestión de incendios forestales que incluya prevención, monitoreo, respuesta rápida y recuperación de áreas quemadas.

Las estrategias incluyen:

I. Realizar zonificación en áreas de alto riesgo e integrar plantaciones con corredores de vegetación nativa.
II. Establecer franjas de protección con cortafuegos y especies menos inflamables.
III. Fomentar la colaboración entre organizaciones para compartir información y recursos, creando sistemas de alerta temprana.
IV. Invertir en infraestructura y equipos de combate de incendios.
V. Implementar programas de restauración con replantación de especies nativas y técnicas de manejo del suelo.
VI. Monitorear áreas afectadas para evaluar la recuperación e implementar medidas de control de erosión y sedimentación.
VII. Integrar a las comunidades locales, campesinas e indígenas, en la vigilancia preventiva contra incendios, mediante capacitación, incentivos, empleos verdes u otros.
VIII. Promover la conectividad natural para reducir el acúmulo de biomasa seca y disminuir la probabilidad de grandes focos de incendio.
IX. Establecer mosaicos de plantaciones con vegetación nativa para reducir el riesgo de incendios de gran escala, permitiendo espacios que actúan como barreras naturales.
X. Implementar áreas en mosaico y menores densidades vegetales en regiones más altas para reducir el riesgo de incendios, funcionando como zonas de amortiguamiento.

A través de estas medidas, en cualquier ecorregión, se espera minimizar los impactos acumulativos de las plantaciones de eucalipto sobre los suelos, los recursos hídricos, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, para promover la sostenibilidad y contribuir a la conservación de los recursos naturales en la región Oriental del Paraguay.

Cabe recordar que es necesario adaptar cada medida para equilibrar las necesidades de desarrollo económico local con la conservación ambiental, de modo que los beneficios de las plantaciones de eucalipto puedan ser aprovechados sin comprometer la salud de los ecosistemas acuáticos y terrestres, así como la vida humana.

La integración de los escenarios con las estrategias de gestión y mitigación de impactos acumulativos es esencial para garantizar que el desarrollo de las plantaciones de eucalipto ocurra de manera sostenible. Al alinear las previsiones de crecimiento con prácticas de manejo ambientalmente responsables, es posible proyectar un futuro donde los beneficios de las plantaciones sean maximizados, mientras que los impactos negativos sobre el suelo, el agua, la biodiversidad y los

servicios ecosistémicos sean minimizados. La adopción de un modelo de gestión adaptativa, que responda a los cambios y desafíos a lo largo del tiempo, será crucial para alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico y la preservación ambiental en la región.

La Tabla 23 presenta una síntesis de las medidas a adoptar para la gestión y mitigación de impactos acumulativos en el contexto de proyectos forestales de eucalipto en la región Oriental del Paraguay, indicando a qué CVE se destinan los monitoreos sugeridos y a qué ecorregión corresponde.

Tabla 23. Propuestas para la gestión y mitigación de impactos acumulativos

ÁREA / CVEs y otros	Cobertura y Uso del Suelo	Recursos Hídricos	Biodiversidad	Servicios Ecosistémicos	Incendios Forestales
Región Oriental del Paraguay	Establecer plantaciones forestales únicamente en áreas previamente alteradas, evitando la eliminación de remanentes de vegetación nativa.	Crear zonas de protección con un mínimo de 50 metros a lo largo de los cursos de agua, o la distancia que establezca la legislación, manteniendo o restaurando la vegetación nativa.	Mantener un sotobosque mínimamente arbustivo bajo las plantaciones para garantizar la perpetuación del stock genético vegetal y la creación de refugios para la fauna en desplazamiento.	Promover la plantación de árboles nativos en consorcio con eucaliptos para mejorar la capacidad de captura de carbono y la regulación del microclima.	Realizar zonificación en áreas de alto riesgo e integrar plantaciones con corredores de vegetación nativa.
	Organizar plantaciones en mosaico con otros usos del suelo, alternando con áreas agrícolas y pastoriles para reducir la homogeneización del paisaje y minimizar el uso de defensivos agrícolas.	Mantener corredores ecológicos a lo largo de los cursos de agua para conectar fragmentos de hábitat y fomentar la biodiversidad.	Desarrollar actividades de cría de abejas nativas sin aguijón en consorcio con las plantaciones.	Mantener la cobertura del suelo con vegetación nativa y residuos forestales para protegerlo de la erosión hídrica y eólica.	Establecer franjas de protección con cortafuegos y especies menos inflamables.
	Priorizar plantaciones en áreas marginales a remanentes forestales nativos para mitigar los efectos de borde.	Implementar prácticas de manejo del suelo que minimicen la erosión, como la construcción de terrazas, curvas de nivel y el uso de coberturas vegetales.	Rescatar flora y fauna durante las actividades de supresión vegetal, en caso de que se realicen.	Preservar y restaurar zonas y bosques ribereños para proteger los recursos hídricos y garantizar la infiltración de agua en los acuíferos.	Fomentar la colaboración entre organizaciones para compartir información y recursos, creando sistemas de alerta temprana.
	Recuperar áreas degradadas como medida de conservación del paisaje y protección del suelo.	Desarrollar planes de gestión integrada de cuencas hidrográficas que consideren las actividades humanas y sus impactos sobre los recursos hídricos.	Impartir educación ambiental para empleados y comunidades locales.	Mantener la materia orgánica en el suelo mediante prácticas de manejo sostenible, como el reciclaje de residuos forestales.	Invertir en infraestructura y equipos de combate de incendios.
	Asegurar la conectividad entre ambientes naturales y territorios de uso y ocupación tradicional de comunidades campesinas e indígenas, de modo que el diseño del mosaico garantice una relación continua y conserve la conectividad ecológica.	Monitorear parámetros como turbidez, pH, nutrientes, metales pesados y pesticidas para identificar y mitigar fuentes de contaminación.	Monitorear grupos faunísticos como aves, mamíferos, anfibios y reptiles en diferentes ambientes.	Implementar prácticas de manejo que eviten la introducción de especies invasoras y preserven las especies nativas.	Implementar programas de restauración con replantación de especies nativas y técnicas de manejo del suelo.
	Monitorear la calidad del suelo para identificar cambios en su composición y estructura, adaptando las prácticas de manejo para prevenir su degradación.	Promover técnicas de irrigación eficiente y prácticas de conservación del agua para reducir la demanda sobre los recursos hídricos, incentivando la recarga de acuíferos y la conservación en áreas críticas.	Monitorear la diversidad de especies para ajustar prácticas que eviten la invasión de especies no nativas, como el eucalipto, protegiendo la flora y fauna locales.	Promover la rotación de cultivos y la integración con sistemas agroforestales para aumentar la resiliencia del ecosistema y mejorar el ciclo de nutrientes.	Monitorear áreas afectadas para evaluar la recuperación e implementar medidas de control de erosión y sedimentación.

ÁREA / CVEs y otros	Cobertura y Uso del Suelo	Recursos Hídricos	Biodiversidad	Servicios Ecosistémicos	Incendios Forestales
	Dejar hojas, ramas y cortezas en el sitio tras la cosecha, lo que ayuda a prevenir la erosión, mantener la fertilidad y devolver nutrientes al suelo.	Controlar el uso de fertilizantes y pesticidas en las plantaciones de eucalipto para evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	Asegurar la preservación de hábitats naturales esenciales para muchas especies, manteniendo la diversidad biológica en las áreas húmedas.	Incentivar la adopción de prácticas agrícolas sostenibles que complementen el manejo forestal, como la agricultura de bajo impacto y el pastoreo rotativo.	Integrar a las comunidades locales, campesinas e indígenas, en la vigilancia preventiva contra incendios, mediante capacitación, incentivos, empleos verdes u otros.
		Incentivar la reutilización de agua tratada para riego y otras actividades agrícolas mediante sistemas de tratamiento de efluentes, evitando la descarga de aguas residuales no tratadas en cuerpos de agua.	Mantener corredores ecológicos que faciliten el movimiento y la dispersión de especies, reduciendo los riesgos de aislamiento genético y pérdida de hábitats.	Proteger áreas de importancia cultural y patrimonial, integrándolas en los planes de manejo de las plantaciones.	Promover la conectividad natural para reducir el acúmulo de biomasa seca y disminuir la probabilidad de grandes focos de incendio.
		Capacitar a agricultores y trabajadores forestales en prácticas de manejo sostenible del agua y del suelo.	Realizar plantaciones en mosaico con áreas nativas para proporcionar ambientes variados y refugio para la fauna local.	Desarrollar programas de educación ambiental que involucren a las comunidades locales en la gestión sostenible de los recursos naturales y la preservación de los valores culturales.	Establecer mosaicos de plantaciones con vegetación nativa para reducir el riesgo de incendios de gran escala, permitiendo espacios que actúan como barreras naturales.
		Preservar las áreas húmedas y los manantiales para proteger la calidad y el flujo de los cursos de agua.	Priorizar áreas antropizadas para evitar la pérdida adicional de hábitats nativos y proteger la biodiversidad.	Garantizar que la cosecha de madera se realice de forma sostenible, respetando los ciclos naturales de crecimiento y recuperación de los bosques.	Implementar áreas en mosaico y menores densidades vegetales en regiones más altas para reducir el riesgo de incendios, funcionando como zonas de amortiguamiento.
		Controlar la calidad del agua para prevenir la contaminación derivada del uso de fertilizantes y pesticidas.		Implementar el manejo integrado de plagas (MIP) para minimizar el uso de pesticidas y preservar los depredadores naturales.	
				Monitorear regularmente las plantaciones para identificar y controlar brotes de plagas y enfermedades de forma precoz, evitando la propagación y el	

ÁREA / CVEs y otros	Cobertura y Uso del Suelo	Recursos Hídricos	Biodiversidad	Servicios Ecosistémicos	Incendios Forestales
				impacto negativo en los servicios ecosistémicos.	
				Utilizar áreas alteradas para preservar los ecosistemas naturales, manteniendo los servicios esenciales como la regulación del agua y la polinización.	
				Mantener la materia orgánica en el suelo para protegerlo contra la degradación y apoyar los ciclos de nutrientes, esenciales para la productividad y resiliencia de los ecosistemas.	
				Establecer mosaicos de plantaciones con vegetación nativa para reducir el riesgo de incendios de gran escala, permitiendo espacios que actúen como barreras naturales.	
				Proteger áreas húmedas para regular el ciclo hidrológico y filtrar contaminantes, esenciales para el abastecimiento hídrico y la calidad ambiental.	
				Monitorear continuamente para prevenir la pérdida de nutrientes y polinizadores, fundamentales para la integridad de los servicios ecosistémicos.	
Bosque Atlántico	Mantenimiento de micro corredores ecológicos entre remanentes forestales nativos en grandes extensiones territoriales,	Protección de bosques ribereños a lo largo de los cursos de agua para garantizar la filtración de	Creación de pequeños núcleos de vegetación nativa formando islas en medio de las plantaciones y densificación de especies		

ÁREA / CVEs y otros	Cobertura y Uso del Suelo	Recursos Hídricos	Biodiversidad	Servicios Ecosistémicos	Incendios Forestales
	especialmente a lo largo de cursos de agua.	contaminantes y la protección contra la erosión.	vegetales nativas utilizadas como recursos alimentarios.		
Cerrado	Mantener áreas núcleos con vegetación nativa en medio de las plantaciones, con dimensiones que garanticen los parámetros fisiológicos de la vegetación y la fauna edáfica.	Mantenimiento de áreas abiertas y vegetación nativa en torno a los cursos de agua para garantizar la infiltración de agua y la recarga de acuíferos.	Mantenimiento de remanentes del bosque cerrados y de bosques estacionales formando núcleos en medio de las plantaciones.		
Chaco Húmedo	Evitar el drenaje de áreas sujetas a inundaciones periódicas y evitar plantaciones forestales en áreas cubiertas por pastizales húmedos.	Preservación de áreas de inundación periódica y evitar el drenaje de zonas húmedas para garantizar la perpetuación de la biodiversidad acuática.	Mantenimiento de los pastizales húmedos y preservación de las áreas inundadas en general.		

Fuente: Elaborado por STCP (2024).

9 CONCLUSIONES

La expansión de las plantaciones de eucalipto en la región Oriental de Paraguay representa una oportunidad significativa para el desarrollo sostenible, siempre que se realice con responsabilidad, visión estratégica y un firme compromiso con la sostenibilidad. Las proyecciones, basadas principalmente en datos secundarios, como revisiones bibliográficas, investigaciones e infografías realizadas para el desarrollo de este estudio, indican que, en los próximos diez años, el área total plantada de eucalipto podría superar las 350 mil hectáreas. Sin embargo, es importante destacar que esta proyección podría verse influenciada e impulsada por grandes proyectos, como los de Paracel y Silvipar, que deberían completarse en los próximos 5-10 años.

Esta expansión de las plantaciones de eucalipto en la región tiene un gran potencial para ofrecer beneficios sustanciales, tanto ambientales como socioeconómicos, especialmente en áreas degradadas y alteradas por actividades humanas. El presente estudio reveló la complejidad de los impactos acumulativos de estas potenciales plantaciones en la región Oriental de Paraguay, debido a la interacción de elementos como la biodiversidad, los recursos hídricos y otros componentes físicos del ambiente, como el suelo, la calidad del aire y los servicios ecosistémicos.

La intensidad de los impactos será directamente proporcional al área ocupada por las plantaciones forestales. La homogeneización del paisaje es el principal factor generador de impactos, especialmente si no se conservan parcelas de los ecosistemas nativos. Actividades como la preparación del suelo, la aplicación de pesticidas y la cosecha del eucalipto también tienden a amplificar estos efectos.

Aunque las plantaciones de eucalipto consumen un volumen relativamente grande de agua, no modificarán los ciclos hidrológicos, considerando que la mayoría de las áreas de la región poseen un volumen pluvial superior a 1.200 mm/año, lo que significa que estas plantaciones no causarán un déficit hídrico significativo. La recuperación de suelos, la restauración de paisajes y la revitalización de los recursos hídricos están entre los principales beneficios ambientales esperados, mientras que la generación de empleo y el desarrollo económico local se destacan entre los beneficios socioeconómicos.

El estudio identificó las mejores áreas por departamentos para este proyecto. Áreas previamente degradadas o alteradas por otras actividades humanas, como las agrícolas y de ganadería intensiva, fueron señaladas como las más indicadas, minimizando los impactos sobre los ecosistemas naturales. En términos de expansión de nuevas plantaciones de eucalipto, sería ideal y más económico centrarse en áreas donde ya existen plantaciones, como en los departamentos de Caazapá, San Pedro, Concepción, Alto Paraná e Itapúa. No obstante, esta expansión debe ser ordenada, respetando los límites establecidos y protegiendo los recursos naturales críticos, como las áreas de conservación hídrica.

El presente estudio indica que, con la adopción rigurosa de las medidas de gestión y mitigación descritas precedentemente, los impactos acumulativos derivados de la expansión de las plantaciones de eucalipto en la región podrían ser controlados y minimizados. Esto contribuiría significativamente a la reducción de riesgos ambientales y sociales, promoviendo un modelo de desarrollo sostenible que maximice los beneficios para el país y sus comunidades, al tiempo que se garantiza la protección y conservación de los recursos naturales y ecosistemas de la región

Las estrategias de mitigación de impactos acumulativos refuerzan la necesidad de una gestión adaptativa y a largo plazo, capaz de responder a los desafíos ambientales y sociales a medida que surgen. Como ejemplo, la implementación de corredores ecológicos, la preservación de áreas húmedas, la protección de las franjas de vegetación ribereña y el control riguroso del uso de pesticidas y fertilizantes son medidas esenciales para minimizar los impactos negativos y garantizar la sostenibilidad.

El análisis de los diferentes escenarios enfatizó la importancia de un enfoque integrado y sostenible para la gestión de estas plantaciones, especialmente en áreas ecológicamente sensibles y socialmente vulnerables. Dentro de los escenarios propuestos, el deseado es el que se espera para un desarrollo sostenible, al proponer un equilibrio entre el crecimiento económico y la conservación ambiental del país. Este estudio puede utilizarse como una referencia atemporal para consultas sobre la evaluación de los impactos acumulativos en la región Oriental de Paraguay en diferentes áreas productivas o no productivas.

Es esencial realizar estudios detallados para cada nuevo emprendimiento forestal, con el fin de evaluar los impactos específicos y desarrollar medidas de mitigación adecuadas, garantizando que el crecimiento de las plantaciones se lleve a cabo de manera responsable y sostenible, respetando las particularidades de cada área y las necesidades de las comunidades locales.

10 RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

La región Oriental de Paraguay es favorable para el desarrollo de plantaciones forestales de eucalipto, tanto por las condiciones ambientales de suelo y clima como por las condiciones económicas.

En este contexto, sería recomendable reforzar el contenido de los actuales Estudios de Impacto Ambiental para que aborden esta problemática de manera sistémica.

Nuevas inversiones en plantaciones de eucalipto serán más adecuadas y tendrán menores impactos en áreas previamente degradadas o alteradas (como áreas agrícolas y ganaderas) y dentro de los límites de los departamentos de Caazapá, San Pedro, Concepción, Alto Paraná e Itapúa, que aparecen como sitios más adecuados para el establecimiento de nuevas plantaciones de eucalipto, según se desprende del presente estudio.

Este desarrollo debe centrarse siempre en la integración con actividades agropecuarias, la preservación de los recursos hídricos, la conservación de la biodiversidad y el desarrollo socioeconómico.

El éxito de esta iniciativa dependerá de la adopción de prácticas de manejo sostenible, del cumplimiento riguroso de las normas ambientales y del compromiso continuo de todos los actores involucrados: productores, empresas, autoridades gubernamentales y comunidades locales.

De esta manera, será posible alcanzar un modelo de desarrollo que no solo satisfaga las demandas económicas, sino que también preserve los recursos naturales y promueva el bienestar de las generaciones futuras.

REFERENCIAS

ACEVEDO, N. et al. Areas prioritarias para la conservación en la Región Oriental del Paraguay. Asunción: Centro de Datos de la Conservación, 1990. 99 p.

ACHAT, D. L.; DELEUZE, C.; LANDMANN, G.; POUSSE, N.; RANGER, J.; AUGUSTO, L. Quantifying consequences of removing harvesting residues on forest soils and tree growth: a meta-analysis. Forest Ecology and Management, v. 348, p. 124-141, 2015.

ALEXANDRINO, E. R. et al. Bird sensitivity to disturbance as an indicator of forest patch conditions: an issue in environmental assessments. Ecological Indicators, v. 66, p. 369-381, 2016.

ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A. Carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Brasília, DF: Embrapa Gado de Corte, 2015a. 32 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 210).

ALVES, F. V.; NICODEMO, M. L. F.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. Bem-estar animal em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (org.). Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2015b. v. 1. p. 273-287.

APM/SA. Libro Rojo de los Mamíferos del Paraguay: especies amenazadas de extinción. Asunción: Editorial CREATIO, 2017.

AZPIROZ, A. B. et al. Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. Journal of Field Ornithology, v. 83, n. 3, p. 217-246, 2012.

BARTRINA, L. Contexto geográfico general. In: SALAS–DUEÑAS, D. A.; FACETTI, J. F. (Eds.). Biodiversidad del Paraguay: una aproximación a sus realidades. Asunción: Fundación Moisés Bertoni, 2007. p. 25-32.

BINKLEY, D.; CAMPOE, O. C.; ALVARES, C.; CARNEIRO, R. L.; CEGATTA, I.; STAPE, J. L. The interactions of climate, spacing and genetics on clonal Eucalyptus plantations across Brazil and Uruguay. Forest Ecology and Management, v. 405, p. 271-283, 2017.

BORMA, L. Why are tropical forests important for our well-being? Eos, 104, 2023.

BOYD, I. L.; FREER-SMITH, P. H.; GILLIGAN, C. A.; GODFRAY, H. C. J. The Consequence of tree pests and diseases for ecosystem services. Science, v. 342, p. 1-10, 2013.

BRANCALION, P. H. S.; LAMB, D.; CECCON, E.; BOUCHER, D.; HERBOHN, J.; STRASSBURG, B.; EDWARDS, D. P. Using markets to leverage investment in forest and landscape restoration in the tropics. Forest Policy and Economics, v. 85, p. 103–113, 2017.

BROCKERHOFF, E. G.; LIEBHOLD, A. M. Ecology of forest insect invasions. Biological Invasions, v. 19, n. 11, p. 3141–3159, 2017.

BROOKS, T. M. et al. New information on nine birds from Paraguay. Ornitologia Neotropical, v. 6, p. 129-134, 1995.

BUENO, S. M. R. Expansão da monocultura do eucalipto e seu impacto econômico na transformação da paisagem na vida e no desenvolvimento da população do município de Itapetininga/SP. 2014. 72 f.,

il. Monografia (Licenciatura em Geografia) - Universidade de Brasília, Universidade Aberta do Brasil, Itapetininga-SP, 2014.

CALDATO, S. L.; SCHUMACHER, M. V. O uso de água pelas plantações florestais: uma revisão. Ciência Florestal, v. 23, n. 3, p. 507-516, 2013. DOI: https://doi.org/10.5902/1980509810562.

CAMPOE, O. C.; IANNELLI, C.; STAPE, J. L.; COOK, R. L.; MENDES, J. C. T.; VIVIAN, R. Atlantic Forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration plantation: from leaf physiology to survival and initial growth. Forest Ecology and Management, v. 313, p. 233-242, 2014.

CAMPOS, Maria Lúcia. Ciclagem de nutrientes em florestas e pastagens. 1998.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n. 2, p. 277-289, 2010.

CASTILLO, H. Actualización de la lista comentada de aves del Paraguay. Paraquaria Natural, v. 1, n. 1, p. 6-9, 2013.

CEC. Commission of the European Communities. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Thematic Strategy for Soil Protection. COM 231 Final. Brussels. 2006.

CERULLO, G. R.; EDWARDS, D. P. Actively restoring resilience in selectively logged tropical forests. Journal of Applied Ecology, v. 56, p. 107-118, 2019.

CHIARELLO, A.G. Effects of fragmentation of the Atlantic Forest on mammal communities in south-eastern Brazil. Biological Conservation, 89: 71–82, 1999.

COLLAR, N. J. The conservation of grassland birds: towards a global perspective. In: GUTIÉRREZ, J. F.; SANZ-ZUASTI, J. (Eds.). Conservación de las aves estaparias y su habitat. Valladolid: Junta de Castilla y León, p. 9-18, 1996.

CONTRERAS, J. R. et al. Atlas ornitogeográfico de la Provincia de Formosa, República Argentina. Buenos Aires: Fundación Felix de Azara, 2014.

CONTRERAS, J. R. et al. Estudios bioecológicos sobre los humedales del Ñeembucu: desarrollo urbano y antropización creciente del medio natural en el Departamento del Ñeembucú al sur del río Tebicuary, República del Paraguay. Buenos Aires: Fundación Felix de Azara, 2007.

CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC). Manual de Buenas Prácticas - Evaluación y Gestión de Impacto Acumulativo: Orientación para el Sector Privado en Mercados Emergentes. Disponible em: https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/mgrt/ifc-cia-esp.pdf. Acceso em: 13 de Junio de 2024. Banco Mundial, 2015.

COSTA, L. P. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic Forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. Journal of Biogeography, v. 30, n. 1, p. 71-86, 2003.

CRACRAFT, J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. In: BUCKLEY, P. A. et al. (Eds.). Neotropical ornithology. Washington: American Ornithologists' Union, p. 49-84, 1985.

CUBAS-BÁEZ, A. Eucalyptus sp. Investment analysis. Memorandum from Cubas-Báez to Fred Cubbage dated Oct. 22, 2020. North Carolina State University. College of Natural Resources. Dept. of Forestry and Environmental Resources, 2020.

DALE, V. H. et al. Environmental and Socioeconomic Indicators for Bioenergy Sustainability as Applied to Eucalyptus. International Journal of Forestry Research, vol. 2013, Article ID 215276, 10 p., 2013.

DAVIDSON, J. Ecological aspects of eucalyptus plantation. Proceedings Regional Expert Consultation on Eucalyptus, v. I, 4-8 out. 1993.

DAVIDSON, J. Setting aside the idea that eucalyptus are always bad. UNDP/FAO project Bangladesh BGD/79/017, 1985 (Working Paper, 10).

DAVIS, R. R.; CUBAS-BÁEZ, A.; CUBBAGE, F.; KANIESKI DA SILVA, B. Plantation forestry in Paraguay emerges. Journal of Forest Business Research, 3 (1): 103-150, 2024.

DIESTE, A.; NOEL CABRERA, M.; CLAVIJO, L.; CASSELLA, N. Analysis of wood products from an added value perspective: The Uruguayan forestry case. Maderas, Ciencia y Tecnología, vol. 21, no. 3, Concepción, jul. 2019.

DINERSTEIN, Eric; OLSON, David M.; GRAHAM, Douglas J.; WEBSTER, Avis L.; PRIMM, Steven A.; BOOKBINDER, Marnie P.; LEDEC, George. *A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. Washington, DC: The World Bank, 1995.

DITT, E. H.; MOURATO, S.; GHAZOUL, J.; KNIGHT, J. Forest conversion and provision of ecosystem services in the Brazilian Atlantic Forest. Land Degradation & Development, v. 21, p. 591-603, 2010.

DVORAK, W. S. Water use in plantations of eucalypts and pines: a discussion paper from a tree breeding perspective. International Forestry Review, v. 14, n. 1, p. 110-119, 2012.

EGEA, J. de et al. Checklist of vascular plants of the Department of Ñeembucú, Paraguay. PhytoKeys, v. 9, p. 15-179, 2012.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. The Botanical Review, v. 38, p. 201-341, 1972.

ESQUIVEL, M. A. et al. Status of the avifauna of San Rafael National Park, one of the last large fragments of Atlantic Forest in Paraguay. Bird Conservation International, v. 17, p. 301-317, 2007.

EUR-LEX. Regulation (EU) 2023/1115 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023.

FACCO, A. G.; RIBEIRO, A.; PRUSKI, F. F.; MONTEIRO, W. C.; LEITE, F. P.; ANDRADE, R. G.; MENEZES, S. J. M. da C. Técnicas de geoinformação para estimativa do balanço hídrico em eucalipto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n. 9, p. 1243-1250, 2012.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations; ITPS. Intergovernmental Technical Panel on Soils. The role of soils in ecosystem processes. In: Status of the world's soil resources. Rome, 2015, p. 13-30. (Main report).

FARIAS, C. Efeito de florestas plantadas de eucalipto sobre os aspectos qualitativos e quantitativos dos corpos hídricos e os nutrientes no solo. 2021. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021.

FARIÑA, T. The climate of Paraguay. In: GORHAM, J. R. (Ed.). Paraguay: Ecological Essays. Miami: Academy of Arts and Sciences of the Americas, 1973. p. 33-38.

FARINACI, J. S.; FERREIRA, L. C.; BATISTELLA, M. Transição florestal e modernização ecológica: a eucaliptocultura para além do bem e do mal. Ambiente e Sociedade, v. 16, p. 25-46, 2013.

FELFILI, J. M. Fragmentos de florestas estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. In: COSTA, R. B. (Org.). Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste. Campo Grande: UCDB, 2003, p. 139-160.

FEREZ, A. P. C.; CAMPOE, O. C.; MENDES, J. C. T.; STAPE, J. L. Silvicultural opportunities for increasing carbon stock in restoration of Atlantic forests in Brazil. Forest Ecology and Management, v. 350, p. 40-45, 2015.

FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. de P.; RODRIGUES, C. B. Managing Forest plantation landscapes for water conservation. Forest Ecology and Management, v. 301, p. 58–66, 2013.

FISCHER, E. et al. Morcegos da Bacia do Alto Paraguai: revisão da fauna e distribuição de registros. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 17, n. 3, p. 585-687, 2022.

FMB. Plan de Manejo 2015-2020 Reserva Natural Tapytá. Asunción: Fundación Moisés Bertoni, 2015.

FMB. Plan de Manejo de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (2020-2030). Asunción: Fundación Moisés Bertoni, 2019.

FOELKEL, C. Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais lenhosos da eucaliptocultura. In: Eucalyptus Online Book & Newsletter. 2007. 48 p.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC). FSC-US Forest Management Standards. 2010. Disponible en: https://us.fsc.org/download.fsc-us-forest-management-standard-with-family-forest-indicators.96.htm. Acceso em agosto de 2024.

FORRESTER, D.; BAUHUS, J.; COWIE, A. L.; VANCLAY, J. K. Mixed-species plantations of Eucalyptus with nitrogen-fixing trees: a review. Forest Ecology and Management, v. 233, n. 2-3, p. 211-230, 2006.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; SICHIERI, F. Integração lavoura-pecuária-floresta como estratégia para aumentar a produtividade e prover serviços ambientais no noroeste do Paraná. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (ed.). Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 266-270.

FSC. The FSC Interim National Standard of the Republic of Paraguay, FSC-STD-PRY-01-2022EN. Disponible en: https://connect.fsc.org/document-centre/documents/resource/1326. Acceso em agosto de 2024.

FSC. FSC Certificates Public Dashboard, Paraguay. Disponible en: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiN2U3NGMyNWEtZTAxNS00MzVhLWExNmMtOThhZjdiYjQ4MWNkIiwidCI6IjEyNGU2OWRiLWVmNjUtNDk2Yi05NmE5LTVkNTZiZWMxZDI5MSIsImMiOjl9. Acceso em agosto de 2024.

GABRIELLE, B.; NGUYEN, N.; MAUPU, P.; VIAL, E. Life cycle assessment of eucalyptus short rotation coppices for bioenergy production in southern France. GCB Bioenergy, v. 5, n. 1, p. 30-42, 2013.

GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGO, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J.-P.; LACLAU, J.-P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. Forest Ecology and Management, v. 301, p. 6-27, 2013.

GUYRA PARAGUAY. Lista comentada de las Aves de Paraguay. Asunción, Asociación Guyra Paraguay, 2004.

HICKS, G. et al. The avifauna of the Paraguayan department of Ñeembucú. Boletim do Museu Nacional de História Natural de Paraguay, v. 26, A, p. 3-54, 2022.

HUNINK, J. E.; DROOGERS, P.; KAUFFMAN, S.; MWANIKI, B. M.; BOUMA, J. Quantitative simulation tools to analyze up- and downstream interactions of soil and water conservation measures: Supporting policy making in the Green Water Credits program of Kenya. Journal of Environmental Management, v. 111, p. 187-194, 2012.

INFONA. Reporte de Zonas con Potencial Forestal del Paraguay. Asunción: Instituto Forestal Nacional, 2023. 15p.

INFONA. Nuestros Bosques, Reporte Nacional de Cobertura Forestal y Cambios de Uso de la Tierra, 2020-2022. Informe sobre el estado de los bosques del Paraguay. Asunción: Instituto Forestal Nacional, 2022. Disponible en: https://estadisticasambientales.ine.gov.py/documentos_single.php?id=62. Acceso en agosto de 2024.

IUCN. IUCN Redlist of Threatened Species. Versión 2024-1. Disponible en: https://www.iucnredlist.org/. Acceso en agosto de 2024.

JACOVINE, L. A. G. et al. Seqüestro de carbono em povoamentos florestais de eucalipto e a geração de créditos de carbono. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 29, 2008.

JOST, L. The relation between evenness and diversity. Diversity, v. 2, p. 207-232, 2010.

LACLAU, J.-P.; LEVILLAIN, J.; DELEPORTE, P.; NZILA, J. D.; BOUILLET, J.-P.; ANDRÉ, L. S.; VERSINI, A.; MARESCHAL, L.; NOUVELLON, Y.; M'BOU, A. T.; RANGER, J. Organic residue mass at planting is an excellent predictor of tree growth in Eucalyptus plantations established on a sandy tropical soil. Forest Ecology and Management, v. 260, p. 2148-2159, 2010.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, J. R. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey Circular, 1971.

LESTERHUIS, A.; CLAY, R. P.; SMITH, P. New and noteworthy records of waterbirds from Paraguay. Brazilian Journal of Ornithology, v. 26, p. 65-73, 2018.

LIEBHOLD, A. M.; BROCKERHOFF, E. G.; KALISZ, S.; NUNEZ, M. A.; WARDLE, D. A.; WINGFIELD, M. J. Biological invasions in forest ecosystems. Biological Invasions, v. 19, p. 3437-3458, 2017.

LIFE INSTITUTE. Ecorregiones del Paraguay. 2022. Disponible en: https://institutolife.org/wp-content/uploads/2018/11/Ecorregiones_del_Paraguay.pdf. Acceso en agosto de 2024.

LIMA, W. P. Impacto Ambiental do Eucalipto. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Edusp, SP, 2ª ed., 1993. 302 p.

LUCCA, A. C. de et al. Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil: parte 2 – Amazônia, Cerrado e Pantanal. São Paulo: SAVE Brasil, 2009.

MADROÑO N., A.; ESQUIVEL, E. Reserva Natural del Bosque de Mbaracayú: su importancia en la conservación de aves amenazadas, cuasi-amenazadas y endémicas del Bosque Atlántico. Cotinga, v. 4, p. 52-57, 1995.

MAPBIOMAS. MapBiomas Paraguay, 2023. Disponible en: https://paraguay.mapbiomas.org/. Acceso en agosto 2024.

MCBRATNEY, A.; FIELD, D. J.; KOCH, A. The dimensions of soil security. Geoderma, v. 213, p. 203-213, 2014.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystem and human well-being: synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005. 145 p.

MERELES, F.; DEGEN, R.; LOPEZ-DE-KOCHALKA, N. Humedales en el Paraguay: breve reseña de su vegetación. Amazoniana, v. 12, n. 2, p. 305-316, 1992.

MOLEDO, J. C. et al. Impactos ambientais relativos à silvicultura de eucalipto: uma análise comparativa do desenvolvimento e aplicação no plano de manejo florestal. Geociências (São Paulo), v. 35, n. 4, p. 512-530, 2016.

MONGES, E. Global Timber Investments Template. Provided by Fred Cubbage, personal communication. Used in Cubbage et al. 2022 (above). NC State University. Raleigh, NC, USA, 2017.

MORALES, C. et al. El contexto ambiental de los cultivos de arroz en Paraguay. In: Friedman, A.; Wei, B. (Eds.). Arroz un negocio creciente. Asunción: USAID/Paraguay Vende, 2010. p. 49-52.

MORRONE, J. J. Biogeografía de América Latina y el Caribe. Zaragoza: M&T Manuales y Teses SEA, v. 3, 2001a.

MORRONE, J. J. The Parana subregion and its provinces. Physis (Buenos Aires), v. 58, p. 1-7, 2001b.

NUNES, A. P. et al. Checklist of the birds of Mato Grosso do Sul state, Brazil: diversity and conservation. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 62, p. e202262029, 2022.

OLIVER, T. H.; HEARD, M. S.; ISAAC, N. J. B.; ROY, D. B.; PROCTER, D.; EIGENBROD, F.; FRECKLETON, R.; HECTOR, A.; ORME, C. D. L.; PETCHEY, O. L.; PROENÇA, V.; RAFFAELLI, D.; SUTTLE, K. B.; MACE, G. M.; MARTÍN-LÓPEZ, B.; WOODCOCK, B. A.; BULLOCK, J. M. Biodiversity and resilience of ecosystem functions. Trends in Ecology & Evolution, v. 30, p. 673-684, 2015.

ORTÍZ, R.; MOLINAS, A. El mercado de productos forestales en Paraguay. Seminario virtual de actualización sobre mercado y legislación forestal. Unique-Wood, Paraguay, 2022. Disponible en: https://www.afd.gov.py/archivos/noticias/Mercado_de_Productos_Forestales_en_Paraguay.pdf?time=1669231681765. Acceso em agosto de 2024.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (ed.). Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

PASSOS, M. C.; OLIVEIRA, A. D.; RIBEIRO, F. C.; LIMA, A. S.; SILVA, F. R. C.; MENDONÇA, S. R. L. Emissão de óxido nitroso em latossolo sob cultivos de eucalipto e vegetação de Cerrado. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 20.; CONGRESO PERUANO DE LA CIENCIA DEL SUELO,

16., 2014, Cusco. Educar para preservar el suelo y conservar la vida en la tierra. Cusco: Centro de Convenciones de la Municipalidad del Cusco, 2014.

PAYN, T.; CARNUS, J. M.; SMITH, P. F.; KIMBERLEY, M.; KOLLERT, W.; LIU, S.; ORAZIO, C.; RODRIGUEZ, L.; SILVA, L. N.; WINGFIELD, M. J. Changes in planted forests and future global implications. Forest Ecology and Management, v. 352, p. 57-67, 2015.

POORE, M. E. D.; FRIES, C. The ecological effects of eucalyptus. FAO, 1985.

RODRÍGUEZ, O. et al. Status and distribution of Paraguayan macaws (Aves: Psittacidae) with a new country record. Arquivos de Zoologia, v. 59, p. e20195960, 2019.

RONQUIM, C.C. Diversidade de espécies florestais nativas no sub-bosque dos gêneros Eucalyptus e Pinus no Brasil: listagem de 1.136 espécies descritas em 106 trabalhos científicos. Campinas: Embrapa Territorial, 2021.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENCO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANCHA, N. de la. Patterns of small mammal diversity in fragments of subtropical interior Atlantic Forest in eastern Paraguay. Mammalia, v. 78, p. 437-449, 2014.

SANCHA, N. de la et al. An annotated checklist of the mammals of Paraguay. Therya, v. 8, n. 3, p. 241-260, 2017.

SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. R. Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 138 p.

SHVIDENKO, A.; BARBER, C. V.; PERSSON, R. (Coord.). Forest and woodland systems. In: HASSAN, R.; SCHOLES, R.; ASH, N. (ed.). Ecosystems and human well-being: current state and trends: findings of the Condition and Trends Working Group. Washington, DC: Island Press, 2005. p. 585-621.

SILVA, L. N.; FREER-SMITH, P.; MADSEN, P. Production, restoration, mitigation: a new generation of plantations. New Forests, v. 50, p. 153-168, 2019a.

SILVA, R. F. B.; BATISTELLA, M.; PALMIERI, R.; DOU, Y.; MILLINGTON, J. D. A. Eco-certification protocols as mechanisms to foster sustainable environmental practices in telecoupled systems. Forest Policy and Economics, v. 105, p. 52-63, 2019b.

SILVA, P. H. M.; POGGIANI, F.; LIBARDI, P. L.; GONÇALVES, A. N. Fertilizer management of eucalypt plantations on sandy soil in Brazil: Initial growth and nutrient cycling. Forest Ecology and Management, v. 301, p. 67-78, 2013.

SILVEIRA, P. B. Mamíferos de médio e grande porte em florestas de Eucalyptus spp com diferentes densidades de sub-bosque no município de Itatinga, SP, 2005.

SMITH, P.; DÍAZ, S. D. R.; CIBOIS, A. Birds of Reserva Natural Laguna Blanca, departamento San Pedro, Paraguay and the imminent threats to their conservation. Revista Biodiversidad Neotropical, v. 6, p. 55-67, 2016.

SMITH, P.; RÍOS, S. D. Distribution and status of Paraguayan Xenarthra: towards a better understanding. Edentata, v. 19, p. 1-29, 2018.

SOARES, A. A. V.; LEITE, H. G.; SOUZA, A. L.; SILVA, S. R.; LOURENÇO, H. M.; FORRESTER, D. I. Increasing stand structural heterogeneity reduces productivity in Brazilian Eucalyptus monoclonal stands. Forest Ecology and Management, v. 373, p. 26-32, 2016.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, S.; LOOS, R. A.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S. R.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M. D. A.; LIMA, A. M. N.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; ANDRADE, H. B.; ALVES, J. M.; SILVA, G. G. C.; AZEVEDO, M. R. The Brazil eucalyptus potential productivity project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. Forest Ecology and Management, v. 259, p. 1684-1694, 2010.

STRAUBE, F. C.; DI GIÁCOMO, A. La avifauna das regiones subtropical y temperada del Neotrópico: desafíos biogeográficos. Ciencia & Ambiente, v. 35, p. 137-166, 2007.

THOMPSON, I. D.; OKABE, K.; PARROTTA, J. A.; BROCKERHOFF, H. J.; FORRESTER, D. I.; TAKI, H. Biodiversity and ecosystem services: lessons from nature to improve management of planted forests for REDD-plus. Biodiversity and Conservation, v. 23, p. 2613-2635, 2014.

Timbertradeportal.com. US Lacey Act. 2023. Disponible en: https://www.timbertradeportal.com/en/p/6/us-lacey [1] act#:~:text=a%20ban%20on%20the%20trade,%2C%20volume%2C%20and%20value%3B%20and. Acceso en agosto de 2024.

VARGAS, A. Día de campo: potencial de la producción forestal en el Chaco Central. Paraguay. Disponible en: https://cifca.agr.una.py/novedades/dia-de-campo-potencial-de-la-produccion-forestal-en-el-chaco-central/. Acceso en agosto de 2024.

VELÁZQUEZ, M. C.; PINTO, F. R. Guía de los mamíferos de la Reserva Natural Tapytá. Asunción: Fundación Moisés Bertoni, 2014.

VERSINI, A.; LACLAU, J.-P.; MARESCHAL, L.; PLASSARD, C.; DIAMESSO, L. A.; RANGER, J.; ZELLER, B. Nitrogen dynamics within and between decomposing leaves, bark and branches in Eucalyptus planted forests. Soil Biology & Biochemistry, v. 101, p. 55-64, 2016.

VIHERVAARA, P.; MARJOKORPI, A.; KUMPULA, T.; WALLS, M.; KAMPPINEN, M. Ecosystem services of fast-growing tree plantations: a case study on integrating social valuations with land-use changes in Uruguay. Forest Policy and Economics, v. 14, p. 58-68, 2012.

VITAL, M. H. F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez. 2007.

ZALESNY JUNIOR, R. S.; STANTURF, J. A.; GARDINER, E. S.; PERDUE, J. H.; YOUNG, T. M.; COYLE, D. R.; HEADLEE, W. L.; BAÑUELOS, G. S.; HASS, A. Ecosystem services of woody crop production systems. Bioenergy Research, v. 9, p. 465-491, 2016.

ANEXOS

ANEXO I - RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS

EMPRESA A

EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA Y BIODIVERSIDAD POR PLANTACIONES DE EUCALIPTO

EMPRESA: SilviPar S. A.		FECHA DE ENTREVISTA	16/07/24
UBICACIÓN: Coronel Bogado, Itapúa		ENTREVISTADO	Ramon Gonzales, Patricia Cañete, Federico Monte Domecq
OBJETIVO DE LAS PLANTACIONES	Celulosa y otros fines múltiples	INICIO DE LAS PLANTACIONES (año):	2013
ÁREA DE PLANTACION (ha):	21.535 (junio 2024) plantados	ESPECIES:	*Clones de urograndis*
ÁREA DE CONSERVACION (ha):	12.911 (junio 2024) conservados		
OTRAS AREAS - Especificar			
		CICLO DE CORTA (AÑOS)	7
INFORMACIONES ADICIONALES	SilviPar se fundó en 2013 con el objetivo de desarrollar un sistema de plantación forestal sostenible en la región de Itapúa, al sur de Paraguay. En 2021, unió fuerzas con Astarte Capital Partners para crear el SA Impact Forestry Fund (SAIFF), una plataforma de inversión que le permite atraer capital y financiar la expansión de sus activos forestales. Objetivo es adquirir 80.000 ha de tierra y disponer de éstas 25% de áreas de conservación. La empresa posee 11 propiedades, de las cuales 7 se encuentran certificadas y 4 en proceso.		

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Existe en la propiedad o en su entorno cursos superficiales de agua, nacientes o zonas bajas inundables?	X		Cursos de agua (arroyos, ríos y humedales) superficial pueden ser encontrados en las fincas y sus entornos, así como zonas bajas inundables. Las Fincas de SilviPar se localizan mayormente en porciones de la cuenca media del rio Tebicuary (vertientes al rio Paraguay), Cuenca media del Arroyo Aguapey, Cuenca media del Arroyo Tacuary y Arroyo Yabebyry (todas vertientes al rio Parana).
¿La empresa realiza monitoreos periódicos sobre el comportamiento de estas zonas o cursos de agua? Si es así, ¿cuáles son los resultados?	X		Se realizan evaluaciones previas del comportamiento y dinámica del agua para el diseño de infraestructura en las fincas y se evalúa periódicamente para optimización del drenaje. Se desarrollan monitoreos de nivel freático y de calidad de agua de manera puntual.
¿Se han realizado consultas con las comunidades aledañas sobre cómo ellas perciben las plantaciones de eucalipto y si afectan o no algún aspecto de sus intereses, como la calidad y disponibilidad de agua u otros usos?	X		SilviPar viene realizando consultas y dialogo continuo con las comunidades locales como la divulgación e información temprana de las actividades operativas, de conservación y de prevención y gestión conjunta de riesgos identificados (ej. Incendios). Las comunidades locales se consideran afectadas positivamente por la oferta de empleo y servicios, así como el apoyo a sus necesidades de infraestructura pública y recursos materiales para acciones puntuales. No se ha tenido registro de afectaciones y /o percepciones de afectación a la calidad y disponibilidad del agua u otros usos. Se tienen registros de permiso a personas para acceso por actividades pesca tradicional como modo de vida identificado y valorado. La empresa apoya a 15 comunidades en 9 municipios.
¿Hay resultados de estas consultas? ¿Se podría sintetizar?	X		La comunidad destaca la oportunidad de fuentes de trabajo formal y favorece la permanencia de rubros tradicionales como la apicultura, la pesca de subsistencia y apoyos con mejoramiento de condiciones de infraestructura pública y actividades puntuales en las comunidades.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Existen en el entorno de la propiedad otras actividades o proyectos (agrícolas, ganaderos o forestales) que potencialmente puedan contribuir a los impactos ambientales acumulativos?	X		En el entorno de algunas propiedades se tiene desarrollo agrícola intensivo y pecuaria que pueden contribuir a impactos ambientales cumulativos como incendios, potencial erosión y contaminación de cursos de agua y suelos por accidentes y/o mala gestión de aplicación de defensivos agrícolas, entre otros.
¿Se han establecido en la propiedad áreas de conservación de la fauna y flora, como reservas de bosques nativos, áreas de protección/preservación permanente y corredores ecológicos/conectividad?	X		SilviPar cuenta con áreas de conservación legal y voluntarias que comprenden bosques, zonas de protección de cauces (bosques y pastizales), sabanas de pastizales y humedales. El diseño de conservación prioriza la conectividad de ecosistemas como corredores ecológicos que permitan la permanencia y desarrollo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.
¿La empresa realiza monitoreos periódicos sobre estas áreas de conservación?	X		Monitoreos de biodiversidad anuales. Evaluación de medidas de prevención y control de amenazas (incendios, extracción selectiva, caza, atropellamientos de fauna).
¿Existen registros de especies vegetales y animales consideradas amenazadas de extinción en la propiedad? ¿Cuáles son estas especies?	X		Listado de 62 especies según normativa local, IUCN y Cites. A ser proveída.
¿Qué presiones inciden sobre las especies amenazadas? Por ejemplo, caza, atropellos, enfermedades transmitidas por animales domésticos, muertes por uso abusivo de agrotóxicos, entre otros.	X		Incendios provocados, atropellamiento, caza, riesgos de contaminación por mala gestión de defensivos agrícolas (en menor medida).
¿Se han establecido corredores ecológicos/conectividad entre las áreas de reserva de la empresa y otras áreas del entorno?	X		Si, ejemplo áreas de conservación diseñadas para conectar al Refugio de Vida Silvestre Uabebyry (Misiones, Paraguay). Áreas de pastizales conectando isletas de bosques a humedales y al rio Tebicuary (Caazapá), áreas de pastizales y bosques conectando a estero del Arroyo de Aguapey (Misiones).

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Las especies raras y amenazadas y sus hábitats son protegidos, incluyendo a través de zonas de conservación, áreas de protección y de conectividad?	X		Una vez identificados, se determinan áreas de alto valor de conservación para la protección de las especies y sus hábitats.
¿La empresa tiene algún convenio o acuerdo firmado con instituciones de investigación u órganos gubernamentales para el desarrollo de acciones de conservación de la biodiversidad en sus propiedades? En caso afirmativo, citar.		X	
¿La empresa ha realizado trabajos de educación ambiental para sus funcionarios o para la comunidad del entorno de las propiedades? ¿Tiene registros de los resultados de estas acciones?	X		Todos los contratistas en todas las fincas reciben entrenamiento sobre Áreas de conservación, fauna y flora de alto valor, acciones permitidas y restringidas y registros de avistamiento de fauna. Como resultado SilviPar cuenta con un registro online georeferenciado de biodiversidad por medio de observaciones de campo por parte de contratistas y staff. En consultas con comunidades se informa sobre las áreas de conservación y las medidas de gestión de la biodiversidad y se promueve la protección de las mismas.
¿La empresa realiza prácticas de conservación del suelo para evitar la erosión y mantener la fertilidad? ¿Cuáles y cómo son monitoreadas?	X		Estudios hidrológicos previos para caracterización de la dinámica del agua en la finca y su entorno (macro drenajes) orientan el diseño de las plantaciones. Diseño de infraestructura (caminos y canales) con respetan la dirección de flujo y pendientes naturales. Los sistemas de drenajes contienen medidas estructurales de control de velocidad y sedimentos para evitar afectaciones (en cantidad y calidad) a cursos de agua que reciben los volúmenes de escorrentía. Evaluaciones periódicas y optimización del sistema de drenaje.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿La empresa realiza gestión y control de incendios forestales? ¿Cuáles son las medidas preventivas? ¿Estas medidas se extienden a las comunidades vecinas? ¿Cómo?	X		Capacitación y entrenamiento permanente de contratistas, staff, comunidad local, autoridades, bomberos locales y vecinos. Acuerdos de prevención y gestión de incendios con compañías locales de bomberos. Planes de protección forestal por finca con acciones de prevención y control generales y especificas (capacitaciones, equipamientos, dialogo, cortinas cortafuego permanentes y emergenciales)
Desde el inicio de las plantaciones, ¿ha notado la empresa cambios en las aguas superficiales o en la biodiversidad local que puedan ser atribuibles a las plantaciones de eucalipto?		X	De acuerdo con monitoreos de aguas superficiales y aguas subterráneas de pozos de consumo no se han detectado cambios atribuibles a las plantaciones de eucalipto. En la biodiversidad local de acuerdo con el monitoreo anual se ha incrementado el número de especies registradas a más de 1000, con 62 bajo algún grado de amenaza y/o peligro. Al momento no se han detectado cambios atribuibles a las plantaciones de eucalipto.
¿Las grandes plantaciones de eucalipto tienen el potencial de causar efectos ambientales negativos de alcance y magnitud considerables? ¿Considera esto un hecho cierto o no? ¿Por qué?	X		Grandes plantaciones continuas de eucalipto sin planificación en áreas de suelos frágiles, baja precipitación y/o déficit hídrico dominante tienen alto potencial de efectos negativos considerables.
¿La empresa posee algún tipo de certificación, por ejemplo, FSC, ISO u otra?	X		La empresa posee certificación ISO 9001, FSC (Licencia Código FSC-C160805, Certificación de CO2 Verified Carbon Standard (VCS) y Estándares de certificación Climate, Community and Biodiversity (CCB)

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
Si posee certificaciones, ¿desde cuándo? (favor indique la fecha).	X		ISO desde 2015 FSC desde 2019 VCS y CCB desde 2023
OTROS COMENTARIOS: SilviPar cuenta con un Análisis e identificación de Riesgos e Impactos Ambientales y Sociales (ESIA, en inglés) y su correspondiente Plan de Gestión y Monitoreo Ambiental y Social (ESMMP, en inglés) bajo implementación con medidas de prevención, reducción, control y mitigación correspondientes.			

EMPRESA B

EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA Y BIODIVERSIDAD POR PLANTACIONES DE EUCALIPTO

EMPRESA: Desarrollos Madereros SA (POMERA)		FECHA DE ENTREVISTA	15 julio 2024
UBICACIÓN: Caazapá		ENTREVISTADO	Ricardo Kiriluk
OBJETIVO DE LAS PLANTACIONES	Manejo para Madera Sólida	INICIO DE LAS PLANTACIONES (año):	1.996
ÁREA DE PLANTACION (ha):	4.500 (ha)	ESPECIES:	*Eucalyptus spp (E. híbridos grandis x urophylla, E. Grandis, C. citriodora, C. variegata).*
ÁREA DE CONSERVACION (ha):	- 3.000 (ha) Propio (bosque nativo bajo manejo) - Reserva Tapytá fue donado a la Fundación Moisés Bertoni en 2005, posee 4.737 ha + USD 100 mil en fideicomiso para administrar la reserva		
OTRAS AREAS - Especificar	300 (ha) (Praderas bajas) y 100 (ha) (Infraestructura)		
		CICLO DE CORTA (AÑOS)	7 años
INFORMACIONES ADICIONALES	Los datos se refieren al predio visitado: Estancia Tapytá		

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Existe en la propiedad o en su entorno cursos superficiales de agua, nacientes o zonas bajas inundables?	X		En la parte este de la propiedad el predio limita con los arroyos Tayay y Tebicuary. Dentro de la propiedad hay cursos de agua menores, como el arroyo Sarã y Yuqueri y otros.
¿La empresa realiza monitoreos periódicos sobre el comportamiento de estas zonas o cursos de agua? Si es así, ¿cuáles son los resultados?	X		Si. La empresa realiza anualmente los Análisis de Aguas para consumo humano, y quinquenal las aguas superficiales (arroyos) que ingresan y egresan el curso de agua por la propiedad, evaluando: En Arroyo: Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5), Demanda Química de Oxigeno (DQO). Presencia o no de Glifosato, Isoxaflutole, y Clethodim. Estos Agroquímicos se encuentran ausentes en los análisis de laboratorio. En Agua potable: a) Físico Químico (Alcalinidad Total, Conductividad, Dureza Total, Fluoreto, pH, Turbidez). b) Bacteriológico (Coliformes Totales. Escherichia coli). Disponible los Resultados Laboratorio Biosollo.
¿Se han realizado consultas con las comunidades aledañas sobre cómo ellas perciben las plantaciones de eucalipto y si afectan o no algún aspecto de sus intereses, como la calidad y disponibilidad de agua u otros usos?	X		Si, dentro del Programa del Plan de Gestión Social, donde se realizan visitas a Comunidades en forma permanente con un programa de asistencia e intercambio de experiencias. Apoyando el manejo de sus huertas, la producción pecuaria y forestal en sus parcelas. Se recibe en forma permanente pedido de asistencia para la producción de madera a partir de plantaciones de eucaliptos. Se tiene un plan de asistencia a los productores vecinos en esta línea que ya lleva tres ciclos de producción con buenos resultados para la comunidad vecina. Venden madera en rollo para la industria local, y también obtienen madera para elaboración de puertas, aberturas, y leña para consumo propio y terceros.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Hay resultados de estas consultas? ¿Se podría sintetizar?	X		Si. Las comunidades ven como algo positivo a las plantaciones de eucaliptos, por eso permanentemente se reciben las solicitudes de vecinos para la asistencia. En base a solicitudes de plantines de Eucalipto por parte de las comunidades vecinas, se implementa al presupuesto del Plan de Gestión Social que contempla el acompañamiento y seguimiento en el manejo hasta la corta final. Las plantaciones de eucaliptos sirven también para refugio de la producción pecuaria de sus parcelas. También sirven para atenuar las temperaturas altas en la época de verano. La comunidad planta eucaliptos en sus parcelas como una caja de ahorro segura.
¿Existen en el entorno de la propiedad otras actividades o proyectos (agrícolas, ganaderos o forestales) que potencialmente puedan contribuir a los impactos ambientales acumulativos?	X		En el entorno de la propiedad hay actividades agrícolas, pecuarias y forestales.
¿Se han establecido en la propiedad áreas de conservación de la fauna y flora, como reservas de bosques nativos, áreas de protección/preservación permanente y corredores ecológicos/conectividad?	X		Si, en la propiedad hay Áreas de Conservación. La Reserva Natural Tapyta fue inaugurada el 17 de octubre de 1998 y obtuvo su estatus legal de "Área Silvestre Protegida a perpetuidad bajo Dominio Privado", por Resolución de la Secretaría de Ambiente N° 726/2005. Los principales objetivos del establecimiento de la Reserva son: a) Promover la protección de especies amenazadas de flora y fauna como parte de la Política Forestal de Desarrollos Madereros S.A. b) Fomentar la educación tanto del personal de Desarrollos Madereros S.A., como de visitantes y las Comunidades vecinas. c) Conformar el corredor biológico entre los parques nacionales Caaguazú (al norte) y San Rafael (al sur). d) Colaborar con los objetivos nacionales de conservación de la biodiversidad.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿La empresa realiza monitoreos periódicos sobre estas áreas de conservación?	X		Si. Se hacen Anualmente Monitoreos en Alianza con Fundación Moisés Bertoni (FMB). Existen parcelas permanentes de monitoreo en el área de Conservación, dentro de la propiedad de Desarrollos Madereros S.A., situada en el Departamento de Caazapá. Dichas parcelas fueron establecidas por la Fundación Moisés Bertoni y son objeto de monitoreo anual para supervisar el estado sanitario de los individuos, y se realiza un seguimiento del crecimiento y de los valores fenológicos de cada individuo cada 5 años. En este informe se presentan los resultados derivados del análisis de datos obtenidos durante la revisión anual del año en curso. También se incorporan comparativas de variables ecológicas relacionadas con el reclutamiento y la mortalidad de los individuos, así como un análisis de la composición florística, con el propósito de lograr una comprensión más profunda de la dinámica presente en el bosque bajo estudio Se encuentra disponible en el documento Monitoreo de Biodiversidad en Bosque Nativo en Tapytá, Desarrollos Madereros S. A., Dpto. Caazapá: Revisión de parcela forestal permanente Informe Final 2023.
¿Existen registros de especies vegetales y animales consideradas amenazadas de extinción en la propiedad? ¿Cuáles son estas especies?	X		Existen registros como el informe anual que presentan los resultados del monitoreo de indicadores de los AVC en los bloques 1 a 4 de la propiedad de Desarrollos Madereros S. A., Dpto. Caazapá. Los indicadores fueron seleccionados en 2016, (Velázquez et al. 2016), estableciéndose, además, la línea de base correspondiente para los siguientes monitoreos anuales. Dentro de los límites de la propiedad de DMSA, (Depto. Caazapá), se conservan algunos remanentes de bosque nativo característicos de la ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná, incluyendo islas de bosque y bosques en galería, que forman parte del área de amortiguamiento de la Reserva Natural Privada Tapytá administrada por la Fundación Moisés Bertoni En el año 2015, en el marco de la certificación ambiental, se identificaron los Altos Valores de Conservación (AVC) en la propiedad de Desarrollos Madereros S. A. Un AVC es un valor biológico, ecológico, social o cultural excepcionalmente significativo o de importancia crítica. Las categorías de AVC son:

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
			AVC 1: Diversidad de Especies: Concentraciones de diversidad biológica que contengan especies endémicas o especies raras, amenazadas o en peligro (RAP), y que son de importancia significativa a escala global, regional o nacional. AVC 2: Ecosistemas y mosaicos a Escala de Paisaje: Ecosistemas y mosaicos de ecosistemas de gran tamaño a escala de paisaje e importantes a escala global, regional 2 o nacional, y que contienen poblaciones viables de la gran mayoría de las especies presentes de manera natural bajo patrones naturales de distribución y abundancia. AVC 3: Ecosistemas, hábitats o refugios raros, amenazados o en peligro: Para poder definir los ecosistemas raros, se debe considerar la presencia de ecosistemas similares en la misma región biogeográfica o país. El tamaño, edad, estructura y composición de especies de un ecosistema pueden ser también criterios importantes. AVC 4: Servicios ecosistémicos: Servicios básicos del ecosistema en situaciones críticas como la protección de áreas de captación de aguas y el control de la erosión de suelos y laderas vulnerables. Se identificaron cuatro remanentes o bloques, que presentan alguno de los seis AVC, en la zona sur de la propiedad, dentro del área de amortiguamiento de la Reserva Natural Tapytá de la Fundación Moisés Bertoni. Documento Relacionado: Sexto Informe de Monitoreo de Indicadores de Alto Valor de Conservación en Tapytá, Caazapá Anexo 1. (pág. 44).
¿Qué presiones inciden sobre las especies amenazadas? Por ejemplo, caza, atropellos, enfermedades transmitidas por animales domésticos, muertes por uso abusivo de agrotóxicos, entre otros.	**X**		La presión que hay sobre las especies amenazadas es la caza furtiva. El Sexto Informe de Monitoreo de Indicadores de Alto Valor de Conservación en Tapytá, Caazapá dentro de las recomendaciones en la pág. 38 menciona: Aumentar el control (patrullaje) en los cuatro bloques para prevenir las actividades de cacería furtiva

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Se han establecido corredores ecológicos/conectividad entre las áreas de reserva de la empresa y otras áreas del entorno?	X		Si, la Reserva Natural Privada Tapyta fue creada con el objetivo de formar un corredor biológico entre el Parque San Rafael y el Parque Caazapá. Disponible Pág. 16, del Resumen Publico del Plan de Manejo año 2024. La Reserva Natural Privada Tapyta se ubica en la estancia que le da su nombre, donada por Desarrollos Madereros S.A. a la ONG Fundación Moisés Bertoni, ubicada, al Este del Departamento de Caazapá, en el distrito de San Juan Nepomuceno. El acceso es por la ruta a Tavaí, luego de transitar unos 25 km de caminos de tierra desde la localidad de San Juan Nepomuceno. La Reserva Natural Privada Tapyta comprende un área de 4.737,3 hectáreas lindante con la propiedad de DMSA. Posee unas 3.518 ha de bosque nativo y 852 ha de sabanas altas e inundables y 445,7 ha de Eucalyptus. En el año 1997 se realizó un estudio preliminar de los recursos naturales de la Estancia Tapyta y se determinó la presencia de elementos importantes a preservar como parte integral de la biodiversidad, lo cual generó la necesidad de crear la reserva denominada Reserva Natural Privada Tapyta. La misma incluye una gran variedad de comunidades naturales formando un mosaico de bosques y sabanas que constituyen un paisaje típico de la ecorregión del Bosque Atlántico Interior y cumple un importante papel en el mantenimiento de corredores biológicos. La Reserva fue inaugurada el 17 de octubre de 1998 y obtuvo su estatus legal de “Área Silvestre Protegida a perpetuidad bajo Dominio Privado”, por Resolución de la Secretaria de Ambiente N° 726/2005. Los principales objetivos del establecimiento de la Reserva son: a) Promover la protección de especies amenazadas de flora y fauna como parte de la Política Forestal de Desarrollos Madereros S.A. b) Fomentar la educación tanto del personal de Desarrollos Madereros S.A., como de visitantes y las Comunidades vecinas. c) Conformar el corredor biológico entre los Parques Nacionales Caaguazú (al norte) y San Rafael (al sur). d) Colaborar con los objetivos nacionales de conservación de la biodiversidad.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Las especies raras y amenazadas y sus hábitats son protegidos, incluyendo a través de zonas de conservación, áreas de protección y de conectividad?	X		Si. Adicionalmente se implementa un Patrullaje por parte de POMERA y también los Guardaparques de FMB. Se distribuye a lo largo de la Propiedad y Zonas lindantes, cartelería con leyendas y pictogramas que promueven el cuidado del ambiente, indicando además la prohibición de la caza, pesca, uso de armas, hacer fuego, y otros.
¿La empresa tiene algún convenio o acuerdo firmado con instituciones de investigación u órganos gubernamentales para el desarrollo de acciones de conservación de la biodiversidad en sus propiedades? En caso afirmativo, citar.	X		Si, con la Fundación Moisés Bertoni (FMB). Adicionalmente se tiene convenio con la UNA relacionado con actividades de I&D de la Carrera de Ing. Forestal. Por ejemplo, se implementan tesis centradas en el uso de la teledetección para evaluar los impactos de los posibles incendios y sus impactos en la biodiversidad. Instituciones educativas solicitan pasantías para sus alumnos, donde quienes al realizar toman conocimiento de las actividades de conservación que lleva adelante POMERA.
¿La empresa ha realizado trabajos de educación ambiental para sus funcionarios o para la comunidad del entorno de las propiedades? ¿Tiene registros de los resultados de estas acciones?		X	Si. La empresa lleva adelante actividades de concienciación ambiental, participando funcionarios de POMERA, Comunidades Vecinas e Instituciones Educativas. Ejemplo de actividad fue el de concientizar a la comunidad vecina de la empresa sobre los problemas que causan los incendios, con la iniciativa de Desarrollos Madereros S.A. en alianza con la Fundación Moisés Bertoni por medio de sus alumnas y docentes del Centro Educativo Mbaracayú, también la presencia de Guardaparques de la Reserva Natural de Tapytá; se desarrolló una Campaña de Educación sobre resiliencia ecológica ante los escenarios de incendios forestales en el área de influencia de la Reserva Natural Tapytá, teniendo en cuenta conceptos básicos sobre los incendios forestales, como se originan, en que magnitud y época ocurren en nuestro país, los efectos en las personas, el ambiente y la economía, incluyendo finalmente las medidas de prevención; a través de la presentación educativa didáctica de una obra con títeres en 9 Instituciones Educativas con más de 500 participantes entre alumnos, docentes, padres de familia y vecinos.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
			La empresa ha iniciado un proceso de certificación de un área para bonos de carbono. Dentro de ese proyecto de certificación se hacen actividades de divulgación relacionadas al mismo y su impacto en el medio.
¿La empresa realiza prácticas de conservación del suelo para evitar la erosión y mantener la fertilidad? ¿Cuáles y cómo son monitoreadas?	X		Si. La Empresa realiza actividades de bajo impacto en lo que respecta a preparación de suelos realizando la menor intervención posible. Los líneos de plantación respetan las curvas de nivel en las parcelas evitando la escorrentía. En lo que respecta a caminos los mismos se diagramaron evitando las pendientes pronunciadas en todo lo posible. Este plan se acompaña con lomos transversales y salidas de aguas en las zonas que sean necesarias, evitando la escorrentía en la línea de caminos y conduciendo el agua a las parcelas lindantes en caso de lluvias torrenciales. En zonas de parcelas donde la pendiente es pronunciada, se monitorea en forma permanente los impactos de las lluvias torrenciales implementado acciones como curvas de nivel y carga con bolsas de arena según la necesidad. Lo que hemos observado a lo largo de casi 30 años de Trabajo es que las plantaciones de eucaliptos, ante eventos de lluvias torrenciales, han servido de gran protección al suelo en las áreas que han sido establecidos.
¿La empresa realiza gestión y control de incendios forestales? ¿Cuáles son las medidas preventivas? ¿Estas medidas se extienden a las comunidades vecinas? ¿Cómo?	X		Si. La empresa posee un Plan de Protección Contra Incendios. El mismo contempla: 1) Prevención con a) capacitación permanente al personal propio y vecinos, b) mantenimiento de cortafuegos, c) diseño de los lotes de plantación 2) Detección con torre de vigilancia y patrullas terrestres, 3) Combate de incendios para lo cual la empresa cuenta con un equipamiento adecuado arrancando desde herramientas manuales hasta bomberos y pista para hidrantes. Como prácticas de prevención ensancharon el área de cortafuegos de 4 a 12 metros, también apoyan a las comunidades vecinas en la limpieza y preparación de los suelos para sus cultivos.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
Desde el inicio de las plantaciones, ¿ha notado la empresa cambios en las aguas superficiales o en la biodiversidad local que puedan ser atribuibles a las plantaciones de eucalipto?		X	Si. Desde el inicio la empresa no a detectado cambios significativos en las aguas ni en la biodiversidad, excepto los cambios que tienen que ver con las variables meteorológicas puntuales de cada año. Lo que podemos observar es un aumento de la biodiversidad dentro del predio ya que la conversión de las áreas vecinas a zonas mas agroganaderas hace que el predio en su totalidad funcione como un refugio de diversidad en la zona.
¿Las grandes plantaciones de eucalipto tienen el potencial de causar efectos ambientales negativos de alcance y magnitud considerables? ¿Considera esto un hecho cierto o no? ¿Por qué?		X	Particularmente considero que las plantaciones de eucaliptos realizadas de manera adecuada y con un manejo correcto son la alternativa positiva para mantener el abastecimiento de madera a la humanidad, manteniendo la biodiversidad en la zona. Sin reparos puedo decir que la Estancia Tapyta es un claro ejemplo de esto luego de casi 30 años de actividad en la misma. En relación con el medio social y socioeconómico se distingue un impacto significativamente positivo en la generación de mano de obra local y consecuentemente en el mejoramiento de la economía familiar de las comunidades vecinas. Produce mejoras en relación con la formación de personal calificado y en las mejores prácticas en seguridad e higiene a través de los programas de capacitación. Además se contribuye a trasmitir a los operarios, así como a la población local, la importancia de los valores de: profesionalismo en los servicios, patrones de calidad laboral entre operarios y proveedores, la importancia de las prácticas de conservación ambiental y las de higiene y seguridad. Promueve el crecimiento y desarrollo del mercado local y regional por el aumento en la demanda de insumos y prestación de servicios, a la vez que aporta materia prima para el desarrollo de la industria de la madera regional.
¿La empresa posee algún tipo de certificación, por ejemplo, FSC, ISO u otra?	X		Si, estamos certificados con FSC. Disponible en la pág. 4 del PLAN de MANEJO FORESTAL Versión 20 – Revisión 2024 Desarrollos Madereros S.A certificó, con los estándares del Forest Stewardship Council – FSC, el manejo forestal de sus bosques en el año 2006 (Certificate SGSCH-FM/COC-002837);

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
			demostrando la importancia que tiene para la empresa la protección del medio ambiente, la seguridad y salud de sus trabajadores
Si posee certificaciones, ¿desde cuándo? (favor indique la fecha).	X		Si. La Certificación es del 04 de octubre del año 2006. Disponible en: https://connect.fsc.org/fsc-public-certificate-search https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiN2U3NGMyNWEtZTAxNS00MzVhLWExNmMtOThhZjdiYjQ4MWNkIiwidCI6IjEyNGU2OWRiLWVmNjUtNDk2Yi05NmE5LTVkNTZiZWMxZDI5MSIsImMiOjl9
OTROS COMENTARIOS:			

EMPRESA C

EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA Y BIODIVERSIDAD POR PLANTACIONES DE EUCALIPTO

<table>
<tr><td colspan="2">EMPRESA: FELBER Forestal S.A.</td><td>FECHA DE ENTREVISTA</td><td>15 de Julio de 2024</td></tr>
<tr><td colspan="2">UBICACIÓN: Maciel – Caazapá</td><td>ENTREVISTADO</td><td>Jonas Hoennebeck</td></tr>
<tr><td>OBJETIVO DE LAS PLANTACIONES</td><td>Madera industrial y biomasa (pulpa o energía)</td><td>INICIO DE LAS PLANTACIONES (año):</td><td>2007</td></tr>
<tr><td>ÁREA DE PLANTACION (ha):</td><td>10.976 ha, de los cuales 1.000 ha corresponden a Pinus y 9.976 a Eucalyptus spp.</td><td rowspan="3">ESPECIES:</td><td>Eucalyptus spp.</td></tr>
<tr><td>ÁREA DE CONSERVACION (ha):</td><td>50 ha</td><td>Pinus taeda</td></tr>
<tr><td>OTRAS AREAS - Especificar</td><td>1.628 ha, corresponden a caminos, cortafuegos, canales de drenaje y pasturas.</td><td>Pinus elliottii</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td rowspan="2">CICLO DE CORTA (AÑOS)</td><td rowspan="2">Eucalyptus: 9 años
Pinus: 20 años</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>INFORMACIONES ADICIONALES</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Existe en la propiedad o en su entorno cursos superficiales de agua, nacientes o zonas bajas inundables?	X		En la propiedad existe campo bajo con pastizales.
¿La empresa realiza monitoreos periódicos sobre el comportamiento de estas zonas o cursos de agua? Si es así, ¿cuáles son los resultados?		X	
¿Se han realizado consultas con las comunidades aledañas sobre cómo ellas perciben las plantaciones de eucalipto y si afectan o no algún aspecto de sus intereses, como la calidad y disponibilidad de agua u otros usos?		X	A la fecha no. Se están planificando consultas dentro del proceso de certificación FSC que se está gestionando.
¿Hay resultados de estas consultas? ¿Se podría sintetizar?		X	Aún no se tienen resultados. Sin embargo, desde el inicio de las operaciones, la empresa ha apoyado a las comunidades (Maciel, Compañía Karacarai y Corralitos) en la generación de empleos. En el entorno de la propiedad de la empresa no existen pueblos indígenas.
¿Existen en el entorno de la propiedad otras actividades o proyectos (agrícolas, ganaderos o forestales) que potencialmente puedan contribuir a los impactos ambientales acumulativos?	X		Grandes compañías se están instalando en el entorno de la empresa con proyectos agrícolas – Plantaciones de soja, maíz y trigo. También existen otras plantaciones forestales pertenecientes a las empresas Sylvis y Silvipar.
¿Se han establecido en la propiedad áreas de conservación de la fauna y flora, como reservas de bosques nativos, áreas de protección/preservación permanente y corredores ecológicos/conectividad?	X		Pequeña área de conservación de 50 ha. Las plantaciones se realizan sobre áreas de pastizales, cuando se identifica remanentes de vegetación nativa estas quedan inalterables.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿La empresa realiza monitoreos periódicos sobre estas áreas de conservación?		X	
¿Existen registros de especies vegetales y animales consideradas amenazadas de extinción en la propiedad? ¿Cuáles son estas especies?		X	De momento no se tiene – Se realizarán dentro del proceso de certificación FSC.
¿Qué presiones inciden sobre las especies amenazadas? Por ejemplo, caza, atropellos, enfermedades transmitidas por animales domésticos, muertes por uso abusivo de agrotóxicos, entre otros.		X	Información aún no se tiene.
¿Se han establecido corredores ecológicos/conectividad entre las áreas de reserva de la empresa y otras áreas del entorno?		X	
¿Las especies raras y amenazadas y sus hábitats son protegidos, incluyendo a través de zonas de conservación, áreas de protección y de conectividad?		X	No se han identificado a la fecha – Probablemente ocurrirá con el avance del proceso de certificación.
¿La empresa tiene algún convenio o acuerdo firmado con instituciones de investigación u órganos gubernamentales para el desarrollo de acciones de conservación de la biodiversidad en sus propiedades? En caso afirmativo, citar.	X		La empresa tiene un convenio con la CIF de la Universidad Nacional de Asunción para capacitación de alumnos.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿La empresa ha realizado trabajos de educación ambiental para sus funcionarios o para la comunidad del entorno de las propiedades? ¿Tiene registros de los resultados de estas acciones?		X	En proceso, dentro del marco de la futura certificación FSC
¿La empresa realiza prácticas de conservación del suelo para evitar la erosión y mantener la fertilidad? ¿Cuáles y cómo son monitoreadas?	X		- Preparo mínimo en reforma y manejo de rebrote. - Cosecha con sistema CTL, lo que deja hojas, ramas y gran parte de la corteza en el campo. - Prácticamente nula erosión – Campos con nula pendiente. - Monitoreo de la fertilidad mediante análisis foliar y muestras de suelo.
¿La empresa realiza gestión y control de incendios forestales? ¿Cuáles son las medidas preventivas? ¿Estas medidas se extienden a las comunidades vecinas? ¿Cómo?	X		- Mantenimiento de cortafuegos, equipos de combate a incendios y comunicación con los vecinos. - La empresa brinda apoyo para la construcción y mantenimiento de cortafuegos de las comunidades vecinas que solicitan.
Desde el inicio de las plantaciones, ¿ha notado la empresa cambios en las aguas superficiales o en la biodiversidad local que puedan ser atribuibles a las plantaciones de eucalipto?	X		- Agua: sin cambios - Biodiversidad: algunas especies adaptadas a los campos no habitan dentro de las plantaciones. Las plantaciones crean otro ecosistema, favoreciendo a especies que encuentran protección en los árboles. - Aumento de abejas e insectos.
¿Las grandes plantaciones de eucalipto tienen el potencial de causar efectos ambientales negativos de alcance y magnitud considerables? ¿Considera esto un hecho cierto o no? ¿Por qué?		X	No se han reportado problemas en grandes plantaciones de Brasil y Uruguay – Tampoco en Australia que está lleno de *Eucalyptus*. Además, las grandes plantaciones deben cumplir estándares más estrictos que las pequeñas plantaciones.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿La empresa posee algún tipo de certificación, por ejemplo, FSC, ISO u otra?	X		- La empresa posee certificación CO_2 – Verra Carbon Standard - FSC en proceso
Si posee certificaciones, ¿desde cuándo? (favor indique la fecha).			- CO_2 – Verra Carbon Standard – desde 2022 - FSC - previsto para 2025
OTROS COMENTARIOS:			

EMPRESA D

EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA Y BIODIVERSIDAD POR PLANTACIONES DE EUCALIPTO

EMPRESA: Forestal Apepu S.A. (FAP)		FECHA DE ENTREVISTA	22 Julio 2024
UBICACIÓN: San Estanislao, Dpto. de San Pedro		ENTREVISTADO	Dpto. de Sostenibilidad de Unique Wood
OBJETIVO DE LAS PLANTACIONES	Madera de calidad	INICIO DE LAS PLANTACIONES (año):	2019
ÁREA DE PLANTACION (ha):	5.517 ha.	ESPECIES:	*Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* *Corymbia variegata* *Eucalyptus torelliodora* *Eucalyptus grandis x Eucalyptus camaldulensis*
ÁREA DE CONSERVACION (ha):	2.426 ha (Legalmente requerida + voluntaria)		
OTRAS AREAS - Especificar			
		CICLO DE CORTA (AÑOS)	10-12 años
INFORMACIONES ADICIONALES			

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Existe en la propiedad o en su entorno cursos superficiales de agua, nacientes o zonas bajas inundables?	X		Ambas propiedades de FAP cuentan con cursos superficiales de aguas y zonas bajas, todas debidamente identificadas y delimitadas. Una de las propiedades cuenta con una naciente.
¿La empresa realiza monitoreos periódicos sobre el comportamiento de estas zonas o cursos de agua? Si es así, ¿cuáles son los resultados?	X		Se identifican los cursos de agua, se mantienen las áreas buffer y se protegen; es decir se monitorea cualquier actividad indebida en ellas. Contamos por ejemplo con registros de actividades ilegales, hemos tenido casos de registros de incendios iniciados en las áreas buffer presuntamente por pescadores, todos controlados inmediatamente. Además, se monitorea anualmente el estado de potabilidad del agua de la naciente utilizada como una de las fuentes de abastecimiento para consumo en una de las estancias, así como las fuentes de consumo en general (en su mayoría pozos artesianos). Se han observado parámetros microbiológicos un poco fuera del rango permitido, situación que suele darse en zonas donde existe por ej., movimiento/presencia de animales cerca, no obstante, esto es tratado para el consumo humano; es decir para fuentes que muestran parámetros fuera de rango, se procede a la cloración previo consumo.
¿Se han realizado consultas con las comunidades aledañas sobre cómo ellas perciben las plantaciones de eucalipto y si afectan o no algún aspecto de sus intereses, como la calidad y disponibilidad de agua u otros usos?	X		Previa adquisición de las propiedades, ya en el marco de la debida diligencia, siempre se realizan entrevistas a pobladores de las comunidades aledañas a la estancia, a través de sus referentes y/o autoridades locales, para conocer la percepción local sobre este tipo de proyectos. En líneas generales, todas las experiencias que ha tenido FAP en este marco, han sido positivas y con buena aceptación local, debido a la mano de obra que ofrece este tipo de proyectos y que, ante una actividad agrícola, por ejemplo, reconocen a las plantaciones/reforestaciones como una actividad más amigable con el entorno.
¿Hay resultados de estas consultas? ¿Se podría sintetizar?			Se sintetizan en el apartado de arriba.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Existen en el entorno de la propiedad otras actividades o proyectos (agrícolas, ganaderos o forestales) que potencialmente puedan contribuir a los impactos ambientales acumulativos?	X		En la zona se encuentran presentes otras empresas de gran porte dedicadas al rubro agrícola, ganadero y forestal. Sin embargo, desconocemos su sistema de gestión ambiental como para indicar si contribuyen o no, y en qué medida, a los impactos ambientales acumulativos.
¿Se han establecido en la propiedad áreas de conservación de la fauna y flora, como reservas de bosques nativos, áreas de protección/preservación permanente y corredores ecológicos/conectividad?	X		Si, entre las 3 propiedades que corresponden a FAP, se cuenta con alrededor de 2.400 ha de áreas de protección, entre lo legalmente requerido como reservas forestales y zonas buffer de cauces, y otras áreas delimitadas interna y voluntariamente por la empresa para su conservación. En líneas generales FAP no realiza actividades productivas ni de ningún tipo dentro de bosques, sus actividades están centradas a zonas utilizadas anteriormente para la producción agrícola o ganadera. Las zonas de bosques son conversadas en tu totalidad. Cabe destacar que, en una de sus estancias, FAP se encuentra desarrollando un proyecto piloto de plantaciones mixtas (eucalipto + nativas) que permitirá estudiar sistemas silviculturales con especies nativas. Además, es la intención de la empresa conectar dos fragmentos de bosque a través de un área de plantación en donde se evitará la tala rasa y se fomentará la regeneración de árboles nativos. A través de estas iniciativas FAP busca contribuir a la diversificación de los sistemas forestales y a la restauración de paisajes.
¿La empresa realiza monitoreos periódicos sobre estas áreas de conservación?	X		Se realizan líneas de base de biodiversidad al inicio de cada proyecto, el cual sienta las bases para las actividades de manejo. Además, a lo largo de 2 años, FAP realizó monitoreos de los ecosistemas naturales de la estancia utilizando cámaras trampa y grabadores de bioacústica para determinar el índice de riqueza de los diferentes ecosistemas. La intención es repetirlo en el futuro para tener datos que capturen los diferentes estadios de crecimiento de la plantación. Asimismo, se realizan monitoreos a cada dos años con imágenes satelitales de alta resolución para evaluar y verificar los usos de suelo. Finalmente se monitorean las actividades que puedan impactar sobre las áreas protegidas (caza, tala, incendios) y se controlan.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿Existen registros de especies vegetales y animales consideradas amenazadas de extinción en la propiedad? ¿Cuáles son estas especies?	X		En las líneas de base de biodiversidad y monitoreos que se realizaron, se relevaron listas de especies de fauna y flora presentes en el establecimiento y su estatus de conservación. Algunas de las especies de flora registradas bajo cierta categoría de amenaza fueron: peterevy, lapacho negro, samu´u, cedro, entre otros. En lo que respecta a la fauna se citan por ejemplo el aguara guasu, algunas especies de aves, entre otros.
¿Qué presiones inciden sobre las especies amenazadas? Por ejemplo, caza, atropellos, enfermedades transmitidas por animales domésticos, muertes por uso abusivo de agrotóxicos, entre otros.			En general se podría decir que la presión que más incide en la zona es la caza ilegal y los incendios. Sin embargo, la empresa controla estrictamente cualquier incendio que se acerque o inicie en la propiedad. Dentro de los establecimientos de FAP se encuentra prohibida la caza, la pesca, el fuego y la tala; son aspectos en lo que se busca crear conciencia entre los colaborares y miembros de comunidades vecinas.
¿Se han establecido corredores ecológicos/conectividad entre las áreas de reserva de la empresa y otras áreas del entorno?			Bajo el proyecto de plantaciones siempre-verde (evitando tala rasa), que se realizará en uno de los establecimientos sobre aproximadamente 30 ha, se busca que en el largo plazo permita/contribuya a conectar fragmentos de bosques de la estancia con otros aledaños; al tiempo de restaurar áreas buffer invadidas por pasturas exóticas. Por otro lado, también se cuenta con el proyecto de plantaciones mixtas (mezcla de eucalipto y nativas) sobre unas 20 ha en otro de los establecimientos, que se espera tengan un impacto parecido en el largo plazo. Asimismo, es importante destacar que FAP ha plantado estas 20 ha, y pretende expandir la plantación de especies nativas sobre las 30 ha mencionadas anteriormente, con materiales de origen controlado. Es decir, los plantines provienen de semillas colectadas por FAP de individuos sanos de especies amenazadas maderables de bosques de la región, para evaluar el rendimiento de estas especies en sistemas silviculturales para madera de calidad.
¿Las especies raras y amenazadas y sus hábitats son protegidos, incluyendo a través de zonas de conservación, áreas de protección y de conectividad?	X		Todas las zonas de bosques o zonas buffer, a más de ser protegidas por ley son protegidas voluntariamente por la empresa. No se realizan actividades productivas dentro de las mismas y se prohíbe cualquier actividad que puedan poner en riesgo a estas especies o ambientes, además, se busca crear conciencia sobre esto entre los colaboradores y miembros de comunidades aledañas.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
¿La empresa tiene algún convenio o acuerdo firmado con instituciones de investigación u órganos gubernamentales para el desarrollo de acciones de conservación de la biodiversidad en sus propiedades? En caso afirmativo, citar.	X		El seguimiento al proyecto piloto de plantaciones mixtas se realiza en conjunto con la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, a través de la carrera de Ing. Forestal, bajo el convenio marco que se tiene con dicha institución.
¿La empresa ha realizado trabajos de educación ambiental para sus funcionarios o para la comunidad del entorno de las propiedades? ¿Tiene registros de los resultados de estas acciones?	X		Si, se realizan a través de charlas internas y capacitaciones en temas varios. Estas capacitaciones también se han extendido a comunidades aledañas. En general, se han tenido resultados positivos y ha ayudado a crear más conciencia acerca de la importancia del manejo responsable de los recursos y el respeto hacia el entorno.
¿La empresa realiza prácticas de conservación del suelo para evitar la erosión y mantener la fertilidad? ¿Cuáles y cómo son monitoreadas?	X		FAP está localizada en áreas con capas de suelos muy arenosas y susceptibles a la erosión. Antes de iniciar las plantaciones se realizaron estudios de suelo y se ajustan los insumos necesarios a las características del suelo. En áreas sensibles a la erosión se minimizan las intervenciones mecánicas y se trabaja con curvas de nivel. El proyecto del área de plantación siempre-verde, donde se evitará la tala rasa, coincide con un área así y constituye tanto una medida de restauración forestal como de suelo.
¿La empresa realiza gestión y control de incendios forestales? ¿Cuáles son las medidas preventivas? ¿Estas medidas se extienden a las comunidades vecinas? ¿Cómo?	X		Si, desde la planificación del proyecto, a través del diseño y elaboración de caminos cortafuegos, y se refuerza por medio de la formación de cuadrillas internas en control y prevención de incendios forestales, las cuales son capacitadas anualmente; además de que cada establecimiento cuanta con herramientas y equipos para el combate. Asimismo, FAP ha realizado en comunidades aledañas campañas sobre el manejo responsable del fuego, buscando crear conciencia y reducir los casos de incendios en la zona. La estrategia de prevención de incendios ha sido muy exitosa hasta el momento, ya que la empresa controla de manera efectiva los incendios. Hasta el momento, menos de 1 % de las plantaciones han sido afectadas por fuego.

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
Desde el inicio de las plantaciones, ¿ha notado la empresa cambios en las aguas superficiales o en la biodiversidad local que puedan ser atribuibles a las plantaciones de eucalipto?			A la fecha no se han observado cambios en ninguno de los aspectos citados. Los cambios reportados son anecdóticos y no sistemáticos. En lo que respecta a biodiversidad, se ha registrado un aumento en cuanto a la riqueza de especies identificadas en los últimos inventarios realizados en los establecimientos de FAP. Sin embargo, esto puede deberse a mayores esfuerzos de colecta de datos y no es un cambio que pueda atribuirse a la gestión del territorio. Este tipo de resultados solo puede obtenerse a través de colecta de datos sistemática de largo plazo cubriendo diferentes temporadas.
¿Las grandes plantaciones de eucalipto tienen el potencial de causar efectos ambientales negativos de alcance y magnitud considerables? ¿Considera esto un hecho cierto o no? ¿Por qué?			Toda práctica productiva realizada sin un sistema de gestión ambiental, social y de gobernanza integrados al sistema y los objetivos de producción, pueden tener efectos negativos. De ahí la importancia de identificar los posibles impactos, según la escala e intensidad del proyecto, y establecer un sistema de gestión que concilie estas áreas y permita una producción sostenible.
¿La empresa posee algún tipo de certificación, por ejemplo, FSC, ISO u otra?	**X**		Si, la empresa cuenta con la certificación *Forest Stewardship Council* (FSC) de manejo forestal responsable desde el año 2021. Asimismo, opera bajo las normas de IFC y se encuentra certificado bajo el *Verified Carbon Standard* (VCS), desde enero de 2023. Favor verificar la validez del certificado aquí: https://registry.verra.org/app/projectDetail/VCS/2369 https://search.fsc.org/de/certificate/a02f300000lPzf1AAC/
Si posee certificaciones, ¿desde cuándo? (favor indique la fecha).			Las fechas son indicadas en el ítem 17).

CONSULTAS	SI	NO	COMENTARIOS
OTROS COMENTARIOS:			

ANEXO II - IMPACTOS ACUMULATIVOS RESULTANTES DE LA INTERACCIÓN SINÉRGICA ENTRE LAS PLANTACIONES DE EUCALIPTO Y OTRAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS O AMBIENTALES DE LA REGIÓN, EN SUS DIFERENTES ÁREAS DE POTENCIAL IMPLEMENTACIÓN

Es fundamental entender que los impactos acumulativos se producen como resultado de la combinación de varias actividades humanas que, al interactuar, pueden generar efectos más amplios o severos en el ambiente. Estos impactos pueden ser tanto positivos como negativos y se intensifican cuando actividades, como las plantaciones de eucalipto, se desarrollan en conjunto con otras acciones económicas, agrícolas o industriales en una misma región. El análisis de estos efectos acumulativos es clave para prever cómo las plantaciones de eucalipto podrían afectar no solo al entorno inmediato, sino también a los ecosistemas vecinos y a los recursos naturales a largo plazo.

En este contexto, es necesario evaluar de manera objetiva cómo la sinergia entre las plantaciones de eucalipto y otras actividades productivas puede influir en la biodiversidad, los recursos hídricos, la calidad del suelo y los servicios ecosistémicos en general.

A continuación, se presentan las interpretaciones relacionadas con estos impactos acumulativos, que están relacionadas con el capítulo 6.7 EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS y la Tabla 21: Impactos acumulativos del plantío de eucalipto sobre las diferentes áreas, destacando tanto los aspectos positivos como las áreas que necesitan atención para minimizar los efectos negativos.

ÁREAS Urbanas y Periurbanas		
SUELO	Paisaje	Dado que estas áreas ya están fuertemente modificadas por la presencia de construcciones, infraestructuras y otras actividades humanas. La introducción del eucalipto puede, en algunos casos, alterar ligeramente el aspecto visual, pero no de manera significativa.
	Calidad	El suelo en estas áreas ya está frecuentemente compactado o alterado, y la presencia del eucalipto quizás ejerza una presión adicional significativa, pero negativa.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Debido al alto consumo de agua por parte de las plantaciones de eucalipto, sumado a la ya existente demanda de agua en estas regiones, este impacto se agrava por la posible reducción en la recarga de acuíferos y la competencia con otras necesidades urbanas.
	Calidad	En áreas urbanas y periurbanas, donde los cuerpos de agua ya están bajo presión debido a las actividades urbanas, estos impactos pueden exacerbar la degradación de la calidad del agua, debido al escurrimiento de agroquímicos y sedimentos provenientes de las plantaciones de eucalipto hacia los cuerpos hídricos.
BIODIVERSIDAD	Flora	
	Fauna	
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	Las plantaciones de eucalipto pueden competir por recursos como el agua y los nutrientes, lo que puede reducir la provisión de servicios ecosistémicos en áreas urbanas y periurbanas, como la producción de alimentos y el mantenimiento de áreas verdes.

	Regulación	Estas áreas ya poseen sistemas ecológicos altamente modificados y menos eficientes en la prestación de servicios de regulación, como la purificación del aire y la regulación climática.
	Soporte	La introducción de eucaliptos puede afectar negativamente los servicios de soporte en áreas urbanas y periurbanas, como el ciclo de nutrientes y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, debido al uso intensivo de recursos por parte de estos árboles.
	Culturales	Al sustituir áreas verdes y espacios naturales que sirven para la recreación y el bienestar de la comunidad, las plantaciones de eucalipto pueden tener un impacto negativo en estas áreas.
SOCIAL Y ECONÓMICO		Estas áreas ya poseen infraestructuras y actividades económicas bien establecidas, y las plantaciones de eucalipto pueden no alterar significativamente esta dinámica.
ÁREAS Próximas a zonas de conservación hídrica		
SUELO	**Paisaje**	El paisaje natural es altamente valorado y la introducción de plantaciones de eucalipto puede causar la degradación visual y ecológica de estos paisajes, alterando la integridad visual y el valor estético de las áreas de conservación.
	Calidad	La calidad del suelo en áreas de conservación hídrica puede verse comprometida por la compactación y el uso de agroquímicos asociados a las plantaciones de eucalipto, que pueden llevar a la erosión y la degradación del suelo, afectando negativamente la capacidad de estas áreas para cumplir su función ecológica.
RECURSOS HÍDRICOS	**Disponibilidad**	Las plantaciones de eucalipto son conocidas por su alto consumo de agua, lo que puede reducir significativamente la disponibilidad hídrica en áreas cercanas a zonas de conservación. Este impacto es particularmente preocupante en regiones donde la preservación de los recursos hídricos es crucial.
	Calidad	La calidad del agua en áreas de conservación hídrica es de extrema importancia. La introducción del eucalipto puede resultar en la contaminación de cuerpos hídricos por sedimentos y agroquímicos, lo que lleva a un impacto extremadamente negativo en la calidad del agua.
BIODIVERSIDAD	**Flora**	La biodiversidad vegetal en áreas de conservación hídrica puede verse gravemente afectada por las plantaciones de eucalipto, que compiten con la flora nativa por recursos y pueden alterar profundamente la composición y estructura de las comunidades vegetales, llevando a pérdidas significativas de especies.
	Fauna	La fauna que depende de las zonas de conservación hídrica puede sufrir con la reducción de hábitats naturales y la alteración en la disponibilidad de recursos alimentarios debido a las plantaciones de eucalipto, resultando en impactos negativos sobre la biodiversidad animal.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	**Provisión**	Los servicios de provisión, como el mantenimiento del agua y otros recursos naturales, se ven perjudicados por la presencia de plantaciones de eucalipto, que consumen grandes cantidades de agua y pueden reducir la capacidad de estas áreas para proporcionar recursos ecosistémicos vitales.
	Regulación	Las plantaciones de eucalipto en áreas de conservación hídrica pueden comprometer gravemente los servicios de regulación, como la purificación del agua y el control de inundaciones, debido a la alteración del ciclo hidrológico y la degradación de la calidad del agua.
	Soporte	La capacidad de soporte de los servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, se ve afectada negativamente, ya que las plantaciones de eucalipto pueden agotar los recursos naturales y alterar las funciones ecológicas esenciales.
	Culturales	Las áreas de conservación hídrica están frecuentemente asociadas a valores culturales y recreativos. La sustitución de la vegetación nativa por plantaciones de eucalipto puede degradar estos valores culturales, resultando en impactos negativos para la comunidad local.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas cercanas a zonas de conservación hídrica puede generar conflictos en el uso de la tierra, afectando negativamente las economías locales que dependen de la preservación de estos recursos hídricos, además de aumentar los costos de mitigación y conservación.
ÁREAS Protegidas y de Interés Ecológico		

SUELO	Paisaje	En áreas protegidas y de interés ecológico, el paisaje natural posee un valor extremadamente alto. Las plantaciones de eucalipto pueden alterar drásticamente la integridad visual y ecológica de estas áreas, llevando a la pérdida significativa del paisaje natural, lo que justifica un impacto extremadamente negativo.
	Calidad	La calidad del suelo en áreas protegidas y de interés ecológico puede verse negativamente impactada debido a la introducción de eucaliptos, que pueden alterar la estructura del suelo, aumentar la compactación y modificar el ciclo de nutrientes, perjudicando la fertilidad y la capacidad del suelo para soportar la biodiversidad nativa.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Las plantaciones de eucalipto, debido a su elevado consumo de agua, pueden reducir la disponibilidad hídrica en áreas protegidas, afectando negativamente los ecosistemas acuáticos y el mantenimiento de las funciones ecológicas esenciales de estas áreas.
	Calidad	La calidad del agua en áreas protegidas puede verse afectada por el escurrimiento de sedimentos y agroquímicos provenientes de las plantaciones de eucalipto, comprometiendo la pureza de los cuerpos hídricos y afectando a las especies acuáticas que dependen de estas aguas limpias.
BIODIVERSIDAD	Flora	La biodiversidad vegetal en áreas protegidas es altamente sensible, y las plantaciones de eucalipto pueden causar la competencia con la flora nativa, lo que lleva a la pérdida de especies y la alteración de los ecosistemas vegetales, resultando en un impacto negativo significativo.
	Fauna	La fauna en áreas protegidas puede verse gravemente afectada por la fragmentación de hábitats y la reducción de recursos alimentarios y refugio, causados por las plantaciones de eucalipto, resultando en impactos negativos considerables sobre las poblaciones de animales.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	Los servicios ecosistémicos de provisión, como el mantenimiento de la biodiversidad y de los recursos naturales, pueden verse comprometidos en las áreas protegidas debido a la competencia de los eucaliptos con las especies nativas por agua y nutrientes, reduciendo la eficiencia de estos servicios.
	Regulación	El impacto en la regulación de los servicios ecosistémicos se considera limitado o muy bajo en algunas áreas protegidas, ya que estas áreas poseen sistemas ecológicos robustos que, a pesar de la presencia de eucaliptos, aún pueden desempeñar parcialmente sus funciones de regulación, como la purificación del aire y la regulación hídrica.
	Soporte	La capacidad de soporte de los servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, puede verse afectada negativamente en áreas protegidas debido a la interferencia de las plantaciones de eucalipto, que alteran los procesos naturales del ecosistema.
	Culturales	Áreas protegidas y de interés ecológico generalmente tienen una gran importancia cultural y recreativa. La presencia de plantaciones de eucalipto puede degradar estos valores culturales, llevando a la pérdida de identidad cultural y del valor recreativo de estas áreas, lo que resulta en un impacto extremadamente negativo.
SOCIAL Y ECONÓMICO		Las áreas protegidas juegan un papel esencial en la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos, lo que puede generar beneficios sociales y económicos significativos. La introducción de plantaciones de eucalipto puede generar conflictos en el uso de la tierra y reducir estos beneficios, justificando un impacto negativo.
ÁREAS Degradadas (sin vegetación natural)		
SUELO	Paisaje	En áreas degradadas, la introducción de plantaciones de eucalipto puede contribuir significativamente a la recuperación del paisaje, transformando áreas visualmente impactadas y degradadas en bosques manejados. Esto resulta en un impacto extremadamente positivo en la recuperación estética y ecológica del lugar.
	Calidad	La calidad del suelo en áreas degradadas tiende a ser bastante baja debido a la ausencia de vegetación natural. Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la estructura y la fertilidad del suelo mediante la adición de materia orgánica y la protección contra la erosión, lo que genera un impacto positivo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Aunque las plantaciones de eucalipto pueden consumir agua, en áreas degradadas, donde la vegetación natural ya no está presente, el impacto en la disponibilidad hídrica tiende a ser limitado o muy bajo, ya que el área no contribuye significativamente a la recarga hídrica.

	Calidad	La calidad del agua puede mejorar en áreas degradadas debido a la reducción de la erosión del suelo y del escurrimiento superficial de sedimentos que las plantaciones de eucalipto pueden proporcionar. Esto ayuda a mantener los cuerpos hídricos más limpios, resultando en un impacto positivo.
BIODIVERSIDAD	Flora	Como estas áreas ya están degradadas y sin vegetación natural, la introducción del eucalipto puede tener un impacto limitado o muy bajo en la flora nativa, que ya no está presente. No obstante, la reintroducción de cualquier vegetación puede ser vista como una contribución positiva limitada.
	Fauna	La fauna en áreas degradadas puede beneficiarse del nuevo hábitat creado por las plantaciones de eucalipto, que ofrecen refugio y recursos alimentarios. Aunque no es un entorno natural, el bosque plantado puede sustentar algunas especies, resultando en un impacto positivo.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La reintroducción de vegetación en áreas degradadas mejora la provisión de servicios ecosistémicos, como la producción de biomasa y la posible reintroducción de prácticas agrícolas o forestales, resultando en un impacto positivo.
	Regulación	Las plantaciones de eucalipto pueden contribuir a la regulación de los servicios ecosistémicos en áreas degradadas, como la estabilización del suelo, la reducción de la erosión y la captura de carbono, resultando en claros beneficios ambientales.
	Soporte	La recuperación de áreas degradadas con plantaciones de eucalipto puede mejorar el soporte de servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes y el mantenimiento de la estructura del suelo, resultando en un impacto positivo.
	Culturales	En áreas degradadas, la reintroducción de vegetación puede mejorar el valor cultural y recreativo del lugar, ofreciendo nuevas oportunidades para actividades al aire libre y mejorando la percepción pública del área, resultando en un impacto positivo.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La recuperación de áreas degradadas puede generar importantes beneficios económicos, como la creación de empleos en la silvicultura y el aumento del valor de la tierra. Socialmente, la mejora de las condiciones ambientales puede llevar a una mayor calidad de vida para las comunidades locales, resultando en un impacto extremadamente positivo.
ÁREAS de Reforestación o Recuperación Ambiental		
SUELO	Paisaje	En áreas de reforestación o recuperación ambiental, las plantaciones de eucalipto pueden mejorar significativamente el paisaje, sustituyendo áreas degradadas o deforestadas por bosques manejados. Esto contribuye a la restauración del valor estético y ecológico del área, resultando en un impacto positivo.
	Calidad	La calidad del suelo puede mejorar a través de las plantaciones de eucalipto, que ayudan a aumentar la materia orgánica, mejorar la estructura del suelo y reducir la erosión, especialmente en áreas donde el suelo ha sido previamente degradado.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Aunque las plantaciones de eucalipto pueden contribuir a la recuperación de la vegetación, también tienen un alto consumo de agua, lo que puede resultar en una reducción de la disponibilidad hídrica en áreas de reforestación. Este impacto se considera negativo, ya que puede afectar la recarga de acuíferos y el flujo de los cuerpos hídricos.
	Calidad	Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la calidad del agua al reducir la erosión y el escurrimiento superficial de sedimentos. La presencia de vegetación ayuda a estabilizar el suelo y a filtrar contaminantes antes de que entren en los cuerpos de agua, contribuyendo a un impacto positivo en la calidad del agua.
BIODIVERSIDAD	Flora	La introducción de eucalipto en áreas de recuperación puede tener un impacto negativo en la flora nativa, debido a la competencia por recursos como agua, luz y nutrientes. Aunque la reforestación es positiva, la sustitución de la vegetación nativa por especies exóticas como el eucalipto puede reducir la diversidad florística local.
	Fauna	El impacto en la fauna puede ser limitado o muy bajo, ya que las áreas de reforestación con eucalipto ofrecen hábitats, pero no en la misma calidad que los bosques nativos. Algunas especies pueden adaptarse, pero la biodiversidad general puede verse menos favorecida en comparación con la flora nativa.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	Las plantaciones de eucalipto en áreas de reforestación pueden proporcionar beneficios significativos, como la producción de madera, biomasa y otros recursos renovables, lo que se considera extremadamente positivo para la provisión de servicios ecosistémicos.

	Regulación	La presencia de bosques manejados puede mejorar la regulación de los servicios ecosistémicos, como la captura de carbono, la regulación del microclima y la reducción de la erosión, lo que es beneficioso en áreas que anteriormente estaban degradadas.
	Soporte	El apoyo a los servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes y la estabilización del suelo, mejora con las plantaciones de eucalipto en áreas de recuperación, contribuyendo a la restauración de las funciones ecológicas del área.
	Culturales	La reforestación y la recuperación ambiental en áreas degradadas pueden aumentar el valor cultural y recreativo del área, proporcionando espacios verdes para la comunidad y mejorando la percepción pública del paisaje restaurado, resultando en un impacto positivo.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La recuperación de áreas degradadas a través de la reforestación puede generar beneficios económicos sustanciales, como la creación de empleos y el aumento del valor de las tierras, además de mejorar la calidad de vida de las comunidades locales. Socialmente, la revitalización del entorno puede fortalecer el bienestar comunitario, justificando un impacto extremadamente positivo.
ÁREAS de Recarga de Acuíferos		
SUELO	Paisaje	En áreas de recarga de acuíferos, las plantaciones de eucalipto pueden alterar el paisaje natural, sustituyendo la vegetación nativa por monocultivos de árboles, lo que puede comprometer la integridad visual y ecológica del área, resultando en un impacto negativo.
	Calidad	La calidad del suelo en áreas de recarga de acuíferos puede verse afectada por las prácticas de manejo de las plantaciones de eucalipto, como el uso de agroquímicos y la compactación del suelo, lo que puede reducir la capacidad del suelo para absorber y filtrar adecuadamente el agua, resultando en un impacto negativo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Las plantaciones de eucalipto son conocidas por su alto consumo de agua, lo que puede reducir la disponibilidad hídrica en áreas de recarga de acuíferos. Esto es particularmente preocupante, ya que afecta la capacidad de recarga de los acuíferos, que son fuentes cruciales de agua subterránea, resultando en un impacto negativo.
	Calidad	La calidad del agua en áreas de recarga de acuíferos puede verse comprometida debido al escurrimiento de sedimentos y agroquímicos provenientes de las plantaciones de eucalipto. Esto puede contaminar los cuerpos hídricos subterráneos, resultando en un impacto negativo.
BIODIVERSIDAD	Flora	La flora nativa en áreas de recarga de acuíferos puede verse impactada negativamente por la competencia con las plantaciones de eucalipto, que pueden sustituir la vegetación nativa adaptada a estas áreas, llevando a una reducción en la diversidad vegetal.
	Fauna	La fauna que depende de las áreas de recarga de acuíferos puede verse afectada negativamente por la pérdida de hábitats adecuados y la reducción en la disponibilidad de agua, lo que puede resultar en impactos significativos sobre las especies animales que habitan estas áreas.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La provisión de servicios ecosistémicos, como el mantenimiento de la calidad del agua y la conservación de la biodiversidad, puede verse comprometida en las áreas de recarga de acuíferos debido a las plantaciones de eucalipto, que pueden reducir la capacidad de estos servicios para ser proporcionados de manera eficaz.
	Regulación	La capacidad de las áreas de recarga de acuíferos para regular los servicios ecosistémicos, como el control de inundaciones y la purificación del agua, puede verse limitada o impactada de forma muy baja por las plantaciones de eucalipto, dependiendo de la extensión y manejo de estas plantaciones.
	Soporte	El impacto sobre el soporte de los servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes, puede ser limitado o muy bajo en áreas de recarga de acuíferos, ya que las plantaciones de eucalipto, aunque compiten con la vegetación nativa, no alteran drásticamente los procesos de soporte de manera generalizada.
	Culturales	Las áreas de recarga de acuíferos a menudo poseen un valor cultural significativo, especialmente para las comunidades que dependen de estas fuentes de agua. La introducción de plantaciones de eucalipto puede degradar estos valores culturales, resultando en un impacto negativo.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La reducción en la disponibilidad y la calidad del agua en áreas de recarga de acuíferos debido a las plantaciones de eucalipto puede generar impactos sociales y económicos negativos, como la escasez de agua para uso doméstico y agrícola, además de aumentar los costos relacionados con la conservación y la mitigación de impactos.

ÁREAS de Ganadería y Producción Animal		
SUELO	Paisaje	En áreas de ganadería y producción animal, la introducción de plantaciones de eucalipto puede contribuir a la diversificación del paisaje, mejorando la estética y proporcionando barreras naturales contra el viento y la erosión, lo que se considera un impacto positivo.
	Calidad	Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la calidad del suelo en áreas de ganadería, aumentando la materia orgánica y ayudando a reducir la compactación causada por el pisoteo de los animales. Además, la introducción de árboles puede contribuir a la estabilización del suelo, resultando en un impacto positivo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	El alto consumo de agua por parte de las plantaciones de eucalipto puede competir con las necesidades hídricas de la producción animal, especialmente en áreas donde la disponibilidad de agua ya es limitada. Esto puede resultar en un impacto negativo significativo sobre la disponibilidad hídrica para la ganadería.
	Calidad	La calidad del agua puede verse comprometida por el escurrimiento de sedimentos y agroquímicos de las plantaciones de eucalipto, que pueden afectar los cuerpos de agua utilizados en la ganadería. Esto puede llevar a la contaminación del agua, perjudicando tanto a los animales como a la producción de alimentos de origen animal.
BIODIVERSIDAD	Flora	
	Fauna	
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas de ganadería puede proporcionar servicios ecosistémicos adicionales, como la producción de madera y biomasa, además de contribuir a la diversificación de la producción agrícola. Esto se considera extremadamente positivo para la provisión de servicios ecosistémicos.
	Regulación	Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la regulación de los servicios ecosistémicos en áreas de ganadería, como la captura de carbono, la regulación del microclima y la prevención de la erosión del suelo. Estos beneficios son altamente valorados en áreas de producción agropecuaria, resultando en un impacto extremadamente positivo.
	Soporte	El impacto sobre el soporte de los servicios ecosistémicos en áreas de ganadería es limitado o muy bajo, ya que las plantaciones de eucalipto pueden no alterar significativamente los procesos de soporte, como el ciclo de nutrientes, que ya están influenciados por la actividad agropecuaria.
	Culturales	La introducción de eucaliptos en áreas de ganadería puede verse como un cambio no deseado en el paisaje cultural, especialmente en regiones donde la producción animal es una tradición de larga data. Esto puede resultar en un impacto negativo en la percepción cultural de estas áreas.
SOCIAL Y ECONÓMICO		El impacto social y económico puede variar de limitado o muy bajo a positivo, dependiendo de la integración de las plantaciones de eucalipto con las actividades de producción animal. En algunos casos, la diversificación económica a través de la silvicultura puede traer beneficios adicionales, como la creación de nuevos empleos y fuentes de ingresos.
ÁREAS de Interés para Actividades Educativas e Investigaciones Científicas		
SUELO	Paisaje	En áreas de interés para actividades educativas y científicas, las plantaciones de eucalipto pueden tener un impacto limitado o muy bajo en el paisaje. Esto se debe a que estas áreas generalmente ya poseen algún nivel de intervención humana, y las plantaciones pueden integrarse en el entorno sin alterar drásticamente la percepción visual.
	Calidad	La calidad del suelo en áreas de interés para la educación e investigación puede verse moderadamente afectada por las plantaciones de eucalipto. La introducción de árboles puede mejorar ligeramente la estructura del suelo, pero el impacto general tiende a ser limitado o muy bajo debido al uso cuidadoso de estas áreas para fines científicos y educativos.

RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	El impacto de las plantaciones de eucalipto en la disponibilidad de agua en estas áreas es generalmente limitado o muy bajo, ya que estas áreas se gestionan de manera que se minimiza el consumo excesivo de recursos hídricos y se maximiza la sostenibilidad, sin comprometer la funcionalidad hídrica necesaria para la investigación.
	Calidad	La calidad del agua en áreas dedicadas a la investigación y educación puede verse marginalmente impactada por las plantaciones de eucalipto, pero el impacto tiende a ser limitado o muy bajo debido al control y monitoreo que generalmente acompañan a tales actividades, garantizando que se mantenga la calidad del agua.
BIODIVERSIDAD	Flora	
	Fauna	
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	Las plantaciones de eucalipto pueden contribuir positivamente a la provisión de servicios ecosistémicos en áreas de investigación y educación, como la producción de biomasa para estudios y el suministro de recursos para proyectos científicos, resultando en un impacto positivo.
	Regulación	La presencia de eucaliptos puede mejorar la regulación de los servicios ecosistémicos en estas áreas, como la captura de carbono y la regulación del microclima, lo que puede utilizarse para estudios científicos y para demostrar prácticas sostenibles de manejo forestal.
	Soporte	Las plantaciones de eucalipto en áreas de investigación y educación pueden ayudar a mantener el soporte de servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes y la estabilización del suelo, contribuyendo a la realización de estudios que aborden estos procesos ecológicos.
	Culturales	Las áreas dedicadas a la educación y la investigación se benefician de la introducción de plantaciones de eucalipto, que pueden servir como recursos educativos y herramientas de investigación. Además, estas áreas pueden ganar valor cultural adicional a través del estudio y la preservación de las prácticas de manejo forestal, resultando en un impacto positivo.
SOCIAL Y ECONÓMICO		Las áreas de interés para actividades educativas y científicas pueden generar impactos sociales y económicos positivos, como la creación de oportunidades educativas, la formación de nuevos conocimientos y la potencial generación de empleos relacionados con la investigación y el manejo de las plantaciones de eucalipto.
ÁREAS de Integración Agricultura-Ganadería-Silvicultura (ILPF)		
SUELO	Paisaje	La integración de prácticas agrícolas, pecuarias y forestales (ILPF) tiende a tener un impacto limitado o muy bajo en el paisaje, ya que estas prácticas están diseñadas para ser complementarias y armónicas. La introducción de eucaliptos dentro de un sistema ILPF puede modificar ligeramente el paisaje, pero de manera que mantenga o incluso mejore la estética rural.
	Calidad	La implementación del sistema ILPF puede mejorar significativamente la calidad del suelo, aumentando la materia orgánica y mejorando la estructura del suelo a través de la rotación de cultivos y la presencia de árboles como el eucalipto. Este manejo integrado contribuye a la regeneración del suelo y al aumento de su fertilidad, resultando en un impacto positivo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Aunque las plantaciones de eucalipto dentro de un sistema ILPF consumen agua, la implementación integrada de prácticas agrícolas, pecuarias y forestales puede ayudar a equilibrar este consumo, manteniendo la disponibilidad hídrica en niveles aceptables. El impacto, por lo tanto, se considera limitado o muy bajo.
	Calidad	La calidad del agua puede beneficiarse en sistemas ILPF, ya que la presencia de vegetación arbórea como el eucalipto ayuda a reducir la erosión y el escurrimiento superficial de sedimentos, contribuyendo al mantenimiento o mejora de la calidad del agua en los cuerpos hídricos adyacentes.
BIODIVERSIDAD	Flora	La integración del eucalipto en sistemas ILPF puede tener un impacto positivo en la flora, al promover la diversidad de plantas y la regeneración de áreas previamente degradadas. Aunque el eucalipto es una especie exótica, un manejo adecuado puede complementar la flora nativa y mejorar la biodiversidad local.

	Fauna	La fauna local puede beneficiarse de los sistemas ILPF, que ofrecen una variedad de hábitats y fuentes de alimento a través de la integración de árboles, cultivos agrícolas y pastizales. Esto puede crear un ambiente más favorable para la vida silvestre, resultando en un impacto positivo.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	**Provisión**	La integración de eucaliptos en sistemas ILPF aumenta la provisión de servicios ecosistémicos, como la producción de madera y biomasa, además de mejorar la producción agrícola y ganadera. Este manejo integrado optimiza el uso de la tierra y maximiza los beneficios, resultando en un impacto positivo.
	Regulación	El sistema ILPF tiene un impacto extremadamente positivo en la regulación de los servicios ecosistémicos, como la captura de carbono, la regulación del microclima y la conservación del suelo y del agua. La diversidad de prácticas y la presencia de vegetación permanente ayudan a estabilizar el ambiente y a mejorar la resiliencia de los ecosistemas.
	Soporte	El soporte a los servicios ecosistémicos se fortalece en sistemas ILPF, ya que la combinación de diferentes usos del suelo mejora el ciclo de nutrientes, el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la biodiversidad. Esto resulta en un impacto positivo en la sostenibilidad a largo plazo.
	Culturales	Los sistemas ILPF contribuyen a la valorización cultural de la tierra, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles que pueden verse como ejemplos para otras regiones. Además, estos sistemas ofrecen paisajes multifuncionales que pueden ser apreciados por las comunidades locales, resultando en un impacto positivo.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La adopción de sistemas ILPF puede generar importantes beneficios sociales y económicos, incluida la diversificación de los ingresos para los agricultores, la creación de empleo y la mejora de la seguridad alimentaria. La integración de diferentes prácticas agrícolas y forestales aumenta la resiliencia económica de las comunidades rurales, resultando en un impacto positivo.
ÁREAS de Importancia Cultural o Patrimonial		
SUELO	**Paisaje**	En áreas de importancia cultural o patrimonial, la introducción de plantaciones de eucalipto puede alterar drásticamente el paisaje, comprometiendo la integridad visual y el valor cultural de estos lugares. Estos cambios pueden desfigurar elementos paisajísticos que tienen un significado histórico o cultural, resultando en un impacto extremadamente negativo.
	Calidad	
RECURSOS HÍDRICOS	**Disponibilidad**	El alto consumo de agua por parte de las plantaciones de eucalipto puede reducir la disponibilidad hídrica en áreas culturalmente importantes, donde el agua puede tener un papel significativo en el mantenimiento de características culturales o históricas. Este impacto negativo puede comprometer la integridad de los recursos hídricos esenciales para la preservación de estos lugares.
	Calidad	La calidad del agua puede verse afectada por el escurrimiento de sedimentos y agroquímicos provenientes de las plantaciones de eucalipto, afectando cuerpos de agua que pueden tener importancia cultural o patrimonial. La degradación de la calidad del agua en estos lugares puede impactar negativamente el valor de estos recursos para las comunidades locales.
BIODIVERSIDAD	**Flora**	La flora nativa en áreas de importancia cultural o patrimonial puede verse gravemente afectada por la introducción de eucaliptos, que pueden reemplazar especies de plantas con valor cultural, medicinal o estético significativo. Este reemplazo puede llevar a la pérdida irreparable de elementos importantes de la biodiversidad local, resultando en un impacto extremadamente negativo.
	Fauna	La fauna asociada a áreas culturalmente significativas puede verse gravemente afectada por la pérdida de hábitats naturales debido a las plantaciones de eucalipto. Especies de fauna que tienen relevancia cultural o simbólica pueden sufrir declives poblacionales o extinción local, resultando en un impacto extremadamente negativo.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	**Provisión**	La provisión de servicios ecosistémicos en áreas de importancia cultural puede verse limitada, ya que, aunque los eucaliptos puedan proporcionar madera y otros productos, estos servicios no están necesariamente alineados con los valores culturales y patrimoniales del área.

	Regulación	La regulación de los servicios ecosistémicos puede verse afectada de forma limitada o muy baja, ya que las funciones reguladoras, como la captura de carbono y la regulación del microclima, pueden no ser prioritarias en áreas de importancia cultural, donde el foco principal es la preservación de los valores patrimoniales.
	Soporte	
	Culturales	Las áreas de importancia cultural o patrimonial son particularmente sensibles a cambios que pueden comprometer su valor cultural, histórico o espiritual. La introducción de plantaciones de eucalipto puede desfigurar estos lugares, perjudicando el uso tradicional y el valor cultural, resultando en un impacto extremadamente negativo.
SOCIAL Y ECONÓMICO		
ÁREAS de Bosques Nativos		
SUELO	Paisaje	La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas de bosques nativos puede alterar drásticamente el paisaje natural, sustituyendo ecosistemas diversos y complejos por monocultivos, lo que resulta en una pérdida significativa del valor estético y ecológico de estas áreas. Esto justifica un impacto extremadamente negativo.
	Calidad	La calidad del suelo en los bosques nativos puede verse afectada por la compactación y el uso de agroquímicos en las plantaciones de eucalipto, lo que puede degradar la estructura del suelo y reducir su fertilidad natural, resultando en un impacto negativo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Las plantaciones de eucalipto consumen grandes cantidades de agua, lo que puede reducir la disponibilidad hídrica en áreas de bosques nativos. Esto puede afectar no solo el ecosistema forestal, sino también los cuerpos hídricos que dependen de la vegetación nativa para su preservación, resultando en un impacto negativo.
	Calidad	La calidad del agua puede verse comprometida por el escurrimiento de sedimentos y agroquímicos de las plantaciones de eucalipto, que pueden contaminar los cuerpos hídricos asociados a los bosques nativos. Esta contaminación perjudica la calidad del agua, justificando un impacto negativo.
BIODIVERSIDAD	Flora	La flora nativa en los bosques es altamente diversificada y adaptada a condiciones ecológicas específicas. La introducción de eucaliptos puede llevar a la sustitución de esta flora por un monocultivo, resultando en una pérdida significativa de biodiversidad vegetal y en un impacto extremadamente negativo.
	Fauna	La fauna asociada a los bosques nativos puede verse gravemente afectada por la pérdida de hábitats naturales debido a la conversión de bosques nativos en plantaciones de eucalipto. Las especies que dependen de estos hábitats específicos pueden sufrir declives poblacionales o extinción local, resultando en un impacto extremadamente negativo.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La provisión de servicios ecosistémicos, como la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los recursos naturales, se ve perjudicada por la conversión de bosques nativos en plantaciones de eucalipto. Esto reduce la capacidad del área para proporcionar estos servicios esenciales, resultando en un impacto negativo.
	Regulación	La regulación de los servicios ecosistémicos, como la captura de carbono, la regulación climática y la protección contra inundaciones, se ve comprometida por la sustitución de bosques nativos por eucaliptos. Esto resulta en una reducción significativa en la eficacia de estos servicios, justificando un impacto negativo.
	Soporte	El soporte a los servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, se ve impactado negativamente por la presencia de plantaciones de eucalipto en áreas de bosques nativos. Esto interfiere en los procesos naturales que sostienen la salud del ecosistema forestal.
	Culturales	Los bosques nativos a menudo tienen una gran importancia cultural y espiritual para las comunidades locales. Su sustitución por plantaciones de eucalipto puede llevar a la pérdida de valores culturales y espirituales, resultando en un impacto extremadamente negativo.

SOCIAL Y ECONÓMICO		La conversión de bosques nativos en plantaciones de eucalipto puede generar conflictos sociales y pérdidas económicas, particularmente para las comunidades que dependen de estos bosques para su subsistencia e identidad cultural. Además, la degradación del ambiente natural puede reducir las oportunidades económicas asociadas al ecoturismo y la explotación sostenible de los recursos forestales, resultando en un impacto negativo.
ÁREAS de Comunidades Indígenas		
SUELO	**Paisaje**	La introducción de plantaciones de eucalipto puede alterar el paisaje natural de las áreas ocupadas por comunidades indígenas, sustituyendo ambientes tradicionales por monocultivos. Esto puede impactar negativamente la percepción cultural y la conexión de estas comunidades con la tierra, resultando en un impacto negativo.
	Calidad	El manejo de plantaciones de eucalipto puede degradar la calidad del suelo en áreas indígenas, debido a la compactación y al uso de agroquímicos, lo que puede afectar negativamente las prácticas agrícolas tradicionales y la subsistencia de las comunidades, resultando en un impacto negativo.
RECURSOS HÍDRICOS	**Disponibilidad**	El alto consumo de agua por parte de las plantaciones de eucalipto puede reducir la disponibilidad hídrica para las comunidades indígenas, que dependen de estos recursos para sus necesidades diarias y prácticas culturales. Este impacto negativo puede comprometer la sostenibilidad hídrica de estas comunidades.
	Calidad	La calidad del agua puede verse comprometida por el escurrimiento de sedimentos y agroquímicos provenientes de las plantaciones de eucalipto, lo que puede contaminar las fuentes de agua utilizadas por las comunidades indígenas, perjudicando la salud y el bienestar de las poblaciones locales, resultando en un impacto negativo.
BIODIVERSIDAD	**Flora**	La introducción de eucaliptos puede llevar a la sustitución de la flora nativa, que es esencial para las prácticas culturales y de subsistencia de las comunidades indígenas. La pérdida de plantas medicinales y alimenticias, además de la reducción de la diversidad vegetal, resulta en un impacto negativo significativo.
	Fauna	La fauna local, que es parte integral de la cultura y subsistencia de las comunidades indígenas, puede verse gravemente afectada por la pérdida de hábitats naturales debido a las plantaciones de eucalipto. La reducción de las poblaciones de animales que son cazados o que tienen valor cultural puede resultar en un impacto negativo.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	**Provisión**	La capacidad de las áreas indígenas para proporcionar servicios ecosistémicos, como alimentos, materiales y medicinas naturales, puede verse comprometida por la conversión de áreas naturales en plantaciones de eucalipto, resultando en un impacto negativo para la subsistencia y la cultura de las comunidades.
	Regulación	La regulación de los servicios ecosistémicos, como el control de plagas y la regulación climática, puede verse afectada negativamente por las plantaciones de eucalipto, lo que puede desequilibrar los ecosistemas de los que dependen las comunidades indígenas para su supervivencia y bienestar.
	Soporte	El soporte a los servicios ecosistémicos, incluida la fertilidad del suelo y el ciclo de nutrientes, puede verse impactado negativamente por las prácticas de manejo de las plantaciones de eucalipto, comprometiendo la sostenibilidad de los recursos naturales en las áreas indígenas.
	Culturales	Las comunidades indígenas tienen una fuerte conexión cultural y espiritual con la tierra. La sustitución de ecosistemas nativos por plantaciones de eucalipto puede destruir sitios sagrados, plantas y animales importantes para la cultura y las tradiciones de estas comunidades, resultando en un impacto extremadamente negativo.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La introducción de plantaciones de eucalipto puede causar una variación negativa en la dinámica social de las comunidades indígenas, llevando a la pérdida de prácticas tradicionales, aumentando la vulnerabilidad económica y generando posibles conflictos con la conservación del modo de vida indígena, resultando en un impacto extremadamente negativo.
ÁREAS de Acuicultura y Pesca		

SUELO	Paisaje	La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas de acuicultura y pesca puede tener un impacto limitado o muy bajo en el paisaje, ya que estas áreas generalmente se manejan para la producción y ya poseen alguna modificación visual. El impacto paisajístico tiende a ser mínimo, especialmente si las plantaciones se integran de manera cuidadosa.
	Calidad	La calidad del suelo en áreas de acuicultura y pesca puede verse afectada negativamente por las prácticas de manejo de las plantaciones de eucalipto, como la compactación y el uso de agroquímicos. Esto puede comprometer la integridad del suelo y afectar las prácticas de manejo sostenible en estas áreas, resultando en un impacto negativo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Las plantaciones de eucalipto consumen grandes cantidades de agua, lo que puede reducir la disponibilidad hídrica en áreas de acuicultura y pesca. La reducción del agua disponible puede impactar directamente la productividad de estos sectores, resultando en un impacto negativo significativo.
	Calidad	La calidad del agua puede verse comprometida por el escurrimiento de sedimentos y agroquímicos provenientes de las plantaciones de eucalipto, lo que puede afectar la salud de los cuerpos de agua utilizados en la acuicultura y la pesca. La contaminación del agua puede perjudicar la calidad de los productos acuáticos y la viabilidad de las prácticas pesqueras, resultando en un impacto negativo.
BIODIVERSIDAD	Flora	La flora nativa en áreas cercanas a cuerpos de agua destinados a la acuicultura y la pesca puede verse perjudicada por la competencia con las plantaciones de eucalipto, que pueden alterar el equilibrio ecológico y reducir la biodiversidad vegetal, resultando en un impacto negativo.
	Fauna	La fauna acuática, incluidos peces y otras especies que dependen de los cuerpos de agua, puede verse gravemente afectada por la degradación de los hábitats acuáticos y la reducción de la calidad del agua. Esto puede llevar a declives poblacionales significativos, resultando en un impacto extremadamente negativo para la biodiversidad y la sostenibilidad de las prácticas de acuicultura y pesca.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La provisión de servicios ecosistémicos relacionados con la acuicultura y la pesca, como el mantenimiento de los recursos pesqueros y la producción sostenible de alimentos, puede verse comprometida por la introducción de eucaliptos, que afectan la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, resultando en un impacto negativo.
	Regulación	La regulación de los servicios ecosistémicos, como la purificación del agua y el control de inundaciones, puede verse perjudicada por las plantaciones de eucalipto, que interfieren en los procesos naturales de regulación de los cuerpos de agua. Esto puede exacerbar los problemas de calidad del agua y manejo hídrico, justificando un impacto negativo.
	Soporte	El soporte a los servicios ecosistémicos, incluida la biodiversidad acuática y el ciclo de nutrientes, puede verse impactado negativamente por las prácticas de manejo de las plantaciones de eucalipto, que alteran el equilibrio de los ecosistemas acuáticos y reducen la capacidad de soporte natural de estas áreas.
	Culturales	Las áreas de acuicultura y pesca a menudo tienen un valor cultural para las comunidades locales. La degradación de los recursos hídricos y la pérdida de biodiversidad causada por las plantaciones de eucalipto pueden comprometer la continuidad de las prácticas tradicionales de pesca, resultando en un impacto negativo significativo en los servicios culturales.
SOCIAL Y ECONÓMICO		El impacto social y económico puede ser limitado o muy bajo, dependiendo de la extensión de las plantaciones y la capacidad de las comunidades locales para adaptar sus prácticas de acuicultura y pesca a los cambios. Sin embargo, si no se gestionan adecuadamente, los impactos negativos pueden intensificarse, afectando la seguridad alimentaria y la economía local.
ÁREAS de Agricultura Familiar y/o Pequeños Productores		
SUELO	Paisaje	La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas dedicadas a la agricultura familiar puede modificar el paisaje rural, sustituyendo pequeñas parcelas diversificadas por monocultivos de árboles. Esto puede reducir la diversidad visual y el valor estético de estas áreas, resultando en un impacto negativo.

	Calidad	Las prácticas de manejo del eucalipto, cuando se implementan correctamente, pueden mejorar la calidad del suelo en áreas de pequeños productores, aumentando la materia orgánica y ayudando a controlar la erosión. Esto puede resultar en un impacto positivo para el mantenimiento de la fertilidad del suelo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	El alto consumo de agua por parte de las plantaciones de eucalipto puede competir con las necesidades hídricas de la agricultura familiar, especialmente en áreas donde la disponibilidad de agua ya es limitada. Esto puede afectar negativamente la sostenibilidad de la producción agrícola, resultando en un impacto negativo.
	Calidad	La calidad del agua puede verse afectada por el escurrimiento de sedimentos y agroquímicos provenientes de las plantaciones de eucalipto, afectando las fuentes de agua utilizadas para el riego y el consumo humano en las áreas de agricultura familiar, resultando en un impacto negativo.
BIODIVERSIDAD	Flora	La introducción de plantaciones de eucalipto puede reducir la diversidad de la flora en áreas de pequeños productores, sustituyendo especies nativas y variedades agrícolas por un monocultivo que no ofrece la misma diversidad de recursos vegetales, resultando en un impacto negativo.
	Fauna	La fauna local puede verse impactada negativamente por la pérdida de hábitats diversificados y la reducción de la disponibilidad de alimentos, causadas por la conversión de áreas agrícolas diversas en plantaciones de eucalipto. Esto puede resultar en una disminución de la biodiversidad faunística.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La provisión de servicios ecosistémicos, como la producción de alimentos y el mantenimiento de la biodiversidad, puede verse comprometida en áreas de agricultura familiar con la introducción de plantaciones de eucalipto, que pueden reducir la capacidad de estas áreas para proporcionar estos servicios esenciales.
	Regulación	La regulación de los servicios ecosistémicos, como el control de plagas y la purificación del agua, puede verse ligeramente impactada, pero de manera limitada, dependiendo de cómo se gestionen las plantaciones de eucalipto en relación con las prácticas agrícolas existentes.
	Soporte	El soporte a los servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, puede verse negativamente impactado por la introducción de eucaliptos en áreas de pequeños productores, donde la diversidad de cultivos es importante para la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas.
	Culturales	Las prácticas agrícolas familiares a menudo tienen un valor cultural significativo. La introducción de plantaciones de eucalipto puede alterar estas prácticas tradicionales y reducir la conexión cultural con la tierra, resultando en un impacto negativo en los servicios culturales.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La diversificación de las actividades con la introducción de plantaciones de eucalipto puede proporcionar beneficios económicos adicionales para los pequeños productores, como la venta de madera y el aumento de los ingresos. Esto puede resultar en un impacto positivo para la economía familiar, siempre que la integración se realice de manera sostenible.
ÁREAS de Cultivos Agrícolas (soja, maíz, etc.)		
SUELO	Paisaje	La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas agrícolas puede contribuir a diversificar el paisaje, creando un mosaico visual entre áreas de cultivo y bosques plantados. Esta diversidad visual se considera positiva, especialmente en grandes áreas de monocultivo agrícola.
	Calidad	Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la calidad del suelo en áreas agrícolas al aumentar la materia orgánica y ayudar a reducir la erosión. En comparación con los cultivos anuales, como la soja y el maíz, que a menudo requieren un laboreo intensivo del suelo, los eucaliptos pueden estabilizar el suelo y mejorar su estructura a largo plazo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Las plantaciones de eucalipto tienen un elevado consumo de agua, lo que puede competir con las necesidades hídricas de los cultivos agrícolas, especialmente en áreas donde la disponibilidad de agua es limitada. Esto puede resultar en un impacto negativo en la disponibilidad hídrica para la agricultura.
	Calidad	La calidad del agua en áreas agrícolas puede mejorarse con la presencia de eucaliptos, que ayudan a reducir la erosión y el escurrimiento superficial de sedimentos. Esto puede contribuir al mantenimiento de la pureza del agua utilizada para el riego y el consumo local.

BIODIVERSIDAD	Flora	La introducción de eucaliptos en áreas agrícolas puede llevar a la sustitución de la vegetación nativa y a la reducción de la biodiversidad florística. Como los eucaliptos son una especie exótica, su presencia puede afectar negativamente a la flora local, resultando en un impacto extremadamente negativo.
	Fauna	
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	Las plantaciones de eucalipto pueden complementar la provisión de servicios ecosistémicos en áreas agrícolas, como la producción de madera y la captura de carbono, sin sustituir completamente la producción agrícola, resultando en un impacto positivo.
	Regulación	La regulación de los servicios ecosistémicos, como la captura de carbono y la regulación climática, puede verse positivamente influenciada por la presencia de eucaliptos en áreas agrícolas, que ayudan a mejorar la sostenibilidad ambiental de estas áreas.
	Soporte	La presencia de eucaliptos puede mejorar el soporte de los servicios ecosistémicos en áreas de cultivo agrícola, como el ciclo de nutrientes y la protección contra la erosión, resultando en un impacto positivo en la sostenibilidad a largo plazo.
	Culturales	El impacto cultural en áreas de cultivo agrícola debido a la introducción de eucaliptos puede ser limitado, ya que estas áreas están principalmente dedicadas a la producción. No obstante, la integración de bosques plantados puede agregar cierto valor cultural y estético, aunque de forma limitada.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La integración de plantaciones de eucalipto en áreas de cultivo agrícola puede diversificar las fuentes de ingresos para los agricultores, aumentando la resiliencia económica y generando nuevas oportunidades de empleo, resultando en un impacto extremadamente positivo para las comunidades locales.
ÁREAS con Vulnerabilidad a Cambios Climáticos		
SUELO	Paisaje	
	Calidad	Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la calidad del suelo en áreas vulnerables, ayudando a retener materia orgánica, reducir la erosión y mejorar la estructura del suelo. Estos beneficios son particularmente importantes en áreas que ya enfrentan desafíos debido al cambio climático, justificando un impacto positivo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Las plantaciones de eucalipto tienen un alto consumo de agua, lo que podría agravar la escasez hídrica en áreas vulnerables al cambio climático. Esta reducción en la disponibilidad de agua podría comprometer la resiliencia de estas áreas, resultando en un impacto negativo significativo.
	Calidad	La calidad del agua puede verse comprometida por la introducción de eucaliptos, especialmente debido al escurrimiento de sedimentos y agroquímicos. En áreas vulnerables al cambio climático, donde la calidad del agua ya podría estar en riesgo, esta degradación adicional podría tener un impacto negativo considerable.
BIODIVERSIDAD	Flora	La flora nativa podría verse perjudicada por la introducción de eucaliptos, que podrían competir por recursos y reemplazar especies adaptadas a las condiciones locales. En áreas vulnerables al cambio climático, la pérdida de especies nativas podría exacerbar la vulnerabilidad ecológica, resultando en un impacto negativo.
	Fauna	La fauna local podría verse impactada negativamente por la alteración de los hábitats naturales debido a las plantaciones de eucalipto. En áreas vulnerables, donde las especies ya enfrentan presiones adicionales debido al cambio climático, esta pérdida de hábitat podría agravar aún más la situación, resultando en un impacto negativo.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La provisión de servicios ecosistémicos, como la captura de carbono y la producción de biomasa, podría reforzarse en áreas vulnerables con la introducción de eucaliptos. Estos servicios son esenciales para mitigar los efectos del cambio climático, resultando en un impacto positivo.
	Regulación	La regulación de los servicios ecosistémicos, como la estabilización del suelo y la regulación climática, podría verse positivamente impactada por la presencia de eucaliptos. En áreas vulnerables al cambio climático, estos beneficios podrían ayudar a aumentar la resiliencia ambiental, justificando un impacto positivo.
	Soporte	El soporte a los servicios ecosistémicos podría ser limitado o muy bajo debido a las plantaciones de eucalipto, ya que las funciones de soporte, como el ciclo de nutrientes, podrían no mejorarse significativamente en comparación con las necesidades específicas de las áreas vulnerables.

	Culturales	El impacto cultural de las plantaciones de eucalipto en áreas vulnerables al cambio climático podría ser limitado o muy bajo. Sin embargo, la presencia de estas plantaciones podría proporcionar algún valor estético o recreativo, aunque no de manera sustancial.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La introducción de plantaciones de eucalipto podría traer beneficios económicos para las áreas vulnerables al cambio climático, como la creación de empleo y nuevas fuentes de ingresos. Estos beneficios podrían mejorar la resiliencia socioeconómica de las comunidades locales, resultando en un impacto positivo.
ÁREAS con Suelos Marginales o Arenosos		
SUELO	Paisaje	Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la calidad del suelo en áreas marginales o arenosas, ayudando a aumentar la materia orgánica y a estabilizar el suelo. Esto puede contribuir a la recuperación de áreas degradadas y mejorar la capacidad del suelo para sustentar la vegetación, justificando un impacto positivo.
	Calidad	
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	El elevado consumo de agua por parte de las plantaciones de eucalipto puede agravar la escasez hídrica en áreas con suelos marginales o arenosos, donde la capacidad de retención de agua ya es limitada. Esto puede resultar en un impacto negativo significativo en la disponibilidad hídrica local.
	Calidad	La calidad del agua puede verse comprometida por el escurrimiento de sedimentos y agroquímicos provenientes de las plantaciones de eucalipto. En áreas con suelos arenosos, la filtración natural del suelo puede ser menos efectiva, aumentando el riesgo de contaminación de los cuerpos de agua, lo que resulta en un impacto negativo.
BIODIVERSIDAD	Flora	La flora nativa en áreas con suelos marginales o arenosos puede verse perjudicada por la competencia con plantaciones de eucalipto, que pueden sustituir especies adaptadas a estos suelos pobres y alterar la composición florística local, resultando en un impacto negativo.
	Fauna	La fauna en estas áreas puede verse ligeramente impactada, pero el efecto tiende a ser limitado o muy bajo, dado que la vegetación natural en estos suelos ya puede ser escasa y estar adaptada a condiciones extremas. Las plantaciones de eucalipto pueden ofrecer algunos nuevos hábitats, pero con un impacto relativamente bajo en la fauna general.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La provisión de servicios ecosistémicos en áreas de suelos marginales o arenosos puede verse negativamente afectada por la introducción de eucaliptos, que pueden competir con la vegetación nativa y reducir la biodiversidad y la resiliencia del ecosistema, resultando en un impacto negativo.
	Regulación	La regulación de los servicios ecosistémicos, como la captura de carbono y la regulación del ciclo hidrológico, puede verse ligeramente mejorada por las plantaciones de eucalipto. Sin embargo, el impacto general tiende a ser limitado o muy bajo, dada la baja capacidad de los suelos marginales para sustentar una alta productividad vegetal.
	Soporte	El soporte a los servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes, puede ser limitado o muy bajo en suelos marginales o arenosos, ya que estos suelos ya poseen baja fertilidad y capacidad de retención de nutrientes. Las plantaciones de eucalipto pueden no alterar significativamente esta condición.
	Culturales	El impacto cultural de las plantaciones de eucalipto en áreas con suelos marginales o arenosos tiende a ser limitado o muy bajo, ya que estas áreas pueden tener poca importancia cultural o patrimonial. No obstante, la introducción de vegetación puede mejorar ligeramente el valor estético de estas áreas.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas con suelos marginales o arenosos puede generar beneficios económicos adicionales, como la creación de empleos y nuevas fuentes de ingresos, especialmente en áreas donde la agricultura tradicional es difícil debido a la baja fertilidad del suelo. Esto puede resultar en un impacto positivo para las comunidades locales.
ÁREAS con Suelos Contaminados		
SUELO	Paisaje	La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas con suelos contaminados puede mejorar significativamente el paisaje, transformando áreas degradadas y visualmente desagradables en bosques manejados. Esto contribuye a la rehabilitación estética del lugar, resultando en un impacto positivo.

	Calidad	Las plantaciones de eucalipto tienen el potencial de mejorar la calidad del suelo en áreas contaminadas, ayudando en la fitorremediación —proceso por el cual las plantas ayudan a remover o neutralizar contaminantes. Esto puede llevar a la recuperación gradual de la fertilidad y la salud del suelo, justificando un impacto positivo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	Aunque las plantaciones de eucalipto pueden ayudar en la recuperación del suelo, su alto consumo de agua puede agravar la escasez hídrica en áreas ya comprometidas, resultando en un impacto negativo en la disponibilidad de agua.
	Calidad	La calidad del agua en áreas con suelos contaminados puede verse aún más comprometida por el escurrimiento de sedimentos y posiblemente de contaminantes movilizados por las plantaciones de eucalipto. Esto puede aumentar la contaminación de los cuerpos de agua locales, justificando un impacto negativo.
BIODIVERSIDAD	Flora	
	Fauna	
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La rehabilitación de áreas contaminadas a través de la plantación de eucaliptos puede restaurar algunos servicios ecosistémicos, como la producción de biomasa y la mejora de la calidad del suelo, resultando en un impacto positivo.
	Regulación	La capacidad de las plantaciones de eucalipto para contribuir a la fitorremediación y la estabilización del suelo puede mejorar la regulación de los servicios ecosistémicos, como la purificación del agua y la captura de carbono, justificando un impacto positivo.
	Soporte	El soporte a los servicios ecosistémicos, incluyendo el ciclo de nutrientes y la restauración de la fertilidad del suelo, puede mejorarse significativamente con la introducción de eucaliptos en áreas contaminadas, resultando en un impacto positivo.
	Culturales	El impacto cultural de las plantaciones de eucalipto en áreas contaminadas tiende a ser limitado o muy bajo. Sin embargo, la rehabilitación de estas áreas puede aumentar su valor estético y recreativo, aunque de forma modesta.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La recuperación de áreas contaminadas a través de la introducción de eucaliptos puede generar beneficios económicos, como la creación de empleos y el aumento del valor de la tierra. Además, la rehabilitación de estas áreas puede tener un impacto positivo en la salud y el bienestar de las comunidades locales.
ÁREAS con Explotación Minera		
SUELO	Paisaje	En áreas de exploración minera, el paisaje ya está ampliamente modificado por las actividades de extracción. La introducción de plantaciones de eucalipto puede tener un impacto limitado o muy bajo en el paisaje, ya que los cambios adicionales son mínimos en comparación con las alteraciones ya presentes.
	Calidad	Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la calidad del suelo en áreas de exploración minera, ayudando en la recuperación de suelos degradados y en la estabilización de áreas de minería desactivadas. Esto puede contribuir a la restauración de la salud del suelo, resultando en un impacto positivo.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	El alto consumo de agua por parte de las plantaciones de eucalipto puede competir con las necesidades hídricas de las operaciones mineras, que ya pueden ser intensivas en términos de agua. Esto puede reducir la disponibilidad de agua local, resultando en un impacto negativo.
	Calidad	La calidad del agua puede verse perjudicada por el escurrimiento de sedimentos y agroquímicos de las plantaciones de eucalipto, agravando los problemas ya existentes de contaminación del agua debido a la minería. Esto puede resultar en un impacto negativo adicional en la calidad del agua.
BIODIVERSIDAD	Flora	La flora en áreas de exploración minera generalmente es limitada debido a la degradación ambiental. La introducción de eucaliptos puede tener un impacto limitado o muy bajo, ya que cualquier aumento en la cobertura vegetal puede ser beneficioso, pero no significativo en términos de diversidad.
	Fauna	La fauna en áreas mineras ya está bastante impactada por la degradación del hábitat. La presencia de plantaciones de eucalipto puede ofrecer algún nivel de refugio o hábitat, pero el impacto general en la fauna tiende a ser limitado o muy bajo.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La rehabilitación de áreas mineras con plantaciones de eucalipto puede restaurar algunos servicios ecosistémicos, como la captura de carbono y la producción de madera, resultando en un impacto positivo en la provisión de estos servicios.

	Regulación	Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la regulación de los servicios ecosistémicos en áreas mineras, como la estabilización del suelo y la regulación del microclima, lo que ayuda a mitigar algunos de los impactos negativos de la minería.
	Soporte	El soporte a los servicios ecosistémicos, como el ciclo de nutrientes y la regeneración del suelo, puede mejorarse con la presencia de eucaliptos en áreas mineras, ayudando en la recuperación ecológica de estas áreas degradadas.
	Culturales	El impacto cultural de las plantaciones de eucalipto en áreas mineras tiende a ser limitado o muy bajo, ya que estas áreas ya tienen poca importancia cultural o patrimonial debido a la degradación. Sin embargo, la rehabilitación puede proporcionar algún valor estético o recreativo adicional.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La recuperación de áreas mineras con plantaciones de eucalipto puede generar beneficios económicos, como la creación de empleos y la diversificación de las fuentes de ingresos. Además, la rehabilitación de estas áreas puede tener un impacto positivo en la salud y el bienestar de las comunidades locales.
ÁREAS con Generación de Energía Renovable		
SUELO	Paisaje	La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas de generación de energía renovable puede tener un impacto visual limitado o muy bajo, especialmente si las infraestructuras de generación de energía, como parques eólicos o solares, ya han modificado significativamente el paisaje.
	Calidad	Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la calidad del suelo en áreas dedicadas a la generación de energía renovable, ayudando a estabilizar y recuperar el suelo, especialmente en zonas que podrían haber sido degradadas durante la construcción de infraestructuras energéticas.
RECURSOS HÍDRICOS	Disponibilidad	El alto consumo de agua por parte de las plantaciones de eucalipto puede competir con las necesidades hídricas de las operaciones de generación de energía, especialmente en áreas donde el agua es un recurso limitado. Esto puede resultar en un impacto negativo sobre la disponibilidad hídrica.
	Calidad	La calidad del agua puede verse comprometida por el escurrimiento de sedimentos y agroquímicos provenientes de las plantaciones de eucalipto, lo que puede agravar la situación en áreas donde la generación de energía ya podría estar afectando los cuerpos de agua locales, resultando en un impacto negativo adicional.
BIODIVERSIDAD	Flora	La introducción de eucaliptos en áreas de generación de energía renovable puede reemplazar la flora nativa, reduciendo la diversidad vegetal. Esto puede ser particularmente problemático en zonas donde la vegetación nativa tiene un papel importante en la resiliencia ecológica, justificando un impacto negativo.
	Fauna	La fauna local puede verse afectada negativamente por la pérdida de hábitats naturales debido a la conversión de áreas para plantaciones de eucalipto, agravando los impactos ya causados por las infraestructuras de generación de energía. Esto puede resultar en un impacto negativo en la biodiversidad.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Provisión	La provisión de servicios ecosistémicos puede verse perjudicada por la presencia de plantaciones de eucalipto en áreas de generación de energía, ya que estas plantaciones pueden competir con la vegetación nativa y reducir la capacidad del área para proporcionar servicios ecosistémicos esenciales, resultando en un impacto negativo.
	Regulación	La regulación de los servicios ecosistémicos puede verse levemente afectada por las plantaciones de eucalipto. Sin embargo, el impacto tiende a ser limitado o muy bajo, ya que las infraestructuras de generación de energía ya desempeñan un papel dominante en la alteración del microclima y la regulación ambiental de estas áreas.
	Soporte	Las plantaciones de eucalipto pueden ayudar a mejorar el soporte a los servicios ecosistémicos en áreas de generación de energía renovable, como el reciclaje de nutrientes y la estabilización del suelo, especialmente en áreas que fueron perturbadas durante la construcción y operación de las infraestructuras energéticas.
	Culturales	El impacto cultural de las plantaciones de eucalipto en áreas de generación de energía renovable tiende a ser limitado o muy bajo, ya que estas áreas generalmente tienen poca importancia cultural. Sin embargo, la presencia de vegetación puede proporcionar algún valor estético adicional.

SOCIAL Y ECONÓMICO		La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas de generación de energía renovable puede generar beneficios económicos adicionales, como la diversificación de las fuentes de ingresos y la creación de empleos, especialmente en áreas rurales donde estas actividades ocurren. Esto resulta en un impacto positivo para las comunidades locales.
ÁREAS con Conflicto de Uso de la Tierra		
SUELO	**Paisaje**	La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas donde existen conflictos por el uso de la tierra puede acentuar las tensiones existentes, alterando el paisaje de manera que puede ser percibida negativamente por las comunidades locales u otros interesados, resultando en un impacto negativo.
	Calidad	Las plantaciones de eucalipto pueden mejorar la calidad del suelo en áreas donde el uso de la tierra es disputado, ayudando a la estabilización y recuperación del suelo, especialmente en áreas degradadas o mal utilizadas anteriormente. Esto puede contribuir a la mejora de la salud del suelo, justificando un impacto positivo.
RECURSOS HÍDRICOS	**Disponibilidad**	El alto consumo de agua por parte de las plantaciones de eucalipto puede intensificar los conflictos por el uso de la tierra, particularmente en áreas donde la disponibilidad de agua ya es un recurso disputado. Esto puede resultar en un impacto negativo significativo en la disponibilidad de agua.
	Calidad	La calidad del agua puede verse perjudicada por la escorrentía de sedimentos y agroquímicos provenientes de las plantaciones de eucalipto, agravando las disputas por los recursos hídricos en áreas de conflicto por el uso de la tierra, lo que resultaría en un impacto negativo adicional en la calidad del agua.
BIODIVERSIDAD	**Flora**	La flora nativa puede verse afectada negativamente en áreas de conflicto por el uso de la tierra, donde las plantaciones de eucalipto sustituyen la vegetación local, exacerbando los conflictos existentes sobre el uso adecuado de la tierra y resultando en un impacto negativo.
	Fauna	La fauna local puede verse afectada por la conversión de hábitats naturales en plantaciones de eucalipto, especialmente en áreas donde ya existen conflictos sobre el uso de la tierra. Esto puede resultar en una pérdida de biodiversidad, justificando un impacto negativo.
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	**Provisión**	La provisión de servicios ecosistémicos puede verse comprometida por la introducción de eucaliptos en áreas de conflicto, donde la competencia por el uso de la tierra puede resultar en prácticas que no favorecen la sostenibilidad ambiental, lo que resultaría en un impacto negativo.
	Regulación	La regulación de los servicios ecosistémicos puede verse levemente afectada por las plantaciones de eucalipto, pero el impacto general tiende a ser limitado o muy bajo, dado que las tensiones sobre el uso de la tierra pueden desviar la atención de la importancia de la regulación ambiental.
	Soporte	El soporte a los servicios ecosistémicos, como el reciclaje de nutrientes, puede verse mínimamente afectado en áreas de conflicto por el uso de la tierra. Las plantaciones de eucalipto pueden no mejorar significativamente el soporte ecosistémico en estas áreas debido a prácticas de manejo que pueden no ser ideales.
	Culturales	El impacto cultural de las plantaciones de eucalipto en áreas de conflicto por el uso de la tierra tiende a ser limitado o muy bajo,ya que el foco generalmente está en las disputas por el uso de la tierra y no en los valores culturales. Sin embargo, el impacto cultural puede ser percibido de manera negativa en comunidades que valoran la biodiversidad o las prácticas tradicionales de uso de la tierra.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La introducción de plantaciones de eucalipto en áreas de conflicto por el uso de la tierra puede generar beneficios económicos, como la creación de empleos y la diversificación de las fuentes de ingresos. No obstante, estos beneficios deben gestionarse cuidadosamente para evitar exacerbar los conflictos existentes, resultando en un impacto positivo solo si se implementan de forma equitativa y sostenible.
ÁREAS con Plantaciones Forestales de Eucalipto (Expansión)		
SUELO	**Paisaje**	La calidad del suelo puede mejorarse con la presencia de eucaliptos, que ayudan a aumentar la materia orgánica y a reducir la erosión. En áreas donde el suelo ha sido previamente degradado, la expansión de las plantaciones puede contribuir a la recuperación de la salud del suelo, justificando un impacto positivo.
	Calidad	

RECURSOS HÍDRICOS	**Disponibilidad**	El alto consumo de agua por parte de las plantaciones de eucalipto puede reducir significativamente la disponibilidad hídrica, especialmente en regiones donde el agua ya es escasa. Esto puede ser un impacto negativo importante, afectando tanto la agricultura como el abastecimiento urbano.
	Calidad	La calidad del agua puede verse comprometida por la expansión de las plantaciones de eucalipto, debido al aumento de la escorrentía de sedimentos y la aplicación de agroquímicos, lo que puede contaminar cuerpos de agua cercanos, justificando un impacto negativo.
BIODIVERSIDAD	**Flora**	
	Fauna	
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	**Provisión**	La provisión de servicios ecosistémicos, como el mantenimiento de la biodiversidad y la producción de recursos naturales diversos, puede verse comprometida por la expansión de las plantaciones de eucalipto, que tienden a reducir la diversidad de servicios que ofrecen ecosistemas más variados, resultando en un impacto negativo.
	Regulación	La expansión de las plantaciones de eucalipto puede tener un impacto limitado o muy bajo en la regulación de los servicios ecosistémicos, como el ciclo hidrológico y la captura de carbono, ya que el monocultivo de eucalipto ofrece beneficios regulatorios, pero de forma limitada en comparación con ecosistemas más diversos.
	Soporte	El apoyo a los servicios ecosistémicos, como el reciclaje de nutrientes, puede verse afectado de manera limitada o muy baja, ya que las plantaciones de eucalipto no contribuyen significativamente a la diversidad y complejidad de las funciones ecológicas.
	Culturales	El impacto cultural de las plantaciones de eucalipto puede ser limitado o muy bajo, ya que la expansión de estas plantaciones puede ser percibida de manera neutra o negativa por las comunidades locales, especialmente si existe una percepción de pérdida de paisajes naturales o de valores culturales asociados a la biodiversidad.
SOCIAL Y ECONÓMICO		La expansión de las plantaciones de eucalipto puede generar impactos positivos en términos sociales y económicos, como la creación de empleos, aumento de ingresos y desarrollo económico regional. Estos beneficios, sin embargo, deben equilibrarse con una gestión sostenible de las plantaciones para evitar impactos ambientales negativos a largo plazo.

CONSULTORÍA
INGENIERÍA
GESTIÓN

© STCP Engenharia de Projetos Ltda. Todos los derechos reservados.

Todos los derechos, el permiso para copiar, publicar, almacenar en um sistema de recuperación de la totalidad o partes del documento, transmitir, en cualquier forma o por cualquier medio o para cualquier propósito, a excepción de copia bona fide de la parte contratante de este documento, tal como se expresa en el título, están reservados.

STCP Engenharia de Projetos Ltda.
Rua Euzébio da Motta, 450, Juvevê
Curitiba/PR - Brasil - 80530-260 - +55 41 3252-5861
www.stcp.com.br |